

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLURRY SEAL PARA
OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO
PAVIMENTADAS**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTAS:

Cisneros Ambrosio, Raywen Anthony

Contreras Maiz, Cesar Aldo

ASESOR:

Abal Garcia, Bladimir Jhon

HUÁNUCO-PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por su amor incondicional y apoyo constante. A mi familia, por su paciencia y comprensión. A mis amigos, por su ánimo y alegría. A mis profesores, por su sabiduría y guía. A todos aquellos que creyeron en mí, esta tesis está dedicada a ustedes. Gracias por ser mi fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de esta tesis. En primer lugar, a mi familia, por su amor incondicional, apoyo emocional y sacrificios que hicieron para que pudiera llegar hasta aquí.

Agradezco a mis amigos por su aliento constante y por estar a mi lado durante este viaje académico. También quiero agradecer a mis profesores y mentores por su orientación experta y valiosos consejos que han enriquecido este trabajo.

RESUMEN

Esta tesis trata de la optimización de costos de mantenimiento de caminos no pavimentados mediante el uso de Slurry Seal, donde se decidió utilizar el modelo de inventario y verificación de campo desarrollado en el libro “Cuidado y Reparación de Superficies de Concreto y Asfalto” en la Ciudad de Lima, Perú. El Slurry Seal es una mezcla de mortero asfáltico que consiste en agregados finos y densos mezclados con una emulsión y agua para formar una lechada que se aplica al pavimento en espesores que varían de 3 mm a 30 mm, dependiendo del agregado más grueso. Este proceso se suele realizar mediante bloques de hormigón especialmente diseñados, aunque algunos tipos de mortero requieren que se realice de forma manual. Las emulsiones comúnmente utilizadas son de tipo catiónico con degradación media o lenta. En este caso se tiene en cuenta el espesor del tipo I (4 a 15 mm) y la optimización de costes tiene en cuenta la vida útil, el modo de fallo y el seguimiento de los costes de mantenimiento. La tesis comienza describiendo el proceso de preparación de la superficie, CBR y Proctor modificado como base para abordar la aplicación de Slurry Seal, incluidas las características de clasificación y los costos de mantenimiento. Para este análisis se utilizó como punto de referencia para diversos estudios. Finalmente, luego de analizar de manera comprobada el costo de una superficie sin surcos ni compactación, en comparación con una superficie con lechada asfáltica, se concluyó que el uso de Slurry Seal tiene un impacto significativo para optimizar los costos de mantenimiento para caminos de tierra.

Palabras clave: pavimentos, costo de mantenimiento, Slurry Seal, vías no pavimentadas.

ABSTRACT

This thesis deals with the optimization of maintenance costs of unpaved roads through the use of Slurry Seal, where it was decided to use the inventory and field verification model developed in the book "Care and Repair of Concrete and Asphalt Surfaces" in the city of Lima, Peru. Slurry Seal is an asphalt mortar mixture consisting of fine, dense aggregates mixed with an emulsion and water to form a slurry that is applied to the pavement in thicknesses ranging from 3 mm to 30 mm, depending on the coarsest aggregate. This process is usually carried out using specially designed concrete blocks, although some types of mortar require it to be done manually. The emulsions commonly used are of the cationic type with medium or slow degradation. Type I thickness (4 to 15 mm) is taken into account in this case and cost optimization takes into account service life, failure mode and maintenance cost tracking. The thesis begins by describing the surface preparation process, CBR and modified Proctor as a basis for addressing the application of Slurry Seal, including grading characteristics and maintenance costs. For this analysis, it was used as a reference point for various studies. Finally, after a proven analysis of the cost of a surface without grooves and compaction compared to an asphalt slurry surface, it was concluded that the use of Slurry Seal has a significant impact on optimizing maintenance costs for dirt roads.

Keywords: pavements, maintenance cost, Slurry Seal, unpaved roads.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
CAPÍTULO I.....	13
ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación.....	13
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos .	14
1.2.1 Problema General	14
1.2.2 Problemas Específicos.....	15
1.3 Formulación del objetivo general y específicos	15
1.3.1 Objetivo General	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
1.4 Justificación	16
1.5 Limitaciones.....	16
1.6 Formulación de hipótesis general y específica	17
1.6.1 Hipótesis General.....	17
1.6.2 Hipótesis Especifico	17
1.7 Variables.....	17
1.7.1 Variable independiente.....	17
1.7.2 Variable dependiente	17
1.8 Definición teórica y operacionalización de variables.....	18

CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes.....	19
2.1.1 Antecedentes internacionales	19
2.1.2 Antecedentes nacionales	21
2.2 Bases teóricas	23
2.2.1 Pavimentos	23
2.2.2 Vías no Pavimentadas	38
2.2.3 Slurry Seal.....	41
2.2.4 Deterioro en la Vida Útil de la Vía	42
2.2.5 Conservación de Vías	47
2.2.6 Costos en Vías.....	50
2.2.7 Costos de Mantenimiento.....	52
2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos.....	52
CAPÍTULO III.....	56
METODOLOGÍA	56
3.1 Población y selección de la muestra.....	56
3.1.1 Población	56
3.1.2 Muestra	56
3.2 Nivel, tipos y diseño de investigación	56
3.2.1 Enfoque.....	56

3.2.2	Alcance o nivel	57
3.2.3	Diseño	57
3.3	Métodos, técnicas e instrumentos	57
3.3.1	Para la recolección de datos	57
3.3.2	Para la presentación de datos.....	58
3.4	Procedimiento.....	58
3.5	Consideraciones éticas.....	59
CAPÍTULO IV.....		60
RESULTADOS.....		60
4.1	Procesamiento de datos	60
4.1.1	Análisis y diagnósticos de la situación actual.....	60
4.1.2	Procesamiento de resultados.....	61
4.1.3	Análisis de los resultados.....	64
CAPÍTULO V.....		71
DISCUSIÓN		71
5.1	Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación.....	71
CONCLUSIONES		74
RECOMENDACIONES.....		75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		76
ANEXOS:.....		79

ANEXO N°1: Consentimiento informado.....	80
ANEXO N°2: Instrumentos de recolección de datos	81
ANEXO N°3: Validación de instrumentos	84
ANEXO N°4: Matriz de consistencia	87
ANEXO N°5: Nota bibliográfica.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Sección Transversal de una Vía.....	36
Figura 2	Clasificación de Capas del Pavimento Flexible	36
Figura 3	Condición de una vía sin mantenimiento	44
Figura 4	Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario.....	46
Figura 5	Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico.....	47
Figura 6	Situación de vías no pavimentadas.....	60
Figura 7	Distribución porcentual de Vías	61
Figura 8	Contrastación de costos de mantenimiento en vías no pavimentadas, entre acabado de material granular convencional versus Slurry Seal	67
Figura 9	Contrastación de costos de mantenimiento en vías no pavimentadas, entre acabado de material granular convencional versus Slurry Seal	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.	18
Tabla 2 Situación de kilometraje de vías no pavimentadas según condición de afirmado	62
Tabla 3 Costos medios de mantenimiento para vías no pavimentadas con material granular convencional	63
Tabla 4 Costos medios de mantenimiento para vías no pavimentadas con Slurry Seal.....	64
Tabla 5 Frecuencia de mantenimiento para vías no pavimentadas con material granular convencional	64
Tabla 6 Frecuencia de mantenimiento para vías no pavimentadas con Slurry Seal 64	64
Tabla 7 Costos de mantenimiento de vías no pavimentados para un periodo de 12 años según frecuencia de mantenimiento.....	65
Tabla 8 Costos de mantenimiento en Vías no Pavimentadas desagregados por semestre.....	65
Tabla 9 Costos de Mantenimiento de vías no pavimentados con Slurry Seal para un periodo de 12 años según frecuencia de mantenimiento.....	66
Tabla 10 Costos de mantenimiento en vías no pavimentadas con Slurry Seal, desagregados por semestre	66
Tabla 11 Costos de mantenimiento en vías no pavimentadas en función de su acabado granular convencional o acabado con Slurry Seal por 4 años.....	68
Tabla 12 Correlación entre variables por 4 años.....	70
Tabla 13 Frecuencia de mantenimiento para vías no pavimentadas con material granular convencional	71
Tabla 14 Frecuencia de mantenimiento para vías no pavimentadas con Slurry Seal	71
Tabla 15 Matriz de consistencia.....	87

INTRODUCCIÓN

La tesis se enfocó en demostrar que el uso de la metodología Slurry Seal y su incidencia en la optimización de los costos de mantenimiento de caminos no pavimentados; para lo cual lo utilizamos como punto de referencia. Actualmente los sellos lechados se utilizan regularmente todos los días en todas las provincias del país. Sobre esta base se preparó un trabajo de investigación sobre este tipo de carreteras y la metodología Slurry Seal, que tiene en cuenta el hecho de que estas carreteras son muy importantes para el desarrollo local, regional y nacional, para ello la investigación se encuentra dividida en VI capítulos

Capítulo 1: En este capítulo se describe detalladamente la situación problemática de la investigación, se formulan problemas específicos y generales, así como sus objetivos, se demostrará la investigación en 3 niveles, se presentarán las hipótesis generales y específicas.

Capítulo 2: En esta sección, discutiremos los conceptos teóricos utilizados en la investigación, así como las experiencias nacionales, internacionales y locales que deben usarse como punto de partida para la investigación.

Capítulo 3: En esta fase, veremos cuáles son la población y la muestra de la investigación, el enfoque, el alcance, el diseño y los métodos de recopilación de datos, y los métodos para realizar la investigación.

Capítulo 4: en este punto se verá los resultados, luego se realizará el análisis de la metodología Slurry Seal con el método tradicional.

Capítulo 5: en este capítulo se presentará la contrastación de los resultados obtenido en el análisis y también las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación

Todas las superficies requieren una gestión vial adecuada para prolongar su vida útil y mantener niveles apropiados de idoneidad para el uso, para la comodidad adecuada del usuario y para que la carretera realice su función adecuada. Sin embargo, en Perú, debido a una gestión subóptima, las carreteras a menudo no reciben mantenimiento durante mucho tiempo después de su construcción. (Mesía, 2018).

En zonas donde el tráfico no es apto para la construcción de carreteras asfaltadas, actualmente se utilizan superficies tratadas superficialmente como bicapa, mortero asfáltico, micro pavimentos y otros. Gracias a estas soluciones, las superficies endurecidas de las carreteras mejoran su resistencia al tráfico rodado y a otros impactos de vehículos. Sin embargo, como todos los recubrimientos, se degradan con el tiempo, por lo que es necesario evaluar el estado de la superficie para determinar si es necesario realizar mantenimiento. Sin embargo, después de leer muchas directrices diferentes del Ministerio de Transporte, nos dimos cuenta de que no existe un método completo para determinar los indicadores del estado de la superficie de la carretera.

El Manual de Inventario Vial (2016), no enumera los defectos que es necesario evaluar en este tipo de superficies, como: grietas, deformaciones, reparaciones, desconchones, caries y sudoración. Sin embargo, no especifica cómo se debe determinar la gravedad de cada daño o cómo obtener una evaluación final de la condición de la superficie. Las referencias a la pérdida

del patrimonio vial debido al mal estado de las carreteras y a los lugares de los accidentes son poco frecuentes.

Normalmente, las características estructurales de las carreteras existentes a lo largo de la mayor parte de la ruta están en buenas y adecuadas condiciones y sólo requieren reparaciones periódicas y oportunas. Para ello, en cada caso concreto es necesario analizar el alcance del problema y la cantidad de recursos que razonablemente se pueden gastar en superar tal o cual defecto. Durante este proceso, a menudo existen alternativas que, si se evalúan adecuadamente, producirán un diseño óptimo. En este análisis, la cantidad de demanda de los usuarios de la vía es importante para poder estimar los beneficios para la comunidad y la relación entre la cantidad de beneficios y el costo del trabajo.

Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo determinar el nivel de optimización de costos con base en una revisión de libros de texto, investigaciones, literatura y pautas y métodos internacionales para determinar el índice de condición superficial para el tratamiento de superficies.

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema General

¿Cómo se realizará la evaluación de la metodología Slurry Seal para la optimización de costos en mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo se analizará la estructura del pavimento para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023?
- ¿Cómo se determinará la condición de vías no pavimentadas o sin carpeta de rodadura para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023?
- ¿Cómo se determinará la adecuada aplicación de la metodología Slurry Seal para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023?

1.3 Formulación del objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo General

Realizar la evaluación de la metodología Slurry Seal para la optimización de costos en mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco - 2023.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar la estructura del pavimento para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco - 2023.
- Determinar la condición de vías no pavimentadas o sin carpeta de rodadura para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.

- Determinar la adecuada aplicación de la metodología Slurry Seal para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.

1.4 Justificación

Con la presente investigación se busca dar el mantenimiento adecuado a las carreteras ya que es de vital importancia comprender los distintos aspectos económicos con respecto al tiempo, a la duración, frecuencia y calidad del mantenimiento para garantizar la longevidad de la vía. El papel del ingeniero es vital para garantizar que las carreteras estén bien mantenidas, ya que requiere toma de decisiones innovadoras que cumplan con los criterios de desarrollo sostenible, optimizando costos para garantizar la calidad de vida de la comunidad y la ciudad. Las exigencias de costes que supone mantener rutas de bajo tráfico han llevado al desarrollo de diversos procesos y equipos operativos nuevos, fiables y eficientes, que garantizan un mejor servicio y accesibilidad a los usuarios

1.5 Limitaciones

En cuanto a las limitaciones de la investigación, se identificaron las siguientes: limitación temporal, limitación geográfica, objeto de estudio y variables de investigación.

1.6 Formulación de hipótesis general y específica

1.6.1 Hipótesis General

La evaluación de la metodología Slurry Seal influye significativamente para la optimización de costos en mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.

