



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**ELABORACIÓN DE FICHA DE MANTENIMIENTO CON TRATAMIENTO  
SUPERFICIAL EN LA AVENIDA 01, CALLE 2 Y 4, CENTRO  
POBLADO DE CHEN CHEN, DISTRITO DE  
MOQUEGUA, 2022**

**PRESENTADO POR**

**BACHILLER JAVIER OSCAR LAQUISE FLORES**

**ASESOR**

**MGR. AGUSTO COAGUILA RAMOS**

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

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2023**

## ÍNDICE

	Pág.
PÁGINA DEL JURADO.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x

## CAPÍTULO I

### ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1 Marco legal .....	1
1.1.2 Referencias y Definiciones conceptuales.....	3
1.2. Descripción de la institución y el tipo de servicio que otorga .....	12
1.2.1. Descripción de la institución.....	12
1.2.2. Funciones de la institución.....	12
1.3. Contexto socioeconómico y descripción del área de la institución.....	14
1.3.1 Aspectos socioeconómicos .....	14
1.3.2 Ubicación geográfica .....	15
1.3.3 Descripción del área.....	17

1.4.	Descripción de la experiencia .....	18
1.5.	Explicación del cargo y función ejecutada.....	19
1.5.1.	Descripción asistente técnico .....	19
1.5.2.	Funciones de asistencia técnica.....	20
1.6.	Propósito del puesto.....	21
1.7.	Producto o proceso que será objeto del informe .....	22
1.8.	Resultados concretos que ha alcanzado en este periodo de tiempo .....	23

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

2.1.	Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral en la situación objeto del informe, como se integraron ambas para resolver problemas.....	28
2.1.1.	La Lechada Asfáltica (Slurry Seal).....	28
2.1.2.	Equipos utilizados.....	29
2.1.3.	Procedimiento constructivo.....	30
2.2.	Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrió para resolver la situación profesional objeto del informe .....	30
2.2.1.	Aplicación de slurry seal sobre afirmado.....	30
2.2.2.	Ahuellamiento para pavimentos flexibles.....	34
2.2.3.	Ahuellamiento en afirmado según AASHTO .....	37
2.2.4.	Ahuellamiento Permisible.....	37
2.2.5.	Modos de Ahuellamiento.....	38
2.2.6.	Modos combinados .....	40

2.2.7.	Ahuellamiento en caminos de tierra, grava o afirmado según USACE ....	40
2.2.8.	Ahuellamiento para afirmado según NAASRA.....	41

### **CAPÍTULO III**

#### **APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS**

3.1	Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas adquiridos durante la carrera. ....	43
3.2	Desarrollo de experiencias .....	45
3.2.1.	Colocación de mortero asfáltico emulsionado e=15 mm slurry.....	45
3.2.2.	Diseño de Mezcla.....	48
3.2.3.	Maquinaria y equipos.....	50
3.2.4.	Procedimiento de colocación del mortero.....	51
3.2.5.	Método de medición.....	52
3.2.6.	Valorización.....	53
CONCLUSIONES .....		54
RECOMENDACIONES.....		56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		57
ANEXOS .....		62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: especificaciones granulométricas para slurry seal .....	25
Tabla 2: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento.....	32
Tabla 3: Especificaciones para emulsión de rotura lenta CSS-1h.....	46
Tabla 4: Ensayos y valores mínimos para el agregado a usar .....	47
Tabla 5: Granulometrías recomendadas a usar .....	48
Tabla 6: Pruebas y valores recomendados para diseño de Slurry Seal .....	49
Tabla 7: Porcentaje de materiales recomendados por ISSA para diseño de Slurry Seal.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del pavimento flexible.....	7
Figura 2: Estructura del pavimento rígido .....	8
Figura 3: Distribución de las capas principales del pavimento.....	9
Figura 4: Tratamiento Superficial de pavimentos.....	10
Figura 5: Esquema de maquina para tratamiento superficial con Slurry Seal .....	11
Figura 6: Ubicación geográfica de la región Moquegua.....	16
Figura 7: Ubicación de la Provincia Mariscal Nieto y distrito de Moquegua.....	16
Figura 8: Exigencias de agregado .....	32
Figura 9: Distribución de la presión de carga del neumático a través de la estructura del pavimento.....	34
Figura 10: Esfuerzos de tensión y compresión causado por la deformación del pavimento.....	35
Figura 11: Deformaciones en un pavimento asfáltico.....	35
Figura 12: Deformaciones en un afirmado.....	36
Figura 13: Ahuellamiento en afirmado .....	37
Figura 14: Modo 0 de ahuellamiento .....	38
Figura 15: Modo 1 de ahuellamiento .....	39
Figura 16: Modo 2 de ahuellamiento .....	40
Figura 17: Diagrama de diseño para pavimentos granulares con superficie bituminosa delgada.....	41