1.6.2 Hipótesis Especifico

- La estructura del pavimento influye significativamente para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.
- La condición de vías no pavimentadas o sin carpeta de rodadura influye significativamente para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco - 2023.
- La adecuada aplicación de la metodología Slurry Seal influye significativamente para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.

1.7 Variables

1.7.1 Variable independiente

Slurry Seal

1.7.2 Variable dependiente

Costos de mantenimiento

1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1
Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente Slurry Seal	Estructura del pavimento	Diseño de carpeta asfáltica	Cuantitativa	Discreta
		Compactación de suelo		
	Vías no pavimentadas o sin carpeta de rodadura	Morteros asfálticos		
		Emulsiones asfálticas		
Variable dependiente Costos de mantenimiento	Deterioro en la vida útil de una vía	Fases de deterioro	Cuantitativa	Discreta
		Costos de mantenimiento a vías no pavimentadas		
	Conservación de vías	Tipos de tratamiento		
		Tipos de fallas		

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Gutiérrez (2018), en su tesis titulado: “*Planificación y gestión de infraestructuras - Gestión de carreteras no pavimentadas*”, publicado por la Universidad politécnica de Madrid, Las carreteras son uno de los factores más importantes en el desarrollo económico y social de un país, en muchos países son la principal forma de comunicación, por lo tanto, siguen siendo de gran importancia para cualquier país en desarrollo, ya que la red de carreteras sin duda es indispensable. existir. las necesidades más importantes del mundo moderno. Hay muchos documentos que confirman el gran interés que suscita el tema de los caminos de tierra en todo el mundo. Las Américas son la región que más ha contribuido a esta literatura en términos de conocimiento y aplicaciones. Por lo tanto, la gestión del pavimento en vías no pavimentadas es una de las funciones más importantes en las organizaciones que operan este tipo de infraestructura, ya que su principal tarea es tomar e implementar las decisiones necesarias en relación con el mantenimiento de la vía, incluso si la vía está sin pavimentar, de tal manera que cumpla, en la mayor medida posible, con los límites de desgaste permisible establecidos. En términos más generales, un sistema de gestión de pavimentos es un conjunto de procesos y herramientas que ayudan a las organizaciones de gestión de carreteras a aplicar opciones de mantenimiento técnica y económicamente óptimas en el corto y mediano plazo mediante el establecimiento de programas de mantenimiento anuales y/o

plurianuales. Esta tesis de maestría analiza modelos de daños en carreteras no pavimentadas desarrollados con las herramientas analíticas del software especializado HDM-4, utilizando enfoques tanto económicos como de ingeniería.

Coy (2018), en su tesis titulado: “*Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52a a 53c comparando los métodos VIZIR Y PCI*”, publicado por la Universidad Militar de Granada, se propuso evaluar superficialmente el estado del pavimento flexible utilizando las metodologías de PCI y VIZIR. El enfoque de la investigación fue aplicado y descriptivo, y se seleccionaron como objeto de estudio las vías ubicadas entre las carreteras 52a y 53c. Los datos se recolectaron mediante fichas de observación. Los resultados obtenidos indicaron que, según la metodología PCI, la calidad de la vía fue evaluada en 0.65, clasificada como buena, mientras que con el método VIZIR se obtuvo una calificación de dos, también correspondiente a un pavimento en buen estado. Se concluyó que las reparaciones necesarias para mejorar las condiciones del pavimento debían complementarse con la auscultación y la detección de fallas estructurales.

Amaya y Rojas (2018), en su tesis titulado: “*Análisis comparativo entre metodologías VIZIR y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá*”, publicado por la Universidad Santo Tomás, se propusieron desarrollar un análisis comparativo utilizando las metodologías

VIZIR y PCI en un conjunto específico de vías. El enfoque de la investigación fue aplicado, con un diseño no experimental, y se seleccionaron las calles de las vías 26 y calle 93a como objeto de estudio. Los datos se recolectaron mediante una ficha de observación. Los resultados obtenidos indicaron que, según la metodología PCI, la calidad de las vías se evaluó en 0.45, mientras que con la metodología VIZIR se obtuvo una calificación de un punto. Los autores concluyeron que las fallas observadas en las vías presentaban características de "piel de cocodrilo" y fallas longitudinales, lo que sugiere un mantenimiento deficiente por parte de la entidad municipal.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Saldaña (2018), en su tesis titulado: *“Rehabilitación y mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre - Puerto Palmeras - Ayacucho”*, publicado por la Universidad de San Martín de Porres, donde la investigación actual gracias al uso de material de lodo estampado en diciembre, Badenes y Serwerase (obras de arte) son proporcionadas por una guía práctica para aumentar la vida útil de una moción baja a un nivel de nivel. Aprobación, reducción de los costos de mantenimiento. La tesis y el proyecto se denominan rehabilitación y mejora del bajo tráfico en el nivel de la superficie de Canayre - Puerto Palmeras - suspensión Ayacucho, enfocándose en garantizar soluciones rápidas, económicas y duraderas. Firme con el medio ambiente en mejorar el camino; Una gran cantidad de carreteras ubicadas en el área de Kanair se confirma por un bajo presupuesto especificado en la región; La lluvia y los sistemas de drenaje malos empeoran rápidamente estos caminos. A partir de los resultados

obtenidos se han desarrollado obras que contribuirán a revitalizar el tramo Canaire - Puerto Palmeras, mejorando sus características como el pavimentado, además de añadir acequias, alcantarillas, plataformas de transición, así como señales de información y advertencia.

Arévalo (2022), en su tesis titulado: “*Diseño estructural de pavimento con Slurry Seal De La Avenida Martínez de Compañón, Sullana - Piura*”, publicado por la Universidad Cesar Vallejo, este estudio es de naturaleza no experimental y descriptivo, todos los sujetos de este estudio se encuentran ubicados a más de 2 km de la Avenida Martínez de Compañón, Sullana – Piura; Muestreo de 23 manzanas a lo largo del área de intervención. Para desarrollar la investigación se han desarrollado estudios preliminares tales como: Investigación de mecánica de suelos, Investigación de Topografía, Investigación de Tráfico y Presupuesto de Construcción; Como herramientas de investigación se utilizan archivos, resultados de análisis de suelos de laboratorio, cuadernos topográficos, estaciones totales, archivos MTS, hojas de cálculo, tablas, diagramas y fórmulas. Los resultados de la investigación muestran que la sección transversal tiene un relieve plano, sin relieve claro y el CBD del suelo es 19,55. Para finalizar el diseño, se acordó que el paquete de diseño estructural, tomando en cuenta las características del camino y las condiciones climáticas de la zona, sea el siguiente: COMPUTADORA 2 cm - BASE DE GRANO 20 cm - BASE DE GRANO 20 cm.

Ortiz (2018), en su tesis titulado: “*Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay*”, publicado por la Universidad Tecnológica De Los Andes, su principal objetivo fue determinar el porcentaje óptimo de cal agregada al suelo de las parcelas Molinopata y Santo Domingo durante la urbanización de San Luis de la ciudad de Abancay, para luego aplicarla como sustrato estabilizador, de modo que este tipo de suelo ser estable. Como parte de la construcción de pavimentos, la relación óptima de cal se logra mediante pruebas de laboratorio y métodos recomendados en los lineamientos del Ministerio de Transporte, normas CE. 010 y otras normas aplicables, se ha encontrado que comparar suelos calcáreos con suelos en su estado natural reduce la plasticidad y las tasas de expansión. Por tanto, un contenido de cal del 8% es suficiente para estabilizar el suelo experimental y cumplir con los requisitos establecidos en la normativa técnica de MTS.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Pavimentos

Concepto de mecánica de suelos:

Dependiendo de dónde provengan, los suelos tienen una variedad de características diferentes, que incluyen textura, estructura y consistencia. La uniformidad, finura y distribución de cada tamaño de grano en el suelo se conocen como textura. Por otro lado, la estructura tiene que ver con la disposición general de las partículas del suelo y está directamente relacionada con las características físicas y la textura del suelo. La fuerza cohesiva, por otro lado, mide qué tan bien se adhieren las partículas del suelo, así como la

resistencia a las fuerzas externas que podrían separar o deformar las masas de suelo. La consolidación en la mecánica de suelos se refiere a la capacidad del suelo para resistir el corte y es crucial al diseñar estructuras cohesivas basadas en suelos como cimientos, terraplenes o muros de contención (Reategui, 2013).

Las características capilares de la estructura del suelo. Los poros más grandes entre los aglomerados pueden moverse rápidamente debido a las capacidades de agua específicas que existen en ellos (Kruse, 2016). La gravedad y la gravedad molecular son las dos fuerzas principales que gobiernan el movimiento del agua dentro del suelo y la roca. El agua se filtra en el suelo, se profundiza, se extiende horizontalmente y luego vuelve a emerger como arroyos, pantanos o ríos debido a la fuerza de la gravedad.

Pero se podría sugerir usar una barrera para el cabello. Para romper la red capilar en la transición del suelo a los elementos estructurales, esta operación consiste en insertar una capa de material entre la cimentación y el suelo. Puede ser hormigón o grava de baja calidad (Fernández, 2008)

Según Ryczkowsky (2015), un material es elástico si puede comprimirse o estirarse antes de volver a su forma y tamaño original. Esto es cierto a menos que el material se deforme permanentemente por la aplicación o el impacto. Casi todos los materiales tienen cierto grado de flexibilidad y las formas geométricas agregan flexibilidad adicional, lo que contribuye a la versatilidad del objeto. Por otro lado, la relación entre tensión y deformación está representada por el módulo de elasticidad, que se puede calcular para cualquier material sólido. A la luz de esto, los coeficientes de compresión y elasticidad

en mecánica de tierras cumplen con los requisitos que se indican a continuación.

Las cargas de compresión que actúan sobre la superficie del suelo pueden provocar deformaciones plásticas, elásticas y de compresión. Con un pequeño cambio en la porosidad, la deformación elástica provoca el pandeo lateral, lo que permite que el material se recupere cuando se elimina la tensión.

La cantidad a la que se reduce el volumen de un trozo de suelo cuando se aplica una carga se conoce como capacidad de compresión. En suelos gruesos, donde hay pocas interacciones entre las partículas, este fenómeno es mínimo; sin embargo, a medida que aumenta la cantidad de partículas finas, también aumenta su prevalencia. Los suelos de grano fino que contienen materia orgánica son los más fáciles de compactar. Por ejemplo, la grava y la arena son virtualmente incompresibles, mientras que la arcilla húmeda es altamente compresible y puede encogerse dramáticamente cuando se compacta, permitiendo que la humedad y el aire escapen. Según la clasificación de la compactación del suelo, se puede categorizar como baja compresibilidad (LL menor a 30), mediana compactación (LL 30 a 50), o alta compactación (LL mayor a 50) dependiendo del punto de fusión.

Se dice que un material es transparente si contiene huecos y hendiduras a lo largo de toda su longitud. Por supuesto, tales vacíos ocurren no solo en roca granular saludable, incluido el concreto, sino también en todos los suelos. Todos estos materiales tienen propiedades de permeabilidad al agua, por lo que el flujo de agua a través de arena u hormigón puro depende de la extensión (Garibai, 2006).

Los estudios prácticos y operativos han revelado que una variedad de variables, incluidas las fracciones, el tamaño y la distribución de las partículas, la saturación y la estructura, pueden tener un impacto en la permeabilidad del suelo, la capacidad de mover el agua bajo presión, y las propiedades capilares. Es obvio que la cantidad de compactación afecta la permeabilidad del suelo. Esto es para que el tamaño de los poros del suelo pueda verse directamente afectado (Garibay, 2006). Cada uno de estos tres suelos se puede dividir en dos grupos según sus características. Si es menos del 50%, eso es una hora. Para suelos de baja o media compactación, se agrega L (baja compactación) al símbolo general.

Los estudios de clasificación y caracterización de suelos son útiles para obtener información sobre las propiedades generales del suelo, así como para evaluar su vulnerabilidad mediante tratamientos de recuperación y propiedades aptas para el relleno (Capote, 2010). En pocas palabras, los suelos de grano fino pueden estar en diferentes estados dependiendo de su contenido de humedad. Cuando se agrega agua al suelo seco, se absorben las partículas individuales cubiertas por una capa de agua. A medida que se agrega más agua, las moléculas de agua se acumularán y harán que las partículas del suelo se adhieran más fácilmente. Si continúa agregando agua hasta que la tierra y el agua se mezclen, la tierra fluirá como un líquido. (Capote, 2010) El suelo ha pasado así por una serie de estados distintos comenzando por el estado sólido, incluyendo sólido, semiplástico, plástico, líquido viscoso y suspendido en líquido.

El índice de rendimiento, que se determina restando el punto de rendimiento del punto de rendimiento, es una medida de la capacidad de un suelo para cambiar de forma bajo carga. Puede contener mucha agua antes de pasar de un estado semisólido a un estado líquido cuando el suelo tiene un alto índice de plasticidad. Pero los suelos con mucho polvo y arcilla, o aquellos con un índice de plasticidad superior al 20%, son muy sensibles a los cambios de humedad. Cada letra tiene una descripción correspondiente (excepto Pt). Antes de clasificar el suelo, se debe determinar el tamaño de las partículas de suelo mediante tamizado u otras técnicas comparables. Este sistema también se conoce como la clasificación de Casagrande modificada. Proyecto de plataforma:

Las combinaciones de carga recomendadas para el análisis de mantenimiento, para verificar las fuerzas admisibles y para analizar las vigas de cimentación y el refuerzo, se realiza mediante el análisis de resistencia. Es la parte de un edificio o estructura que está en contacto directo con el suelo y transmite la carga de la estructura al suelo. Las columnas que soportan cargas (están frecuentemente soportadas por zapatas independientes). Por otro lado, “se utilizan cimentaciones fuertes para muros de carga y columnas, de modo que las cimentaciones aislantes quedan tan juntas que casi se tocan” (Pacompía, 2016).

La capa de suelo que soporta carga experimenta una variedad de tensiones y deformaciones relacionadas como resultado de las cargas transferidas desde la cimentación hacia ella. Estas deformaciones ocurren continuamente y juntas conducen al hundimiento del contacto suelo-cimentación” (Capote, 2010). Las

características del suelo sobre el que se construye una casa o apartamento tienen un impacto significativo en el tamaño y tipo de cimiento que se debe usar debido a la interacción entre el suelo y el cimiento. Afectan significativamente los costos operativos, así como el tiempo que lleva construir edificios y superestructuras. En resumen, el conocimiento de cimentaciones y geomecánica es esencial para construir hogares y familias con bienes inmuebles seguros y asequibles.

Capote (2010) señala que los pasos generales en el diseño de cimentaciones son:

Multiplicar por el factor de seguridad para reducir la potencia computacional final. Para la confianza más baja en las condiciones del subsuelo, se aplica el factor de confianza más alto. Evaluar el asentamiento que ocurrirá para cimientos con cargas estáticas esperadas y capacidad portante reducida. Si la liquidación es estadísticamente razonable, se calcularán comparativamente los distintos costes de forma satisfactoria. Costo por metro cuadrado de área de construcción, precio por tonelada de bienes por columna. Si existe una solución insatisfactoria para el tipo de cimentación que se ensaya, se deben buscar otras propuestas o alternativas. Aliviar la presión o las cargas sobre los soportes, mover edificios, mejorar el suelo, cambiar la profundidad de inspección y soportar la superestructura. Cimentación plana Incluyendo cimentación simple, cimentación en tira, cimentación anclada y cimentación compensada. Los cimientos profundos incluyen pozos excavados (pilotes de fondo) y varios tipos de pilotes hincados o hincados. cambio de altitud cambiar altura es la distancia desde el suelo hasta el fondo de la cimentación. Sin

embargo, se excluyen los edificios con sótanos. Según La Vallez, 2019 E-050, la rugosidad debe ser de al menos 0,80m. plataforma sobre plataforma. Si es posible, no construya en vertederos. Los rellenos sanitarios se pueden dividir en rellenos sanitarios limpios y manejables y rellenos sanitarios con contaminantes orgánicos (Agencia de Defensa, 2005).

- Relleno sanitario limpio: puede incluir suelo libre que contenga una mezcla de grava, escombros, lodo, arena, escombros de hormigón, escombros, etc., excluyendo la materia orgánica. Estos rellenos se pueden procesar presionando en diferentes capas y controlando efectivamente el proceso de compresión de acuerdo con los estándares actuales.

- Hay vertedero y materia orgánica contaminada: este tipo de material es contraproducente y no debe tomarse como excusa. Como regla general, incluyen desechos y desechos orgánicos con propiedades nocivas, que se pudren con el tiempo y dejan grandes agujeros y vacíos. Por tanto, es necesario eliminar todos los vertederos contaminados con materia orgánica antes de construir una vivienda unifamiliar o un edificio de apartamentos. Si no es demasiado profundo, es mejor no construir una casa. Las consecuencias son dañinas e incluso fatales (DoD, 2005).

Los principales efectos del aumento de la humedad del suelo provocado por la acción capilar son visibles en la superficie. Esto está asociado a altos costos, ya que la mayor parte del dinero de una vivienda se invierte en bienes inmuebles, el daño también es visible a nivel (Curotto, 2008).

El agua subterránea se puede definir como el nivel superior del agua de un acuífero donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. Los pozos

perforados en el intestino, conocidos como manómetros abiertos, se pueden usar para medir los niveles de agua subterránea. Son necesarios para perforar por debajo del nivel freático a fin de determinar la degradación y la presión negativa del suelo y el estado de los cimientos. Los niveles de agua subterránea se pueden medir con un transductor piezoeléctrico, que es una cinta métrica con un sensor en el extremo que indica el contacto con el agua. Además de medir la profundidad del agua subterránea, el instrumento también mide la piezoelectricidad y la presión intersticial en suelos saturados de agua, que son muy valiosos en ingeniería geotécnica. También se pueden utilizar otros instrumentos como líneas vibratorias, casas grandes, manómetros y transductores para medir los niveles de agua subterránea.

Características de los suelos

Los suelos presentan propiedades distintas como la textura, estructura y consistencia, las cuales varían dependiendo de su origen. La textura se refiere a la uniformidad y finura del suelo, así como a la proporción de cada tamaño de partícula presente en él. La estructura, por otro lado, se relaciona con la organización de las partículas del suelo en su conjunto y está directamente ligada a la textura y a las propiedades físicas del suelo. La consistencia, por su parte, mide la adherencia entre las partículas del suelo y su resistencia a fuerzas externas que puedan deformar o separar los agregados del suelo. La cohesión, en mecánica de suelos, se refiere a la capacidad del suelo para resistir fuerzas de corte y es especialmente importante al diseñar estructuras como cimientos, terraplenes o muros de contención en terrenos pegajosos (Reategui, 2013).

Fenómenos Capilares

La estructura del suelo "tiene las propiedades de acción capilar. H. Una capacidad específica de retención de agua que existe dentro de los agregados y permite la existencia de una migración rápida a través de los poros más grandes entre ellos" (Cruz, 2016, pág. 54).

Los dos poderes principales que controlan el suelo y el agua de las rocas son la gravedad y la gravitación molecular. La gravedad es la fuerza con la que el agua penetra en el suelo, se profundiza, se extiende en dirección horizontal y reaparece en forma de manantial, pantano o río. La gravitación molecular consiste en que las moléculas de agua se atraen entre paredes adyacentes en pequeños espacios en las rocas y el suelo, y que las moléculas de agua adyacentes se atraen entre sí. "Este signo de agua que sube por huecos y desniveles se llama tubo capilar y representa los fenómenos capilares y capilares del tubo" (Braja, 2001, pág. 121)

No obstante, se puede recomendar la colocación de una barrera anti capilar. Esta actuación "consiste en intercalar una capa de material entre la cimentación y el suelo con el fin de interrumpir la red capilar en la transición del suelo a los elementos constructivos. Esta puede ser grava o un posible hormigón de baja calidad" (Fernández, 2008, pág. 54).

Elasticidad

Un material es elástico si vuelve a su forma y tamaño original después de la compresión o el estiramiento (a menos que la aplicación o el impacto deformen permanentemente el material) (Ryzkowsky, 2015). Casi todos los materiales tienen algún grado de elasticidad y la elasticidad adicional de las formas

geométricas es parte de la flexibilidad del objeto. El módulo elástico, por otro lado, se puede calcular para cualquier material sólido y representa la relación entre la tensión y la deformación. Por lo tanto, en mecánica de tierras, la compresibilidad y el módulo elástico siguen los criterios:

Las cargas de compresión aplicadas a la superficie del suelo pueden resultar en deformaciones plásticas, elásticas y de compresión.

La deformación elástica causa pandeo lateral con poco cambio en la porosidad, lo que permite que el material se recupere cuando se elimina la tensión.

Compresibilidad

La compresibilidad se refiere al grado de reducción en volumen de un terrón de suelo cuando se somete a carga. Este fenómeno es mínimo en suelos con textura gruesa, los cuales tienen poca interacción entre partículas, mientras que aumenta en proporción a la cantidad de partículas pequeñas presentes. Los suelos de grano fino, que contienen materia orgánica, tienen la compresibilidad más alta. Por ejemplo, la grava y la arena son virtualmente incompresibles, mientras que los suelos arcillosos húmedos son altamente compresibles y pueden reducir su volumen significativamente al compactarse, permitiendo la liberación de humedad y aire. En cuanto a la clasificación de la compresibilidad, los suelos se dividen en tres clases en función de su punto de fluencia: baja compresibilidad (LL inferior a 30), media compresibilidad (LL de 30 a 50) y alta compresibilidad (LL superior a 50).

Permeabilidad

Se dice que un material es transparente si contiene vacíos e intersticios por todas partes. Por supuesto, no solo las rocas granulares saludables, incluido el concreto, sino todos los tipos de suelos tienen tales vacíos. Todos estos materiales tienen propiedades permeables, por lo que el flujo de agua a través de arena u hormigón limpio es una cuestión de grado (Garibay, 2006). Ensayos prácticos y operativos han demostrado que la permeabilidad del suelo (entendida como la capacidad de mover el agua bajo presión) y la capilaridad (entendida como la atracción o retención del agua por encima del nivel freático) pueden verse afectadas por una variedad de factores tales como: se ha demostrado que varía según el factor. Fracciones, tamaño y distribución de partículas, saturación y estructura. Claramente, la permeabilidad de un suelo en particular depende del grado de compactación. Esto se debe a que afecta directamente el tamaño de poro del suelo (Garibay, 2006).

Cada uno de estos tres tipos de suelo se puede dividir en dos grupos según sus puntos de rendimiento. Si es menor al 50%, i. H. Para suelos de baja o moderada compresibilidad, se agrega L (baja compresibilidad) al símbolo general.

Las pruebas de clasificación y caracterización de suelos son útiles para obtener información sobre las propiedades generales del suelo, así como para evaluar su capacidad para ser modificado mediante técnicas de enmienda del suelo y su adecuación como material de relleno (Capote, 2010, pág. 21). En términos simples, los suelos de grano fino pueden existir en diferentes estados dependiendo de su contenido de agua. Cuando se agrega agua a un suelo seco, las partículas individuales se cubren con una película de agua que se absorbe.

A medida que se agrega más agua, las partículas de agua se acumulan y hacen que las partículas del suelo se junten más fácilmente. Si se sigue agregando agua hasta que la tierra y el agua se mezclen, el suelo fluirá como un líquido. (Capote, 2010)

El índice de plasticidad se puede definir como la medida de la capacidad del suelo para cambiar de forma cuando se le aplica una carga, y se calcula restando el límite de plasticidad del límite elástico. Cuando un suelo tiene un alto índice de plasticidad, significa que puede retener una gran cantidad de agua antes de pasar de un estado semisólido a un estado líquido. Sin embargo, los suelos con altos contenidos de limo y arcilla, es decir, aquellos con un índice de plasticidad superior al 20%, son muy susceptibles a cambios en el contenido de humedad.

Cada letra tiene una descripción correspondiente (a excepción de Pt). Antes de clasificar el suelo, se debe medir el tamaño de las partículas del suelo mediante el tamizado u otros métodos similares. Este sistema también se conoce como la clasificación modificada de Casagrande.

Según Montejo, A. (2006), pavimento: Consiste en un conjunto de capas horizontales relativamente superpuestas, diseñadas y técnicamente construidas a partir de materiales adecuados y suficientemente compactados. Estas estructuras en capas se ubican sobre la calzada como resultado de la excavación como parte del proceso de nivelación y deben resistir las fuerzas impuestas sobre ellas por cargas repetidas de vehículos durante el período en que se diseñó la estructura de la superficie de la carretera. Según la Facultad Regional de la Universidad Tecnológica Nacional de Rosario, una acera es: una

estructura de interfaz superficial formada por una o más capas de material, fabricado o no, colocada sobre un área tratada, cuya función es permitir el movimiento de vehículos. Tenga en cuenta que el pavimento se puede revestir con muchos materiales diferentes, como piedra o madera. Sin embargo, en algunos países, el término suele asociarse con el asfalto, un material utilizado para construir calles, caminos y otros medios de comunicación. Los materiales más comunes para la construcción de pavimentos urbanos se denominan mezclas asfálticas y de hormigón, ya que tienen buenas propiedades de carga y permiten el tránsito vehicular continuo sin daños graves. En los últimos años se ha impulsado activamente el desarrollo de pavimentos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. En este sentido, cabe destacar la creación de firmes combinando asfalto con polvo de caucho obtenido a partir de neumáticos reciclados y utilizando un producto llamado noxer, capaz de absorber los contaminantes derivados de los tubos de escape de los coches.

Estructura de los Pavimentos Asfálticos o Flexibles

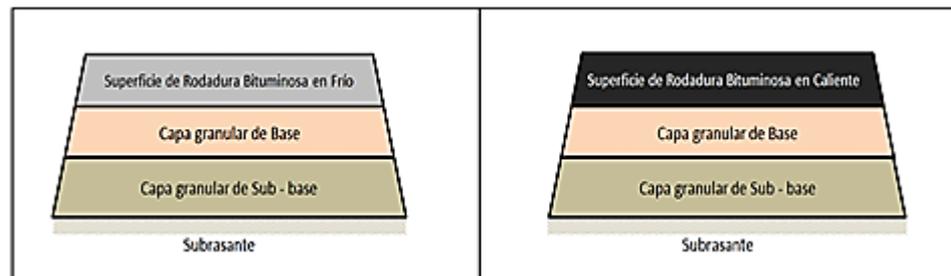
Según Montejo A. (2006). Estos están hechos de asfalto y materiales a granel. Por lo general, consisten en una capa delgada de mezcla asfáltica construida sobre una base y una capa de base, a menudo hechas de material granular. Estas capas se encuentran encima de una capa compacta de suelo llamada subsuelo.

Figura 1
Sección Transversal de una Vía



Fuente: Chumbe (2021)

Figura 2
Clasificación de Capas del Pavimento Flexible



Fuente: Chumbe (2021)

A) Sub Base

Es una capa de material de cierto espesor que soporta la base y la carpeta. Además, también actúa como capa drenante y regulador capilar del agua. Dependiendo del tipo, estructura y tamaño del revestimiento, se puede prescindir de esta capa. Esta capa puede ser de material suelto ($\text{CBR} \geq 40\%$) o recubierta con asfalto, cal o cemento.