## RESUMEN

El objetivo de este estudio, denominado MANTENIMIENTO CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN LA AVENIDA 01, CALLE 2 Y 4, CENTRO POBLADO DE CHEN CHEN, DISTRITO DE MOQUEGUA, 2022, fue revisar las normas nacionales e internacionales para el uso del mortero asfáltico en caminos pavimentados como tratamiento superficial en fichas de mantenimiento vial. El estudio plantea Generar los aportes técnicos para el mejoramiento de las condiciones de las infraestructuras viales. Aplicar los principios de reparación de la transitabilidad vehicular mediante la aplicación de “Slurry seal”, eliminación del polvillo existente, señalización con marcas en el pavimento y saneamiento de baches. Según las especificaciones técnicas de ISSA A105 (Slurry Seal), el Slurry Seal se define como una mezcla de emulsión a base de petróleo, agua, lodo mineral y aditivos. Además, se determina que el propósito original del uso de mortero asfáltico, sellador asfáltico, lechada asfáltica y sello era preservar el pavimento flexible. Sin embargo, con el tiempo, su uso se ha ampliado para incluir recubrimientos superficiales para el control de lodos en carreteras de poco tráfico y mantenimiento de rutina de superficies de hormigón para la adhesión de vehículos a superficies de pavimento.

**Palabras clave:** Mantenimiento, Pavimentos Flexibles, Slurry Seal, Vías.

## **ABSTRACT**

The objective of this study, called MAINTENANCE WITH SURFACE TREATMENT ON AVENUE 01, CALLE 2 AND 4, CENTRO POBLADO DE CHEN CHEN, DISTRICT OF MOQUEGUA, 2022, was to review national and international standards for the use of asphalt mortar on paved roads such as surface treatment in road maintenance records. The study proposes to generate the technical contributions for the improvement of the conditions of road infrastructures. Apply the principles of repair of vehicular traffic through the application of "Slurry seal," removal of the existing dust, signage with marks on the pavement and sanitation of potholes. According to the technical specifications of ISSA A105 (Slurry Seal), Slurry Seal is defined as a mixture of oil-based emulsion, water, mineral sludge and additives. In addition, it is determined that the original purpose of using asphalt mortar, asphalt sealant, asphalt grout and seal was to preserve the flexible pavement. Over time, however, its use has expanded to include surface coatings for sludge control on low-traffic roads and routine maintenance of concrete surfaces for vehicle adhesion to pavement surfaces.

**Keywords:** Maintenance, Flexible flooring, Slurry Seal, Vias.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES DEL TEMA**

#### **1.1. Antecedentes**

El proyecto está fundamentado en la elaboración de la ficha técnica para el mantenimiento, por parte de la municipalidad provincial de Mariscal Nieto, en las avenidas 01 y calles 02 y 04 en el centro poblado de Chen Chen, enfocándose, principalmente, en el tratamiento superficial de las vías asfálticas utilizando SLURRY SEAL como elemento principal para la intervención.

##### **1.1.1 Marco legal.**

###### ***1.1.1.1. Norma Técnica CE.010 pavimentos urbanos.***

La NTP CE.010 tiene como función la regulación de la concepción de los pavimentos urbanos, en este código establece los requisitos mínimos para la concepción y diseño, la rehabilitación y mantenimientos de los pavimentos urbanos, tocando aspectos importantes como los estudios de suelos y la ingeniería de pavimentos. El capítulo 6, describe las regulaciones y los aspectos técnicos relacionados con el mantenimiento de las aceras a fin de mantener la infraestructura urbana y mantener el orden, la circulación y el tránsito. También lo es la

estandarización de los estándares de mantenimiento y rehabilitación. Instituto de la Construcción y Gerencia, (2010).