B) Base

Esta es la capa debajo de la capa de movimiento, cuya función principal es soportar, distribuir y transferir las cargas provocadas por el tráfico rodado. Esta capa será de material drenante granular ($\text{CBR} \geq 80\%$) o recubierta con asfalto, cal o cemento.

C) Carpeta de Rodadura - Superficie de Rodadura

Se trata de la parte superior del firme de la carretera, que puede ser de asfalto (flexible), hormigón Portland (duro) o adoquines, cuya función directa es soportar el tráfico.

Capacidad Portante de la Sub-Rasante

La capacidad de carga es la capacidad del terreno para soportar la carga que se le aplica. Técnicamente, la capacidad de carga es la presión promedio máxima que el suelo puede soportar antes de que ocurra un asentamiento excesivo o una falla estructural debido al corte. La capacidad portante está determinada por las diversas propiedades mecánicas del suelo, basadas en la transferencia de carga o redistribución de la fuerza aplicada bajo esfuerzo cortante entre las diferentes partículas que componen el suelo o en este caso el sustrato. Las características más importantes para calcular la capacidad de carga incluyen el contenido de humedad, la distribución granulométrica o tamaño de grano, la clasificación del suelo y el grado de compactación.

Compactación de Suelos

Cabe señalar que la compactación del suelo es un proceso mecánico destinado a mejorar las características de comportamiento de los materiales del suelo que forman partes estructurales de carreteras, ferrocarriles o aeropuertos. La compactación del suelo también es un método de trabajo en el campo, donde

esencialmente el proceso de compactación debe realizarse en el campo para determinar qué equipo se utilizará y qué operaciones serán necesarias para lograr un conjunto específico en un tipo de suelo determinado. . propiedades mecánicas. Se sabe que existen muchas formas diferentes de comprimir materiales en el campo: amasado, presión, impacto, vibración y métodos mixtos en las categorías ya mencionadas.

2.2.2 Vías no Pavimentadas

Se trata de caminos con superficie de grava o cemento, suelo estable o terreno natural. Los caminos no pavimentados tienen una estructura que consta de una base y una subbase sobre el suelo y no tienen superficie de rodadura para soporte estructural. Este tipo de vía es una alternativa comúnmente elegida para vías de poco tránsito debido a la ventaja económica de no utilizar asfalto o materiales bituminosos para la superficie de rodadura. Sin embargo, también tienen desventajas en comparación con las carreteras pavimentadas: se desgastan fácilmente con el tráfico y no tienen una capa impermeable en la superficie exterior para ayudar a que el agua se filtre en el suelo y elimine las partículas finas de la lluvia.

Bases Mejoradas o Estabilizadas

La base mejorada o estabilizada consiste en una mezcla de tierra con cemento Portland o cal; Su estabilidad depende de la resistencia del cemento o la cal. La combinación del material con el suelo crea una rigidez sensible, de modo que la cimentación tiende a comportarse como una losa, repartiendo la carga en movimiento sobre una mayor superficie como si se tratara de una

cimentación granular; Además, el material prácticamente no se ve afectado por factores ambientales (humedad, temperatura). Sin embargo, la rigidez especificada no es muy alta, lo que permite que la subrasante se adapte a la lenta deformación de las capas subyacentes sin un agrietamiento excesivo como es el caso de los pavimentos rígidos. Por lo tanto, es un material diferente tanto de la base granular como del recubrimiento duro, y es en cierto sentido un intermedio entre ellos.

Imprimación de subrasante La imprimación asfáltica es un proceso en el que el material asfáltico diluido se aplica plano sobre una superficie que consiste en material granular sin tratar, como grava de río o base, o sobre una superficie de base sin tratar, como roca, carbón o piedra. entre otros. Teniendo en cuenta los Lineamientos de Tránsito Vial del Ministerio de Transporte (MTC), en el documento “Especificaciones Generales para la Construcción” (EG-2013), el mortero asfáltico incluye la aplicación de una mezcla de emulsión asfáltica, azúcar modificada o sin modificar y agregado pétreo encima. superficie de la carretera. Además, también estipula los requisitos para los materiales y equipos que se utilizarán para la preparación y colocación como se describe a continuación. De igual forma, para preparar y aplicar el mortero asfáltico, se prepara en la cámara de mezcla de la máquina, la cual pasa a través de la válvula de inyección del mortero hasta la caja de distribución, que será la encargada de distribuirlo uniformemente sobre la superficie. El movimiento del dispositivo será paralelo al eje de la carretera y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación precisa de la solución y una superficie uniforme. El mortero sólo debe aplicarse cuando la temperatura del aire a la sombra supere los 10 grados. Los huecos, grietas y micro fisuras

se sellan con un revestimiento asfáltico. Agregué un poco de impermeabilización.

Morteros Asfálticos

Teniendo en cuenta el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), en el documento “Especificaciones Generales para la Construcción” (EG-2013), el mortero asfáltico incluye la aplicación de una mezcla de emulsión asfáltica, azúcar modificada o sin modificar y agregado pétreo encima. superficie de la carretera. Además, también estipula los requisitos para los materiales y equipos que se utilizarán para la preparación y colocación como se describe a continuación. De igual forma, para preparar y aplicar el mortero asfáltico, se prepara en la cámara de mezcla de la máquina, la cual pasa a través de la válvula de inyección del mortero hasta la caja de distribución, que será la encargada de distribuirlo uniformemente sobre la superficie. El movimiento del dispositivo será paralelo al eje de la carretera y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación precisa de la solución y una superficie uniforme. La solución sólo debe aplicarse cuando la temperatura del aire a la sombra supere los 10°C, la superficie de la carretera esté seca y las condiciones climáticas sean favorables.

Emulsiones Asfálticas

Se crean mediante la dispersión de pequeñas micropartículas de asfalto en una matriz de agua. Según diversos estudios, las emulsiones contienen entre un 40% y un 75% de betún y a temperatura ambiente tienen una consistencia líquida que va desde fina hasta muy viscosa. Se utilizan números para representar la viscosidad de la emulsión, donde "1" significa baja viscosidad

de la emulsión y "2" significa alta viscosidad. Respecto a la dureza o dureza del asfalto residual, la letra minúscula "h" ("duro") se utiliza para indicar que el asfalto residual tiene una dureza alta, si no hay letra, el asfalto residual tiene una dureza media, si hay "H" significa que tiene una dureza muy alta, y la "s" minúscula ("blando") indica que el betún restante es mucho más blando. Existe una prueba que determina la polaridad eléctrica de las partículas de asfáltenos en una emulsión para determinar si son aniónicas cuando las partículas tienen carga negativa y catiónicas cuando tienen carga positiva. El procedimiento consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través de la emulsión utilizando dos electrodos y observar qué bolas de betún son atraídas por ella.

2.2.3 Slurry Seal

Es una mezcla de emulsión asfáltica aprobada que contiene agregados minerales, agua y aditivos específicos, mezclados en proporciones apropiadas, mezclados y esparcidos uniformemente sobre una superficie adecuadamente preparada según lo descrito por el representante autorizado del comprador. (BARRA)" (página 2). Los materiales utilizados para preparar el sellador líquido son los siguientes: a) El asfalto emulsionado deberá ser del grado (SS-1, SS-1h, CSS-1h, mezcla de craqueo rápido) especificado en (ASTM D977, D2397).; AASHTO M140, M208; AISS T 102). b) Los áridos incluyen áridos naturales o industriales (granito, escoria, caliza u otros áridos de alta calidad o combinaciones de los mismos). La arena de textura uniforme o absorción de agua inferior al 1,25% no debe exceder el 50% del peso total del árido. c) Agregado mineral, que puede ser cemento Portland, cal apagada, piedra caliza, cenizas volantes u otro agregado aprobado que cumpla con los requisitos de

ASTM D242. d) El agua debe ser potable y compatible con la mezcla. e) Se pueden utilizar aditivos para acelerar o retardar el deterioro o mejorar el acabado superficial.

Componentes de Slurry Seal

A. AGREGADOS: Según diversos estudios se han descrito tres tipos de áridos: tipos I, II y III. Se han utilizado con éxito grados más gruesos de más de 11 mm de espesor para rellenar grietas y en algunos países también se especifican agregados clasificados con o sin aditivos fibrosos.

B RESINAS MODIFICADAS: Las emulsiones de sellado asfáltico modificado a menudo contienen polímeros modificados en emulsión, pero se deben probar específicamente para determinar su compatibilidad y reactividad con el agregado utilizado. El nivel de asfalto en la mezcla depende principalmente de las condiciones de trabajo y de las propiedades adhesivas del sellador.

C. AGUA: El agua utilizada para la lechada asfáltica debe estar libre de aceites, ácidos, álcalis, materia orgánica u otros contaminantes. No utilice agua salada ni agua salobre (con mayor contenido de sal que el agua de mar salada). Se debe utilizar agua potable de calidad conocida que cumpla con los requisitos AASHTO T 26. Si la calidad del agua es un problema, siga la Tabla 2 de la Especificación AASHTO M 157.

2.2.4 Deterioro en la Vida Útil de la Vía

Según diversos estudios las aceras se deterioran continuamente debido a la influencia de diversos factores como el agua, el tráfico, la gravedad en superficies irregulares y pendientes, etc. Considerando estos factores, se

supone que influyen en mayor o menor medida en la superficie de la carretera, sin embargo, sus efectos son permanentes y eventualmente se intensifican hasta volverse intransitables. Por tanto, el mantenimiento no es una actividad que pueda realizarse en cualquier momento, sino una actividad que se prolonga en el tiempo, para evitar la influencia de factores que afectan al firme de la carretera y así encontrar los puntos adecuados y precisos. o corregir deficiencias.

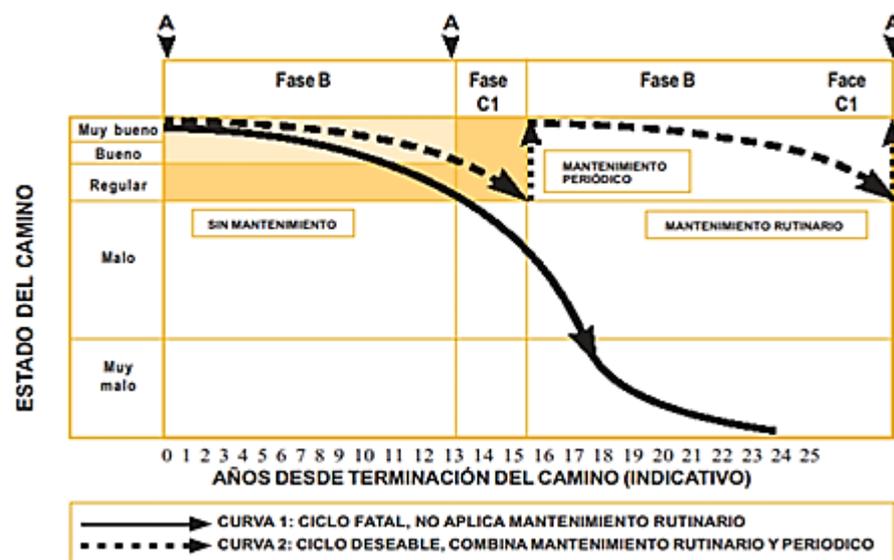
Fases de Deterioro

Según Menéndez, 2003: El ciclo de vida de un pavimento consta de cuatro fases que se describen a continuación: Fase A: Construcción: El pavimento puede estar estructuralmente sano o puede tener algunos defectos estructurales. En todo caso, se pondrá en funcionamiento inmediatamente después de finalizada la obra. Actualmente, el firme de la vía se encuentra en muy buen estado y satisface plenamente las necesidades de los usuarios. (Punto A en la Figura 3). Etapa B: La destrucción es lenta e imperceptible. Con el paso de los años, el revestimiento se desgasta y debilita gradualmente, principalmente en la superficie de rodadura. Este desgaste se produce proporcionalmente al número de vehículos ligeros y pesados que circulan sobre la superficie de la carretera, así como a la influencia del clima, la lluvia, el agua superficial y otros factores.

En la etapa B, el revestimiento permanece en buen estado y el usuario no nota ningún desgaste, aunque el número de pequeños defectos individuales aumenta gradualmente (punto B en la Figura 3). Etapa C: Desgaste rápido: después de varios años de uso, la superficie de la carretera y otras partes de la

superficie de la carretera se desgastan cada vez más; Los firmes de las carreteras están entrando en un período de rápido desgaste y la resistencia de los vehículos es cada vez peor. El daño comienza en un solo punto y se extiende gradualmente hasta alcanzar la mayor parte de la estructura del pavimento (punto C en la Figura 3). Etapa D: Descomposición completa. Esta etapa es la última de su existencia y puede durar varios años. Durante este período, la circulación de vehículos se vio gravemente obstaculizada, la velocidad del tráfico disminuyó drásticamente y la capacidad de las aceras sólo disminuyó unas pocas veces en comparación con la original.

Figura 3
Condición de una vía sin mantenimiento



Fuente: Chumbe (2021)

Frecuencia de Mantenimiento

El mantenimiento de la vía tendrá una relación irreversible con su desgaste y éste a su vez depende de muy diversos factores como el desgaste natural por el propio uso, influencias externas, falla geológica, etc. Por tanto, se deben considerar dos tipos de mantenimiento: mantenimiento programado y mantenimiento periódico. Servicio regular: el mantenimiento normal es una colección de actividades que se realizan continuamente y se realizan sistemáticos a lo largo de la carretera y circundantes, incluida la reparación de pequeños defectos en la superficie del esquí, limpiando las bandas y la transmisión de señal, mantenga el sistema de drenaje, como los surcos de limpieza, las aguas residuales de la tubería y otros que trabajan, eliminan pequeños deslizamientos de tierra, cuelgan pendientes y áreas o bordes laterales o bordes; Y se hacen muy a menudo en diferentes partes del camino. Esto debería ser prevención, y el objetivo principal es preservar todos los elementos de la carretera con un número mínimo de cambios o daños y, si es posible, mantener condiciones o condiciones similares que tenemos después de construir o rehabilitar. Úselo regularmente una o más veces al año, dependiendo de las condiciones específicas de la carretera.

Figura 4
Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario

MANTENIMIENTO RUTINARIO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	mayor o igual a 10 centímetros
Bombeo	de 2 a 3 %
Baches, encalaminados	de 0 a 10 %
Ahuellamientos, hundimientos	de 0 a 5%
Señalización	sí cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	limpias
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en buen estado

Fuente: Chumbe (2021)

Mantenimiento rutinario: definido como un conjunto de actividades realizadas durante un período de tiempo, generalmente superior a un año, cuyo propósito es prevenir daños a los objetos en movimiento y evitar que se produzcan daños o agraven los ya existentes. Defectos como agujeros, grietas, residuos y deformaciones generales. El propósito de este mantenimiento es mantener el buen desempeño de la superficie de la banda de rodadura, mantener su integridad y corregir defectos específicos importantes. También pueden incluirse actividades de respuesta a emergencias viales y socioambientales, como la remoción y rehabilitación de pequeños deslizamientos de tierra.

Figura 5
 Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	de 5 a 10 centímetros
Bombeo	menor a 2%
Baches, encalaminados	de 10 a 40 %
Ahuellamientos, hundimientos	de 5 a 15%
Señalización	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	limpias a medianamente colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en estado bueno a regular

Fuente: Chumbe (2021)

2.2.5 Conservación de Vías

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, conservar significa mantener algo o hacerlo perdurar, así como conservar algo con cuidado. Así, mantenimiento de carreteras conserva el mismo significado, pero su aplicación tiene un significado mucho más amplio. Es por eso que nos gusta determinar el comportamiento de las carreteras es un conjunto de acciones necesarias para mantener o mantener el camino y, por lo tanto, cada uno de sus factores en la mejor condición de movimiento. El automóvil es similar a las características iniciales de la clase geométrica y el salto que tuvo cuando lo construyó, o el estado final que logró después de poder mejorar a tiempo. Las carreteras también son un costo importante del patrimonio para todos y en cualquier país desde el costo de los proyectos de infraestructura vial; En Perú, tenemos un Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), clasificamos y descentralizamos la red de carreteras.

Asimismo, son responsables de los diferentes niveles de gobierno, por ejemplo, el gobierno nacional a través de las Provias Nacional es responsable de la red vial nacional y las autoridades locales, autoridades regionales, autoridades regionales a nivel provincial y distrital son responsables de las redes viales o regionales., así como la correspondiente red de distritos o aldeas, a través del descentralizado Provias y el Instituto Provincial del Azúcar (IVP). Por lo tanto, si el patrimonio no se conserva adecuadamente, existe el riesgo de una destrucción grave, lo que provocará una pérdida de transportabilidad y valor. La gestión vial, como todo proyecto de infraestructura a cargo del Estado peruano, consta de las siguientes etapas o etapas:

- Fase de Preinversión: Esta fase incluye los estudios de diseño, de donde surgen las siguientes fases: documentos, estudio de factibilidad de reinversión, estudio de factibilidad con diseño preliminar, conduce al estudio de factibilidad del proyecto y finalmente al diseño constructivo, es posible realizar una solución alternativa denominada proyecto de pre construcción. Ambas alternativas son intercambiables y útiles en la siguiente fase del proyecto.
- Inversión: incluye renovación, modernización y nueva construcción de proyectos.
- Costos de mantenimiento u operación: incluye todos los trabajos de mantenimiento de la vía. Se trata de una fase dedicada a la protección del patrimonio viario y requiere un seguimiento o supervisión continuos de las operaciones viales para permitir la programación de algo más que las habituales tareas rutinarias de conservación o trabajos de mantenimiento específicos. restauración o adiciones necesarias para lograr este objetivo, pero

también transmitir esta información a un centro centralizado para su uso en apoyo a la evaluación de los planes de protección de carreteras. El mantenimiento o conservación de carreteras incluye una serie de obras e instalaciones que se realizan de forma continua o permanente en las vías que conforman la red viaria. Para realizar los trabajos de mantenimiento vial se requiere un presupuesto anual, el cual se realiza a través de contratos con terceros o gestión directa de la empresa, y el propósito del mantenimiento vial es siempre mantener el nivel inicial de mantenimiento vial. Como se mencionó anteriormente, en el sector público, los gastos de conservación corresponden a la clasificación presupuestaria recurrente y deben corresponder al volumen de demanda previsto calculado sobre la base de la experiencia departamental y de los empleados. Asumir la responsabilidad directa del trabajo. o elementos de diseño.

Algo relacionado con las actividades que crean un camino que no requiere introducción a la inversión, ya que están previendo o reduciendo el trabajo de disminución y hasta el nuevo comienzo del nuevo comienzo, su disminución, ajuste, para que no continúen o desarrollen, Pero los requisitos de programación sistemáticos, porque de esta manera, nos permitirá apoyar los costos necesarios.

Tipos de tratamiento

En este caso, los tipos de tratamiento se concentran, teniendo en cuenta el tratamiento de la superficie, por ejemplo, cualquier acción para proporcionar a la superficie de la carretera algunas propiedades de la superficie, sin pretender que aumente. Dependiendo del número de riegos se dividen en: simples y múltiples.

2.2.6 Costos en Vías

Los costos viales son todos los costos normalmente necesarios para la construcción de carreteras, calculados sobre la base de normas de horas-hombre para materiales, recursos, suministros y servicios de todos los involucrados en la construcción de carreteras, incluidos los costos previos a la construcción. . y su propio desempeño.

Costos de Ejecución de Vías

Los costos de construcción de carreteras se calculan con base en precios unitarios de acuerdo con los ítems necesarios para completar el proyecto, incluyendo:

Costos indirectos: son los costos y ganancias totales del contratista, es decir, la persona física o jurídica contratada por otra organización o persona física para realizar proyectos de infraestructura vial.

Costos directos: Son todos los costos asociados a los distintos rubros (enumerados y cuantificados) necesarios para la construcción de infraestructura vial; donde se tienen en cuenta los siguientes puntos.

- Trabajo: Los esfuerzos físicos y mentales para elaborar un producto se denominan trabajo. Este término también se utiliza para referirse al coste de esta obra, es decir, al precio pagado.

- Análisis de Precio Unitario: APU (Análisis de Precio Unitario) es un análisis financiero que proporciona valor antes de tomar acciones que constituyan una inversión económica.

Costos de Operación

Los costos operativos o costos de producción son los costos necesarios para mantener el diseño, el equipo y la operación de la línea de producción. Los costos operativos tienen dos características contrastantes que a veces no se comprenden bien en los países en desarrollo. Primero, para producir bienes hay que gastar; Esto significa crear costos. La segunda característica es que los costos deben mantenerse lo más bajos posible y eliminar los costos innecesarios; Sin embargo, esto no significa reducir o eliminar muchos costos. Al analizar la importancia de los costos de producción en los países en desarrollo, otro aspecto que es necesario considerar respecto de esta estructura de costos es que los cambios en los precios de venta tendrán un impacto directo en las ganancias brutas porque la ganancia bruta es el balance. entre los ingresos (principalmente de las ventas) y los costos de producción. Por lo tanto, un aumento o cambio en el precio de venta a menudo se considera la variable más importante (junto con los costos de las materias primas), especialmente cuando ocurren grandes fluctuaciones de precios.

2.2.7 Costos de Mantenimiento

Cabe señalar que, para tomar decisiones con base en la estructura de costos, y teniendo en cuenta que una de las principales tareas del administrador será minimizar costos, es importante conocer sus componentes. Por tanto, los costos se pueden dividir en dos categorías: costos directamente relacionados con las actividades de mantenimiento y costos relacionados con las pérdidas de producción. También se tienen en cuenta los gastos de manutención totales, ya que es la suma de cuatro gastos:

- Costos Fijos
- Costos Variables
- Costos Financieros
- Costos De Fallo

2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

Pavimento: Una estructura superficial diseñada y construida en carreteras u otras áreas de tráfico vehicular para proporcionar resistencia, comodidad y seguridad a los usuarios. (Loayza y Benites, 2019).

Vías no pavimentadas: Vías de tráfico que no tienen una capa superficial de pavimento. Estas vías pueden estar compuestas simplemente de suelo natural o grava, sin ningún revestimiento asfáltico o de concreto. (Loayza y Benites, 2019).

Carpeta de rodadura: La capa superior del pavimento que está en contacto directo con las ruedas de los vehículos. Esta capa está diseñada para resistir el desgaste causado por el tráfico y proporcionar una superficie lisa y segura para conducir. (Peraza, 2016).

Suelo: Material natural compuesto por minerales, partículas orgánicas y agua. En ingeniería civil, el tipo y la calidad del suelo son fundamentales para determinar la viabilidad de la construcción. (Peraza, 2016).

Mortero asfáltico: Una mezcla de asfalto, arena y/o agregados finos utilizada en la construcción y reparación de pavimentos. El mortero asfáltico se utiliza para rellenar grietas y baches en carreteras, proporcionando una superficie uniforme y duradera. (Loayza y Benites, 2019).

Emulsiones asfálticas: Una mezcla homogénea de asfalto y agua, estabilizada mediante agentes emulsionantes. Estas emulsiones se utilizan en aplicaciones de pavimentación y mantenimiento para unir capas de pavimento, sellar superficies y mejorar la resistencia al agua del pavimento. (Becerra, 2012).

Slurry Seal: Un tipo de tratamiento de superficie que consiste en una mezcla de emulsión asfáltica, agregados finos y agua, aplicada sobre la carpeta de rodadura existente. La Slurry Seal se utiliza para mejorar la textura y el

rendimiento del pavimento, prolongando su vida útil. (Loayza y Benites, 2019).

Costos: Los gastos asociados con la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras. En ingeniería, los costos son considerados cuidadosamente para asegurar la viabilidad económica de los proyectos y garantizar un uso eficiente de los recursos financieros. (Becerra, 2012).

Deterioro: El proceso gradual de desgaste, daño o pérdida de calidad en las estructuras o materiales debido a factores como el clima, el tráfico vehicular y el envejecimiento. Los ingenieros evalúan el deterioro para desarrollar estrategias efectivas de mantenimiento y reparación. (Peraza, 2016).

Mantenimiento: Las actividades planificadas y ejecutadas regularmente para preservar, reparar y mejorar las condiciones de las infraestructuras. El mantenimiento es esencial para garantizar la seguridad y durabilidad a largo plazo de carreteras, puentes y otras estructuras. (Peraza, 2016).

Mantenimiento rutinario: Actividades de mantenimiento regulares y periódicas que se realizan de manera frecuente para abordar problemas menores y prevenir daños mayores. Esto incluye tareas como limpieza, reparación de baches y reemplazo de señalización. (Becerra, 2012).

Mantenimiento periódico: Actividades de mantenimiento programadas a intervalos específicos para abordar el desgaste natural y prolongar la vida útil de las infraestructuras. Esto implica inspecciones detalladas, reemplazo de componentes y renovaciones estructurales periódicas. (Peraza, 2016).

Asfalto: Un material viscoso y pegajoso derivado del petróleo crudo, utilizado como aglutinante en la construcción de pavimentos y techos. El asfalto se mezcla con agregados para crear mezclas asfálticas que se utilizan en la construcción de carreteras, aeropuertos y otras superficies de tráfico vehicular. (Loayza y Benites, 2019).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Población y selección de la muestra

3.1.1 Población

En la tesis se tomó como población expedientes técnicos y recopilación de informes sobre evaluaciones superficiales para pavimentos básicos o tratamientos superficiales.

3.1.2 Muestra

La presente muestra será de tipo no probabilista ya que no se realizó un muestreo general a una población, se partió de la recopilación de datos locales e informes locales, a partir de ello se sacó las metodologías de evaluaciones superficiales para pavimentos básicos en la ciudad de Huánuco y se realizó el análisis de los datos para la presente tesis.

3.2 Nivel, tipos y diseño de investigación

3.2.1 Enfoque

La tesis será de carácter **cuantitativo** ya que se buscará cuantificar el costo de mantenimiento en un determinado periodo de tiempo empleando la metodología tradicional y la metodología Slurry Seal según las normas nacionales, para posteriormente realizar un análisis comparativo y así poder determinar cuál método es el más óptimo.

3.2.2 Alcance o nivel

El nivel de la investigación fue **descriptivo**, ya que en este trabajo se buscó especificar las características de las diferentes metodologías de evaluación superficial para pavimentos básicos tanto la tradicional como la metodología Slurry Seal según las normas nacionales.

3.2.3 Diseño

El diseño de la investigación fue **no experimental y transversal**, ya que no se puede manipular o modificar la variable independiente. Retrospectivo, ya que se cuenta con información previamente desarrollada. Además, se mostró transversal, debido a que el instrumento de recolección de datos se aplicó en una sola ocasión para recopilar información de campo válida para la investigación.

3.3 Métodos, técnicas e instrumentos

3.3.1 Para la recolección de datos

La principal técnica para la recolección de datos que se empleó en esta tesis fue la observación se partirá desde la observación de los problemas de los pavimentos y las metodologías en el Perú y la ciudad de Huánuco, como fuentes secundarias incluyen libros de texto del Ministerio de Transporte, tesis doctorales previas sobre el tema, libros internacionales y libros de texto de países como Estados Unidos y artículos de investigación. Estos artículos se utilizarán para proporcionar un marco teórico general, así como para desarrollar una tesis sobre el análisis de métodos internacionales de evaluación de superficies para determinar qué métodos se pueden aplicar en el Perú.