***1.1.1.2. Resolución ministerial N° 509-2016-MTC/01.02.***

De conformidad con el artículo 16 de la Ley de Transportes y Transportes Terrestres N° 27181, el Ministro de Transportes y Comunicaciones tendrá la facultad de dictar Reglamentos Nacionales; sin embargo, el artículo 23 de la Ley establece que las Normas Nacionales necesarias para la implementación de la referida Ley deberá ser aprobada por Decreto Ejecutivo presentado al Ministro de Transportes y Comunicaciones y será de aplicación en todo el territorio nacional:

- Especificar los parámetros de las normas técnicas para la planificación, construcción y mantenimiento de carreteras, caminos y vías urbanas.
- Establecer las pautas para las especificaciones y características de fabricación de los elementos de estanqueidad, así como los protocolos técnicos que proporcionen compatibilidad con los sistemas de comunicación y control de los sistemas de semáforos.
- Especificar los requisitos para el uso del derecho de vía para la instalación de componentes y dispositivos no relacionados con el transporte o la navegación.
- Establecer los requisitos de internalización y control de impactos para el estacionamiento de vehículos en las vías y la operación de actividades que promuevan o incentiven los viajes.
- Mantener las infracciones por daños irrestrictos a la infraestructura pública y las sanciones correspondientes. Que el literal a) del Artículo 58 del

Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N°021-2007-MTC, establece que esta es una función específica de la Dirección General de Carreteras y Ferrocarriles.

#### ***1.1.1.3. Marco Normativo de Perú.***

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de Perú es responsable de emitir las normas para el diseño y construcción de vías para las redes de transporte nacionales, distritales, regionales, vecinales y municipales. Así, el Reglamento Estatal de Gestión de la Infraestructura Vial, aprobado por Decreto Supremo, nos sirve de fundamento teórico. Consta de los manuales del MTC exigidos por la normativa.

La colocación del Slurry Seal como un mortero para el tratamiento superficial en vías pavimentadas de bajo volumen de tránsito, es el tema de nuestra discusión, que se basa en las siguientes normas o manuales:

- Manual de Carreteras: Sección de Pavimentos y Suelos (MTC)
- Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013)  
Manual de Carreteras (MTC)
- Manual de Conservación Vial: Manual de Carreteras (MTC)
- Aproximaciones metodológicas para el desarrollo de opciones alternativas de pavimentación en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública en carreteras. (MEF)

#### **1.1.2 Referencias y Definiciones conceptuales.**

##### ***1.1.2.1 Antecedentes de estudio.***

Se tomaron en cuenta los siguientes antecedentes de investigación para el desarrollo del informe:

Castro & Sambrano (2020) plantearon un proyecto basado en un sistema de riego ubicado en las instalaciones de la empresa para evaluar futuras reparaciones y uso en proyectos de mantenimiento de caminos secundarios y terciarios. Por este motivo, se ha propuesto sellar las fisuras superficiales con una lechada asfáltica (slurry seal). Esto hace que la capa superior sea resistente e impermeable, como lo confirman las pruebas de laboratorio y las pautas del Reglamento ISSA. El capítulo final evalúa los impactos económicos y ambientales que este tratamiento preventivo enfatiza sobre los tratamientos superficiales convencionales actualmente en práctica. Finalmente, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de este trabajo, presentamos unas conclusiones y recomendaciones que despertarán el deseo de futuros compañeros de implementar este tipo de técnicas de mantenimiento en proyectos de gran envergadura.

Quintana (2018) planteo como objetivo analizar las normas nacionales e internacionales para la instalación de mortero asfáltico en vías pavimentadas y sin asfaltar. Se realizó una investigación aplicada, cualitativa, descriptiva y experimental. Tipo de diseño de terreno en el que el ahuellamiento generado se rige por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones con el fin de definir y utilizar mortero asfáltico de acuerdo con normas nacionales e internacionales y mediante experimentación natural. Del mismo modo, se determina que el propósito inicial de los morteros asfálticos, morteros asfálticos, lechadas y selladores era conservar pavimentos flexibles, pero su uso se restringió posteriormente a la preparación de

superficies para pavimentos regulares y vías de bajo volumen de tráfico. un ejercicio sencillo para probar la contaminación. Su objetivo es aumentar la adherencia del vehículo a la superficie de la carretera y la impermeabilidad.

Torres (2018) en su proyecto se planteó como objetivo Se realizó un estudio para evaluar la efectividad de Slurry Seal en el tratamiento superficial de pavimentos para el mejoramiento de la carretera que conecta los centros urbanos de Santa Rosa y San Francisco por el Río Mayo, jurisdicción del distrito de Tarapoto, estado y San Martín. Este estudio se realizó en los años 2016 y 2017 utilizando lechadas asfálticas como técnica de mantenimiento preventivo y correctivo de las vías. Se utilizó un diseño preexperimental con puntaje solo después de aplicar variables independientes, teniendo como población de estudio a 324 vecinos del centro de San Francisco del Río Mayo, calculado mediante métodos estadísticos para 56 vecinos Se hizo una encuesta utilizando la muestra proporcionada. El cuestionario utilizado ayuda a percibir el estado de la vía y sus proyecciones de mejora, se pudo llegar a la conclusión que utilizando los datos con los que se realizó el estudio técnico para sugerir el uso de un mortero asfáltico compuesto por arena gris triturada 87,36% procedente del Río Huallaga, 3.64% de relleno mineral filler de cemento Portland tipo I; y, 9% de cemento asfáltico óptimo.

Torres (2019) El objetivo general de este estudio fue determinar los resultados de la aplicación de cemento de asbesto para el mantenimiento de la superficie de asbesto de la Av. Evitamiento en el distrito El Tambo de Huancayo. El método de investigación fue científico, el tipo de investigación fue de aplicación-cuantitativo-cualitativo, el nivel de investigación fue descriptivo, la población fue

la zona de la Av. Evitamiento que se pavimentó, y el tipo de visualización fue probabilística. Se encontró que el Slurry Seal, que está compuesto por 13% de emulsión asfáltica CQS-1hp, 1.5% de relleno de cemento Portland tipo I, 10 % de agua y 1% de aditivo de sulfato de aluminio, produjo resultados significativos para el mantenimiento de la superficie asfáltica de la Av. Evitame el tramo: desde la Av. Mariscal Castilla a la AV. Huancavelica. Esto asegura una buena resistencia a la acción del tráfico y una correcta cohesión.

### ***1.1.2.2 Definiciones conceptuales.***

#### *1.1.2.2.1 Pavimentos Urbanos.*

El pavimento se define como una estructura construida sobre la calzada, o rasante, de un camino preestablecido, para soportar y distribuir los esfuerzos generados por los vehículos, mejorando la seguridad y la conveniencia de la circulación. Por lo general, se compone de capas de base, subbase y superficie de rodamiento. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2018).

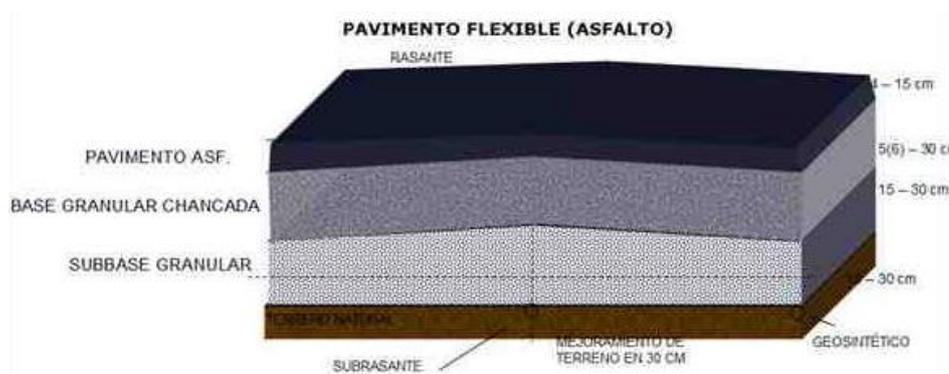
#### *1.1.2.2.2 Pavimento flexible*

Un pavimento flexible es un pavimento que consta de capas de asfalto a base de una mezcla bituminosa de alta temperatura aplicada a la capa base y la subcapa. Una pregunta común es si es mejor un pavimento rígido o un pavimento asfáltico. A decir verdad, no hay una respuesta universal a esta pregunta. Se deben considerar las variables involucradas en la elección del tipo de cobertura, y bajo las mismas circunstancias una opción puede ser mejor que otra. En realidad, es poco probable que duren más, pero las circunstancias en que se construyen con prácticas comunes dan ventaja a uno rígido sobre uno asfaltado, es noble en el sentido de que se puede

construir con poco espesor. Los constructores explotan esta nobleza para reducir los costos de construcción y hacer que el trabajo sea "económico". La utilización de losas de hormigón tiene un espesor estructural mínimo mayor que la capa asfáltica, lo que supone una ventaja frente a las construidas con asfalto.