3.3.2 Para la presentación de datos

En este proyecto se utilizó como herramienta para la presentación de los resultados hojas de cálculo, los datos fueron procesados para en análisis de los ensayos de laboratorio en Microsoft Excel. Esto permitió crear tablas de frecuencia y diversos diagramas para organizar la información. Además, se contempla el uso de las hojas de cálculo para cuantificar las fallas y métodos de cálculo del indicador final.

3.4 Procedimiento

Para la búsqueda inicial en libros, manuales, artículos y estudios diversos, la búsqueda en la base de datos se realizará utilizando las siguientes combinaciones de las palabras "pavimento básico", "tratamiento de superficie", "pavimento de bajo tráfico", "índice de pavimento", "defectos de superficie", "servicialidad", tanto en español como en inglés. Luego de encontrar las fuentes, se seleccionarán aquellas que tengan métodos completos para determinar el índice de condición de la superficie del lado de la superficie de la carretera principal. A continuación, se explicarán los detalles de cada proceso, se realizarán comparaciones a nivel de los tipos de daños considerados, la cuantificación de los daños y el cálculo del índice final, así como la clasificación y rango de indicadores específicos. Finalmente se seleccionará el método más adecuado para aplicar al caso de estudio peruano, el cual ha sido evaluado mediante otro método como PCI, para analizar y validar este método.

3.5 Consideraciones éticas

Esta investigación es netamente de autoridad de los tesistas, en esta investigación se revisó diversas fuentes de donde se obtuvo la información necesaria para desarrollar este trabajo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Procesamiento de datos

4.1.1 Análisis y diagnósticos de la situación actual

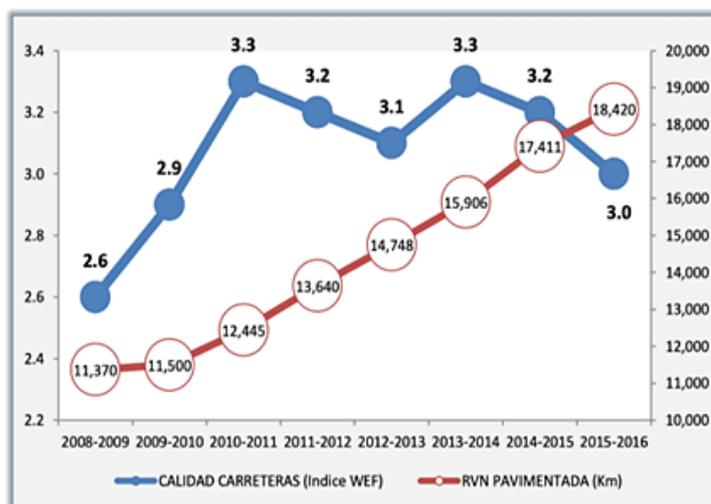
Se partirá primeramente de recolectar los datos de los antecedentes viales, en donde se puede constatar que tenemos un 30% de vías sin pavimentar respecto a las redes de vías nacionales.

Figura 6
Situación de vías no pavimentadas

SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS - SINAC

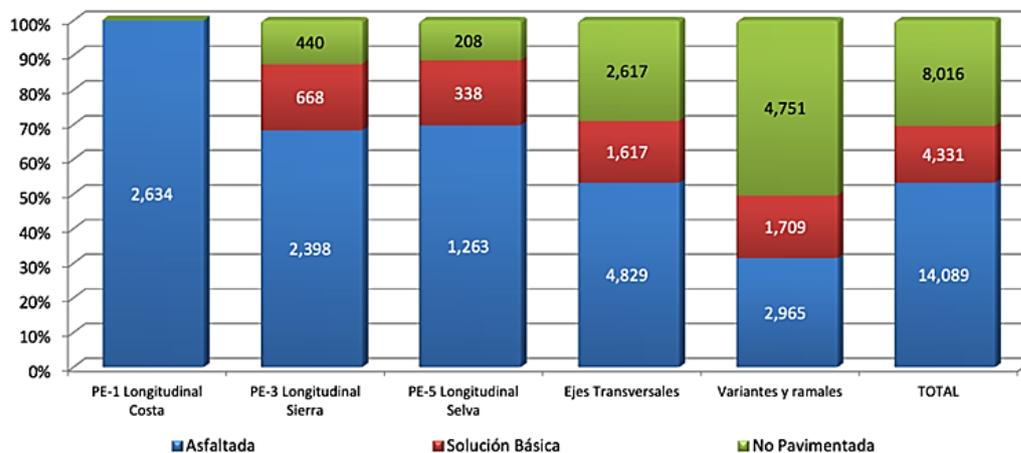
RED VIAL	PAVI- MEN- TADO	%	NO PAVI- MEN- TADO	%	RED VIAL EXIS- TENTE	%
RV NACIONAL ^{1/}	18.420	69,7	8.016	30,3	26.436	15,9
RV DEPARTAMENTAL	2.430	9,7	22.582	90,3	25.012	15,1
RV VECINAL ^{2/}	1.925	1,7	112.741	98,3	114.665	69,0
TOTAL (Km)	22.775	13,7	143.339	86,3	166.114	100,0

Elaborado por PVN-OPEL. Fuente: IVB 2010, MTC-OE-OGPP
^{1/} Red Vial Nacional actualizada a Dic 2015
^{2/} Información a Dic 2014 de RVD Y RVV (61.278 Kilómetros de RVV existente en proceso de formalización)



Fuente: Provias Nacional

Figura 7
Distribución porcentual de Vías



Fuente: Provias Nacional

Para la recolección de datos se empleó las siguientes herramientas:

- Manual de diseño.
- Tablas de diseño.
- Análisis de precios unitarios (APU) e insumos de CAPECO.
- Normas de Diseño de vías de bajo volumen de tránsito.
- Hojas de cálculo de presupuesto.
- Pruebas de canteras.
- Ensayos de laboratorio

4.1.2 Procesamiento de resultados

Luego de investigar los usos del mortero asfáltico Slurry Seal según las normas nacionales utilizadas para preservar las superficies de rodadura; En el caso de superficies de suelo granular o natural, crea una capa impermeable y resistente a la humedad, por lo que la aplicación de Slurry Seal en caminos no pavimentados (sin superficies laminadas) asegura la optimización de costos al

reducir la frecuencia de mantenimiento. es necesario mantener el camino en buenas condiciones. Por lo tanto, se puede concluir que el uso de espesadores de lodos ayudará a optimizar los costos de operación al reducir la frecuencia de servicio. Es importante señalar que un diseño adecuado del pavimento reducirá la frecuencia del mantenimiento y al mismo tiempo optimizará los costos de mantenimiento. También observamos que las condiciones de la carretera sin una superficie de rodadura afectarían negativamente esta optimización de costos y finalmente descubrimos que la aplicación correcta del sellador en suspensión aumentaría el tiempo durante el cual ocurre la fase de deterioro.

Índice de Vías no Pavimentadas en la Red Vial Nacional

Se realizó la recolección de datos de las vías pavimentadas en kilómetros, en donde se obtuvo que aproximadamente el 34% de vías se encuentra en estado de afirmado y el 66% de las vías se encuentran no afirmadas a nivel del suelo natural.

Tabla 2
Situación de kilometraje de vías no pavimentadas según condición de afirmado

No pavimentada			
Afirmada		No afirmada	
cantidad	%	cantidad	%
41,126.21	34%	80,847.59	66%
total (100%)			
121,973.80			

Fuente: elaboración propia

Media de Costos de Mantenimiento en Vías no Pavimentadas

En caminos no pavimentados, en este caso pavimentados con materiales granulares, la capacidad de servicio se puede medir basándose en varios controles como la pendiente, la rugosidad y el espesor de la capa superficial.

Los tratamientos deberán utilizarse juntos. El cual comprende:

- Mantenimiento manual rutinario
- Mantenimiento mecánico rutinario
- Mantenimiento periódico

Tabla 3

Costos medios de mantenimiento para vías no pavimentadas con material granular convencional

Mantenimiento granular convencional	
tipo de mantenimiento	costo / Km (S/.)
mantenimiento rutinario manual	S/ 13,826.90
mantenimiento rutinario mecanizado	S/ 14,191.12
mantenimiento periódico	S/ 50,846.20
total	S/ 78,864.22

Fuente: elaboración propia

Media de costos de mantenimiento en vías no pavimentadas con Slurry Seal

Con el recubrimiento Slurry Seal, una vez pintado o rehabilitado, la superficie se imprima con emulsión asfáltica y sellador de lodo. En consecuencia, es aplicable a las reparaciones realizadas; control de grietas, agujeros, ranuras, textura superficial, rugosidad y deflexión, garantizando niveles de servicio adecuados en función del coste por kilómetro; El resultado final es una superficie de conducción suave y uniforme donde las correcciones y los controles son imposibles.

Tabla 4
Costos medios de mantenimiento para vías no pavimentadas con Slurry Seal

Mantenimiento por Slurry Seal	
tipo de mantenimiento	costo / Km (s/.)
Slurry Seal	S/ 105,120.40
Mantenimiento Manual	S/ 10,704.30
total	S/ 115,824.70

Fuente: elaboración propia

4.1.3 Análisis de los resultados

Situación de kilometraje de vías no pavimentadas según condición de afirmado

Se realizó una previsión de coste por kilómetro en 12 años. Cada intervención en ambos tratamientos debe realizarse para mantenerlo. Por ello, consideramos los siguientes tipos de mantenimiento.

Tabla 5
Frecuencia de mantenimiento para vías no pavimentadas con material granular convencional

Mantenimiento granular convencional	
mantenimiento rutinario manual	2 veces al año
mantenimiento rutinario mecanizado	permanentemente
mantenimiento periódico	cada 4 años

Fuente: elaboración propia

Tabla 6
Frecuencia de mantenimiento para vías no pavimentadas con Slurry Seal

Mantenimiento por Slurry Seal	
mantenimiento rutinario manual	permanentemente
Mantenimiento periódico	cada 4 años

Fuente: elaboración propia

Para periodos fijos obtenemos las siguientes tablas para un periodo de 12 años, utilizando esta tabla obtenemos la diferencia S/ 215,235.48, muestra que tratar la superficie con la metodología Slurry Seal a lo largo del tiempo es más

rentable que el tratamiento granular convencional. Ayuda a optimizar costos en caminos no pavimentados.

Tabla 7

Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas para un periodo de 12 años según frecuencia de mantenimiento

Mantenimiento granular convencional					
tipo de mantenimiento	costo / Km (s/.)	N° de veces en 4 años	Total (s/.)		
mantenimiento rutinario manual	S/ 13,826.90	12	S/	165,922.80	
mantenimiento rutinario mecanizado	S/ 14,191.12	24	S/	340,586.88	
mantenimiento periódico	S/ 50,846.20	3	S/	152,538.60	
total	S/ 78,864.22		S/	659,048.28	

Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que el precio dado es por el coste global, entre el operador y el capataz, sumando solo 7 personas. También se señaló que el costo estaba indicado específicamente para el camino donde se realizaron las reparaciones, además de un camino de terracería; donde los medios de transporte, herramientas y equipos sean insuficientes.

Tabla 8

Costos de mantenimiento en Vías no Pavimentadas desagregados por semestre

tipo de mantenimiento	Mantenimiento rutinario manual	mantenimiento rutinario mecanizado	mantenimiento periódico	total	
costo / Km (s/.)	S/ 13,826.90	S/ 14,191.12	S/ 50,846.20	S/	78,864.22
N° de veces en 4 años	4	8	1		
Año 1 - mes 06	S/ 6,913.45	S/ 14,191.12	S/ 6,355.78	S/	27,460.35
Año 1 - mes 12	S/ 13,826.90	S/ 28,382.24	S/ 12,711.55	S/	54,920.69
Año 2 - mes 18	S/ 20,740.35	S/ 42,573.36	S/ 19,067.33	S/	82,381.04
Año 2 - mes 24	S/ 27,653.80	S/ 56,764.48	S/ 25,423.10	S/	109,841.38
Año 3 - mes 30	S/ 34,567.25	S/ 70,955.60	S/ 31,778.88	S/	137,301.73
Año 3 - mes 36	S/ 41,480.70	S/ 85,146.72	S/ 38,134.65	S/	164,762.07
Año 4 - mes 42	S/ 48,394.15	S/ 99,337.84	S/ 44,490.43	S/	192,222.42

Año 4 - mes 48	S/	55,307.60	S/ 113,528.96	S/	50,846.20	S/ 219,682.76
Año 12 - mes 72	S/	165,922.80	S/ 340,586.88	S/	152,538.60	S/ 659,048.28
total (S/.)	S/	165,922.80	S/ 340,586.88	S/	152,538.60	S/ 659,048.28

Fuente: elaboración propia

Tabla 9
Costos de Mantenimiento de vías no pavimentados con Slurry Seal para un periodo de 12 años según frecuencia de mantenimiento

Mantenimiento por Slurry Seal			
tipo de mantenimiento	costo / Km (s/.)	N° de veces en 4 años	Total (s/.)
Slurry Seal	S/ 105,120.40	3	S/ 315,361.20
Mantenimiento Manual	S/ 10,704.30	12	S/ 128,451.60
total	S/ 115,824.70		S/ 443,812.80

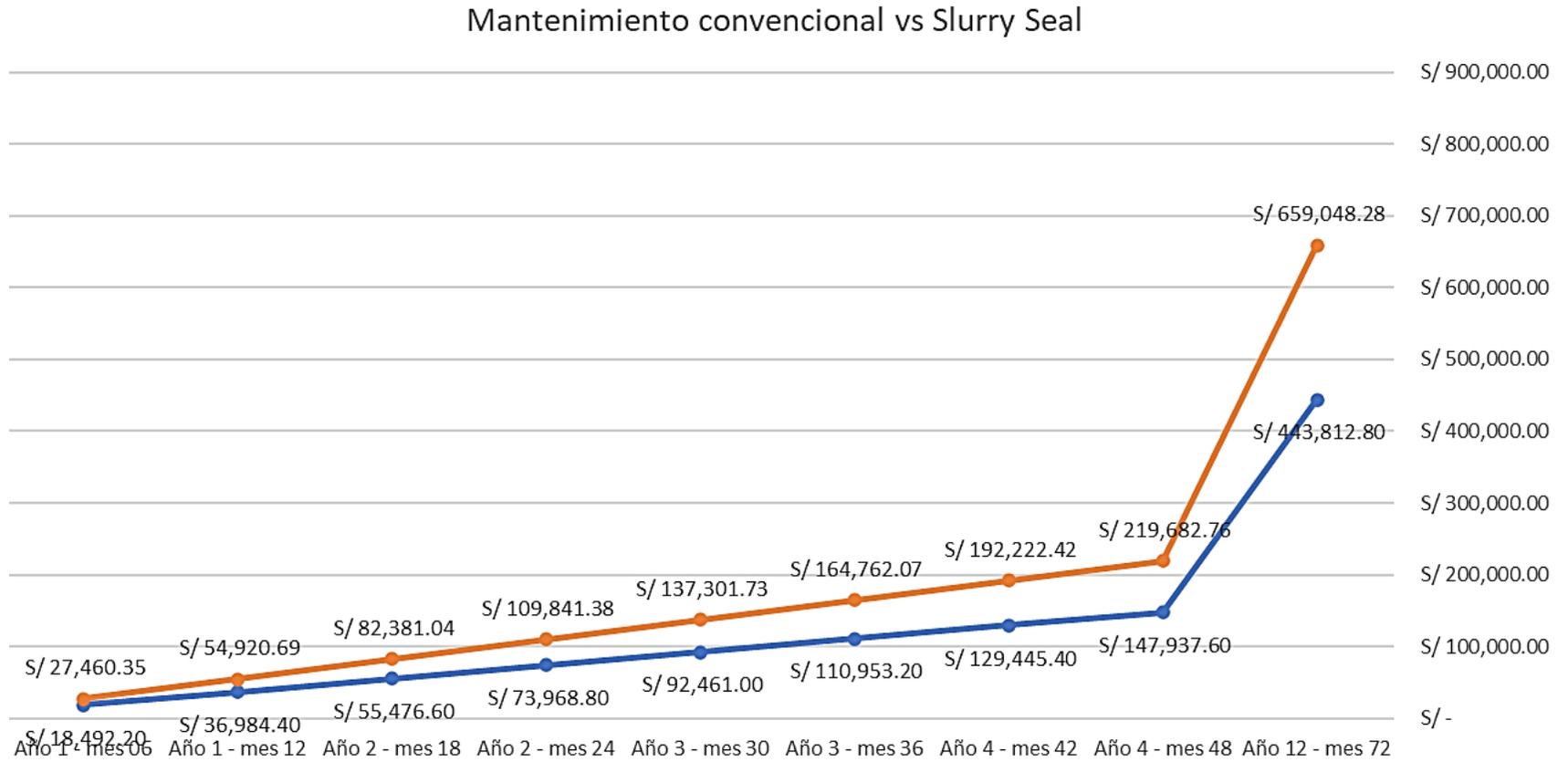
Fuente: elaboración propia

Tabla 10
Costos de mantenimiento en vías no pavimentadas con Slurry Seal, desagregados por semestre

tipo de mantenimiento	Slurry Seal	mantenimiento manual	total
costo / Km (s/.)	S/ 105,120.40	S/ 10,704.30	S/ 115,824.70
N° de veces en 4 años	1	4	
Año 1 - mes 06	S/ 13,140.05	S/ 5,352.15	S/ 18,492.20
Año 1 - mes 12	S/ 26,280.10	S/ 10,704.30	S/ 36,984.40
Año 2 - mes 18	S/ 39,420.15	S/ 16,056.45	S/ 55,476.60
Año 2 - mes 24	S/ 52,560.20	S/ 21,408.60	S/ 73,968.80
Año 3 - mes 30	S/ 65,700.25	S/ 26,760.75	S/ 92,461.00
Año 3 - mes 36	S/ 78,840.30	S/ 32,112.90	S/ 110,953.20
Año 4 - mes 42	S/ 91,980.35	S/ 37,465.05	S/ 129,445.40
Año 4 - mes 48	S/ 105,120.40	S/ 42,817.20	S/ 147,937.60
Año 12 - mes 72	S/ 315,361.20	S/ 128,451.60	S/ 443,812.80
total (S/.)	S/ 315,361.20	S/ 128,451.60	S/ 443,812.80

Fuente: elaboración propia

Figura 8
 Contrastación de costos de mantenimiento en vías no pavimentadas, entre acabado de material granular convencional versus Slurry Seal



Fuente: elaboración propia

S/ 129,445.40	Recuento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	esperado										
	% del total	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.11%	0.00%	0.00%	1
S/ 147,937.60	Recuento	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Recuento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	esperado										
	% del total	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.11%	0.00%	1
S/ 443,812.80	Recuento	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Recuento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	esperado										
	% del total	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.11%	1
TOTAL	Recuento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Recuento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	esperado										
	% del total	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%	100.00 %

Fuente: elaboración propia

Tabla 12
Correlación entre variables por 4 años

		Mantenimiento granular convencional	Mantenimiento con Slurry Seal
Mantenimiento granular convencional	Correlación de Pearson	1	1.000*
	Sig. (bilateral)		0.00
	Sumas de cuadrados y productos vectoriales	42.000	42.000
	Covarianza	6.000	6.000
	N	8	8
Mantenimiento con Slurry Seal	Correlación de Pearson	1.000*	1
	Sig. (bilateral)	0.00	
	Sumas de cuadrados y productos vectoriales	42.000	42.000
	Covarianza	6.000	6.000
	N	8	8

*Nota: ** la correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral)*

Fuente: elaboración propia

Creando un ranking estadístico de las correlaciones entre las variables del costo de vida. Con base en la estimación obtenida utilizando una correlación de Pearson de 1, se interpreta que los valores representan una correlación positiva en la que los valores de ambas variables tienden a aumentar simultáneamente.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación

La presente tesis tiene como hipótesis general “La evaluación de la metodología de Slurry Seal influye significativamente para la optimización de costos en mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco - 2023.”

La cual fue demostrado exitosamente, que emplear esta metodología reduce el costo de mantenimiento para vías no pavimentadas en el Perú, para ello se partió de la recolección de datos de Provias Nacional, posterior a ello se realizó el análisis de precios unitarios e insumos en CAPECO, y se realizó la comparativa empleando hojas de cálculo en el software Excel.

Para ello se tomó los casos vías no pavimentadas de la ciudad Huánuco, en donde se realizó el análisis para un periodo de 12 años ya que es el periodo significativo para una vía, a partir de estos parámetros establecidos se obtuvo las tablas de:

Tabla 13

Frecuencia de mantenimiento para vías no pavimentadas con material granular convencional

Mantenimiento granular convencional	
mantenimiento rutinario manual	2 veces al año
mantenimiento rutinario mecanizado	permanentemente
mantenimiento periódico	cada 4 años

Fuente: elaboración propia

Tabla 14

Frecuencia de mantenimiento para vías no pavimentadas con Slurry Seal

Mantenimiento por Slurry Seal	
mantenimiento rutinario manual	permanentemente

Mantenimiento periódico	cada 4 años
--------------------------------	-------------

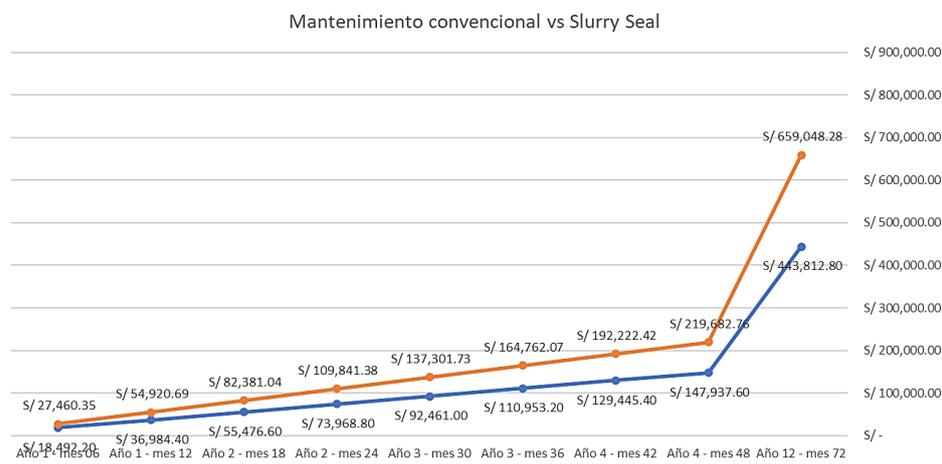
Fuente: elaboración propia

En donde estas tablas nos indican el mantenimiento necesario que se debe tener para cada metodología tanto para la tradicional o convencional como para la Slurry Seal.

Posterior a ello se evaluó el costo de manteniendo para un periodo de 12 años entre ambas metodologías como se demuestra en la siguiente figura:

Figura 9

Contrastación de costos de mantenimiento en vías no pavimentadas, entre acabado de material granular convencional versus Slurry Seal



Fuente: elaboración propia

Para periodos fijos obtenemos las siguientes tablas para un periodo de 12 años, utilizando esta tabla obtenemos la diferencia S/ 215,235.48, muestra que tratar la superficie con la metodología Slurry Seal a lo largo del tiempo es más rentable que el tratamiento granular convencional.

Estos resultados se contrastan con la tesis de Chumbe (2021), en donde analiza las vías no pavimentadas de la ciudad de Lima mediante la metodología Slurry Seal, donde evalúa el costo de esta para un periodo de 4 años en donde

analizó los distintos tipos de mantenimiento, y llegó a la conclusión que, para periodos de 4 años a más, la metodología Slurry Seal mejora el costo de manteniendo, reduciendo el costo a largo plazo para un periodo de 4 años en S/. 71,745.16.

CONCLUSIONES

- El costo de aplicar la metodología Slurry Seal de superficies a caminos no pavimentados (sin superficies rodantes) se puede optimizar reduciendo la frecuencia de mantenimiento requerido para mantener el camino en buenas condiciones y al mismo tiempo extender su vida útil. Sigue la vida, protege la base. Se concluyó que la aplicación de compactación con Slurry Seal optimiza los costos de mantenimiento de caminos no pavimentados.
- También se concluyó que un diseño adecuado del pavimento reduce el daño a los cimientos y, por lo tanto, reduce los costos de reparación de mantenimiento regular, lo que influye en la optimización de los costos de mantenimiento de los caminos no pavimentados.
- Debido a las características físicas de la pista, que no cuenta con superficie de rodadura, está fácilmente expuesta al medio natural, especialmente al lavado de materiales de grano fino debido a la sedimentación. Por tanto, las condiciones de la carretera sin superficies deslizantes tienen un impacto negativo en la optimización de los costes de mantenimiento.
- Estudiando la composición y tipo de lechada se puede determinar la composición correcta del mortero y su espesor correspondiente para asegurar la correcta aplicación del Slurry Seal, creando una fase de degradación controlable y a largo plazo; esto afectará los costos no fijos del mantenimiento de carreteras.

RECOMENDACIONES

- La compactación con lechada se recomienda como solución básica para vías de poco tráfico, ya que es más económica que una capa asfáltica (pavimento), al tiempo que garantiza una idoneidad suficiente para el tráfico.
- Se recomienda el uso del sellado de superficies en caminos y autopistas no pavimentadas, ya que extiende la vida útil y elimina el costo de las reparaciones de los cimientos.
- Se recomienda mantener las carreteras asfaltadas con sellador de lechada para proteger todas las superficies de rodadura y evitar que alcancen un nivel crítico de desgaste que acortaría su vida útil. (Si ya existe desgaste, se recomienda proteger la superficie de rodadura después de tratar las grietas del revestimiento existente).
- Se recomienda el sellado con lechada en caminos no pavimentados para nuevos proyectos, ya que la optimización de costos proporcionará ahorros significativos con el tiempo.
- La solución sellante se coloca como superficie rodante en cierto tipo de vías no pavimentadas, evitando la pérdida de áridos e impermeabilizando el paquete estructural, alargando así su vida útil sin perder la inversión en la infraestructura vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mancha de la Cruz, R. (2016). “Análisis comparativo del costo por niveles de serviciabilidad entre el tratamiento superficial Slurry Seal y el tratamiento granular convencional” (Tesis), Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Gómez Huanca, Christian (2017). “Uso y aplicaciones de las emulsiones asfálticas” (Tesis de pregrado). Universidad de José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.

Humpiri Pineda, K. (2015). “Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región puno” (Tesis), Universidad Nacional Andina Néstor Cáceres Vázquez, Juliaca, Perú.

Ochoa Maldonado, D. (2017). “Optimizaciones de recursos económicos en conservación de pavimentos rurales de tercera clase utilizando un sistema de gestión de pavimentos en el método estocástico – probabilístico” (Tesis), Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

Pequeño Otoy, D. (2015). “Comparación de costo y tecnología de mantenimiento utilizando Slurry Seal y mantenimiento convencional en un pavimento flexible” (Tesis), Universidad Peruana del Norte, Lima, Perú.

Saldaña Yauri, B. (2018). “Rehabilitación y mantenimiento en vías de bajo volumen de tránsito nivel de tratamiento superficial seal Canayre - puerto palmeras” (Tesis), Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.

Criollo Ortiz, C. (2020). “Análisis técnico -económico entre el tratamiento superficial slurry y bicapa para la corona de la presa poechos (desde km

3+600 hasta km 7+500) distrito lancones”. (tesis), Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.

Quintana López, J. (2018). “Mortero asfáltico o Slurry Seal como tratamiento superficial para pavimentos de afirmado” (Tesis), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Torres Córdova, M. (2018). “Tratamiento superficial de Slurry Seal para el mejoramiento de la carretera santa rosa a san francisco del rio mayo” (Tesis), Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Perú.

Ortega Campana, N. (2020). “Comparación de costo y tecnología de mantenimiento utilizando Slurry Seal y método convencional en un pavimento flexible” (Tesis), Universidad San Antonio de Abad de Cusco, Cusco, Perú.

Amaya León, L. (2015). “Estudio de tratamiento superficial de Slurry Seal para conservación de pavimentos flexibles, incorporando gravas finas para mejorar características de textura superficial” (Tesis), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Gutiérrez Soto, M. (2017). “Planificación y gestión de infraestructuras” (Tesis), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Faura Castiblanco, J. (2015). “Potencialidades turísticas del municipio de Tipacope; estrategia para su desarrollo local” (Tesis), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Orellana Jiménez, M. (2015). “Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en el salvador” (Tesis), Universidad De El Salvador, El Salvador.

Del Rosario Brito, A. (2016). “Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructura viales en la república dominicana. aplicación a la carretera el seibo - hato mayor” (Tesis), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Alvarado Ortiz, J. (2015). “Propuesta de un programa de mantenimiento de la vía Izamba Pillaro, provincia de Tungurahua” (Tesis), Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito, Ecuador.

Villavicencio Figueroa, C. (2015). “Impacto de la aplicación de nuevas tecnologías de sellado con capa de protección asfáltica, en los plazos, costos y calidad de construcción de caminos secundarios en Chile” (Tesis), Universidad De Chile, Santiago de Chile, Chile.

Molano Cardoso, J. (2016). “Material de sellado asfáltico para el mantenimiento rutinario de la red vial” (Tesis), Universidad Piloto de Colombia, Colombia.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. Lima. 2013.
Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras Conservación Vial. Lima. 2013.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos. Lima. 2014.

ASFALTOS, T. (2014). Mejoramiento de base granular con emulsiones asfálticas y colocación de Slurry Seal - MEMORIAS DE DISEÑO. Lima, Perú.

ANEXOS:

ANEXO N°1: Consentimiento informado



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

La empresa INVERSIONES & SERVICIOS CAISSA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA. con RUC: 20529033274, con domicilio en con domicilio legal en Jr. 02 de mayo 659-int. B-1.- Huánuco - Huánuco - Huánuco consiento que los Srs. **RAYWEN ANTHONY CISNEROS AMBROSIO**, identificado con DNI. N.º 77488179 y **CESAR ALDO CONTRERAS MAIZ**, identificado con DNI. N.º 75369748 perteneciente al Programa de fortalecimiento en investigación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, realizará su proyecto de investigación de tesis titulado **“EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLURRY SEAL PARA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS”**, en mi representada.

Así mismo, se me ha explicado que, durante el desarrollo de su investigación, se le brindo los expedientes técnicos de proyectos referentes al tema de investigación y también se le brindo las pautas de apoyo al investigador.

Por tanto, en señal de conformidad a lo expuesto firmo el presente documento.

Huánuco, 18 de abril de 2023.

INVERSIONES & SERVICIOS CAISSA E.I.R.L.
Percy Alcantara Asencios
TITULAR SERVIDOR

CONTRATISTA

Ubr. San Pedro Garagay Mz. E Lt. 11 – San Martín de Porres – Lima – Lima
Jr. 02 de Mayo 659 – Int. B-1; Huánuco – Huánuco – Huánuco
Telf. 978 483 853
Correo: pacchac@hotmail.com

ANEXO N°2: Instrumentos de recolección de datos

TESISTA:					
UBICACIÓN:	HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO				
CALICATA:					
NTP:	339.128				
TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO(gr)	RETENIDO PARCIAL(%)	RETENIDO ACUMULADO(%)	QUE PASA(%)
3"	76.2				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				
N°4	4.76				
N°10	2				
N°16	1.3				
N°30	0.59				
N°40	0.426				
N°50	0.297				
N°60	0.25				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
CAZOLETA					
TOTAL					

TESISTA:						
UBICACIÓN:	HUÁNUCO					
FECHA:						
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD					
CALICATA:						
NTP:	339.127					
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	PROMEDIO
Peso de Bandeja						
Peso natural húmedo + bandeja						
Peso natural seco + bandeja						
Peso natural húmedo						
Peso natural seco						
Contenido de Humedad						

TESISTA:					
UBICACIÓN:	HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO				
CALICATA:					
NTP:	339.129				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Número de golpes					
Contenido de Humedad (%)					
LÍMITE LÍQUIDO (%)					

TESISTA:					
UBICACIÓN:	HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE PLASTICO				
CALICATA:					
NTP:	339.130				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Peso del suelo seco (gr)					
LÍMITE PLASTICO (%)					

ANEXO N°3: Validación de instrumentos

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellido del Experto:	SANTILLAN JESUS, JULIO RONALD
Cargo:	INGENIERO CIVIL
Grado academico:	TITULADO
Tesistas:	Bach. Ing. CISNEROS AMBROSIO, RAYWEN ANTHONY Bach. Ing. CONTRERAS MAIZ, CESAR ALDO
Tesis:	"EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SLURRY SEAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS"

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 20-40%	Buena 40-60%	Muy buena 60-80%	Excelente 80-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación				X		
2. Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables			X			
3. Organización	El orden de los items y el area es adecuado				X		
4. Claridad	El vocabulario es adecuado para los pobladores de la investigación				X		
5. Suficiencia	El numero de items propuestos es suficiente para medir la variable				X		
6. Consistencia	Tiene una base teorica y cientifica que la respalde				X		
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipotesis existe coherencia				X		
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación son sencillos					X	

Julio Ronald Santillan Jesus
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 174806

Ing. Santillán Jesús, Julio Ronald

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellido del Experto:	ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA
Cargo:	INGENIERO CIVIL
Grado academico:	MAGISTER
Tesista:	Bach. Ing. Cisneros Ambrosio, Raywen Anthony Bach. Ing. Contreras Maiz, Cesar Aldo
Tesis:	"EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SLURRY SEAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS"

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 20-40%	Buena 40-60%	Muy buena 60-80%	Excelente 80-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigacion				X		
2. Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables			X			
3. Organización	El orden de los items y el area es adecuado				X		
4. Claridad	El vocabulario es adecuado para los pobladores de la investigacion				X		
5. Suficiencia	El numero de items propuestos es suficiente para medir la variable				X		
6. Consistencia	Tiene una base teorica y cientifica que la respalde					X	
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipotesis existe coherencia				X		
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación son sencillos					X	



 ING. ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellido del Experto:	MOISES GROBER GUERRA UTRILLA
Cargo:	INGENIERO CIVIL
Grado academico:	TITULADO
Tesistas:	Bach. Ing. Cisneros Ambrosio, Raywen Anthony Bach. Ing. Contreras Maiz, Cesar Aldo
Tesis:	"EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SLURRY SEAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS"

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 20-40%	Buena 40-60%	Muy buena 60-80%	Excelente 80-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación				X		
2. Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables				X		
3. Organización	El orden de los items y el area es adecuado				X		
4. Claridad	El vocabulario es adecuado para los pobladores de la investigación				X		
5. Suficiencia	El numero de items propuestos es suficiente para medir la variable				X		
6. Consistencia	Tiene una base teorica y cientifica que la respalde				X		
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipotesis existe coherencia				X		
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación son sencillos					X	



DNI 07454425

MOISES EDISON
CALDERON BELTRAN
INGENIERO CIVIL
Reg. Cir. N° 218093

ANEXO N°4: Matriz de consistencia

Tabla 15
Matriz de consistencia.

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SLURRY SEAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
Problema general:	Objetivo General	Hipótesis General			Enfoque
¿Cómo se realizará la evaluación de la metodología Slurry Seal para la optimización de costos en mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023?	Realizar la evaluación de la metodología Slurry Seal para la optimización de costos en mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.	La evaluación de la metodología Slurry Seal influye significativamente para la optimización de costos en mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.		<ul style="list-style-type: none"> • Estructura del pavimento • Vías no pavimentadas o sin carpeta de rodadura 	Será cuantitativo
Problema específico:	Objetivos específicos	Hipótesis específico	Variable independiente: Slurry Seal		Alcance o nivel
¿Cómo se analizará la estructura del pavimento influye para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023?	Analizar la estructura del pavimento influye para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.	La estructura del pavimento influye significativamente para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.			El alcance es descriptivo
¿Cómo se determinará la condición de vías no pavimentadas o sin carpeta de rodadura para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023?	Determinar la condición de vías no pavimentadas o sin carpeta de rodadura para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.	La condición de vías no pavimentadas o sin carpeta de rodadura influye significativamente para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.	Variable dependiente: costos de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en la vida útil de una vía • Conservación de vías 	Diseño
¿Cómo se determinará la adecuada aplicación de la metodología Slurry Seal para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023?	Determinar la adecuada aplicación de la metodología Slurry Seal para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.	La adecuada aplicación de la metodología Slurry Seal influye significativamente para la optimización de costos de mantenimiento para vías no pavimentadas, Amarilis - Huánuco -2023.			Es no experimental

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°5: Nota bibliográfica

Cisneros Ambrosio Raywen Anthony, nació el 06 de julio del año 1995 en el distrito de San Miguel de Cauri Provincia de Lauricocha y departamento de Huánuco. Siendo hijo del Sr. Filverto Cisneros Rosas y la Sra. Veneranda Ambrosio Estrada. Cursó sus estudios secundarios en el colegio Herman Busse de la Guerra 2095 - Los olivos - Lima, para posteriormente ingresar y culminar sus estudios superiores en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco en la prestigiosa Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura de la Carrera Profesional de Ingeniería civil.

Contreras Maiz Cesar Aldo, nació el 04 de mayo del año 1996 en el distrito de Huánuco Provincia de Huánuco y departamento de Huánuco. Siendo hijo del Sr. Silvestre Contreras Leandro y la Sra. Angelica Maiz Zevallos. Cursó sus estudios secundarios en la Gran Unidad Escolar Leoncio Prado - Huánuco, para posteriormente ingresar y culminar sus estudios superiores en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco en la prestigiosa Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura de la Carrera Profesional de Ingeniería civil.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 16 días del mes de noviembre de 2023, siendo las 18.15 pm, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°968-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°978-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 13.NOV.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLURRY SEAL PARA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de los Bachilleres de Ingeniería Civil **RAYWEN ANTHONY CISNEROS AMBROSIO** y **CESAR ALDO CONTRERAS MAIZ**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas PRESIDENTE – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, SECRETARIO – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, VOCAL y los bachilleres mencionados, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación de los aspirantes al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
CISNEROS AMBROSIO RAYWEN ANTHONY	APROBADO	14	BUENO
CONTRERAS MAIZ CESAR ALDO	APROBADO	14	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las 19:40 PM del mismo día 16/11/2023 con lo que se dio por concluido y en fe de lo cual firmamos.


VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS
 PRESIDENTE


RISSEL MACHUCA GUARDIA
 SECRETARIO


LUIS FERNANDO NARRO JARA
 VOCAL



CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 100-2023 SOFTWARE
ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente 28% de similitud, correspondiente a los Bachilleres interesados **CISNEROS AMBROSIO Raywen Anthony** y **CONTRERAS MAIZ Cesar Aldo**, del Borrador de Tesis "EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLURRY SEAL PARA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS", considerando como asesor al Mg. Ing. Bladimir Jhon Abal García.

DECLARANDO (APTO)

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 08 de noviembre 2023




D^o José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLURRY SEAL PARA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS

AUTOR

**Raywen Anthony CISNEROS AMBROSIO
- Cesar Aldo CONTRERAS MAIZ**

RECuento DE PALABRAS

14638 Words

RECuento DE CARACTERES

80446 Characters

RECuento DE PÁGINAS

88 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.4MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 8, 2023 5:25 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 8, 2023 5:26 PM GMT-5

● **28% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 27% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado


Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)							
Facultad	Ingeniería civil y arquitectura						
Escuela Profesional	Ingeniería civil						
Carrera Profesional	Ingeniería civil						
Grado que otorga							
Título que otorga	Ingeniero civil						
Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)							
Facultad							
Nombre del programa							
Título que Otorga							
Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)							
Nombre del Programa de estudio							
Grado que otorga							

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	Cisneros Ambrosio Raywen Anthony						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular: 964053064
Nro. de Documento:	77488179				Correo Electrónico: thoyciam@gmail.com		
Apellidos y Nombres:	Contreras Maiz Cesar Aldo						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular: 931713253
Nro. de Documento:	75369748				Correo Electrónico: cesar.contreras@unheval.pe		
Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Apellidos y Nombres:	Abal Garcia, Bladimir Jhon			ORCID ID:	
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		Nro. de documento: 71509522

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	Goicochea Vargas Víctor Manuel
Secretario:	Machuca Guardia Rissel
Vocal:	Narro Jara Luis Fernando
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	Alcedo Diaz Charles Jiammy

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLURRY SEAL PARA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN MANTENIMIENTO PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)		2023	
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	SLURRY SEAL	VÍAS NO PAVIMENTADAS	COSTO DE MANTENIMIENTO
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	<input type="checkbox"/>	NO
Información de la Agencia Patrocinadora:			<input checked="" type="checkbox"/>

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:			
Apellidos y Nombres:	Cisneros Ambrosio Raywen Anthony		Huella Digital
DNI:	77488179		
Firma:			
Apellidos y Nombres:	Contreras Maiz Cesar Aldo		Huella Digital
DNI:	75369748		
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Fecha: 20 DE NOVIEMBRE DE 2023			

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.