**Figura 1**

*Estructura del pavimento flexible*



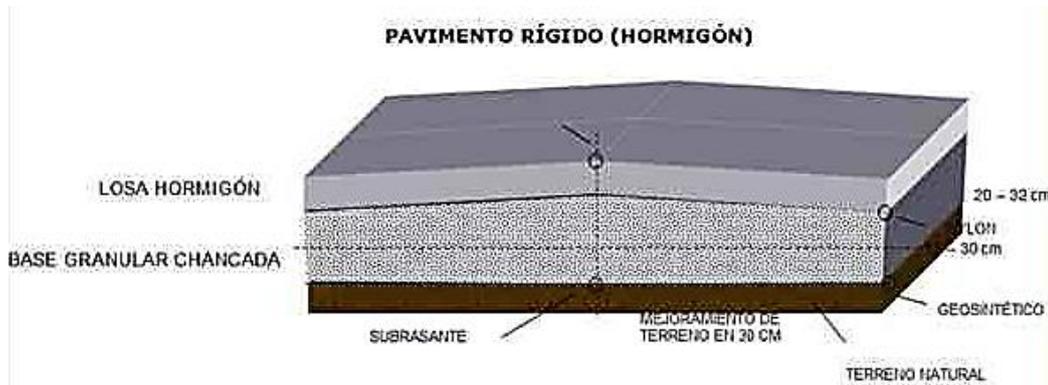
*Nota:* Pavimentos materiales, construcción y diseño. Fuente: Rondón (2018)

### 1.1.2.2.3 Pavimento rígido

Los pavimentos rígidos consisten básicamente en losas de hormigón armado o losas simples de concreto colocadas directamente sobre cimientos o plataformas. Debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, la placa absorbe la mayor parte de las fuerzas que actúan sobre la carretera, distribuye bien la carga de las ruedas y mantiene muy bajas las tensiones del subsuelo. Consta de losas de hormigón hidráulico, a veces con un refuerzo de hierro. Tienen un costo inicial más alto que sus contrapartes flexibles y una vida útil más corta de 20 a 40 años. El mantenimiento requerido es mínimo y (principalmente) se lleva a cabo en las uniones entre los componentes del conjunto a nivel de la superficie. (Salazar, 1997).

**Figura 2**

*Estructura del pavimento rígido*



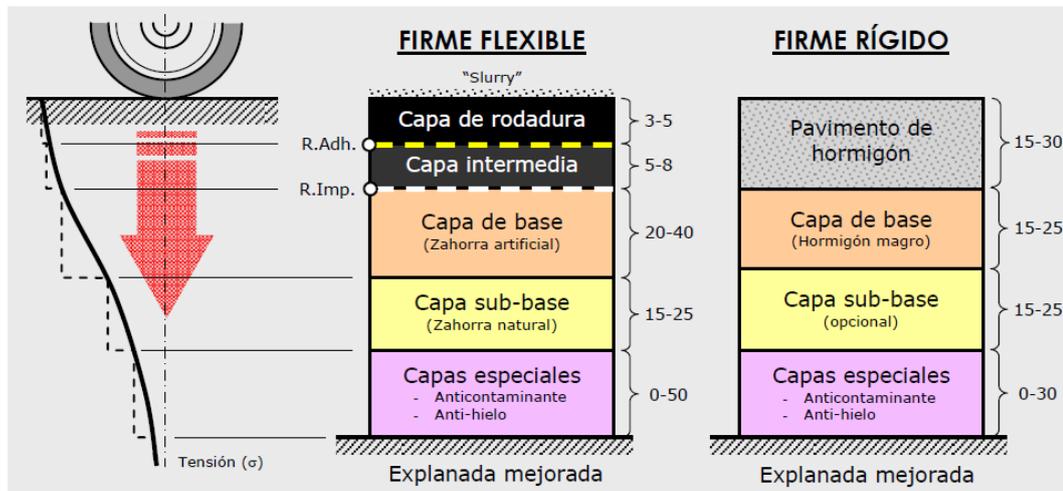
*Nota:* Pavimentos materiales, construcción y diseño. Fuente: Rondón (2018)

#### *1.1.2.2.4 Pavimentos semirrígidos*

En términos generales, un pavimento semirrígido o compuesto es una combinación de diferentes sistemas de pavimentación “flexibles” y “rígidas”. Por lo general, las capas rígidas están en la parte inferior y las capas flexibles en la parte superior. Los pavimentos compuestos suelen tener una capa base tratada con hormigón o cemento Portland y una superficie de desgaste de hormigón asfáltico. La estabilidad del suelo con un aglutinante hidráulico (cemento Portland) proporciona un material con suficiente capacidad de carga para construir cursos de cimentación en pavimentos muy cargados, como camiones y aviones. Editorial Macro, (2015).

**Figura 3**

*Distribución de las capas principales del pavimento*



*Nota:* Manual de carreteras y caminos

### 1.1.3 Tratamientos superficiales de vías de tránsito.

Consiste en la aplicación de una capa final de renovación formada por camellones continuos y cambiantes de asfalto y asfalto seco. Solo protege la base de los efectos del tiempo y la descomposición, sin fortalecer toda la estructura. Un tratamiento superficial solo crea una superficie impermeable; no repara abscesos severos, abrasiones o cortes. El beneficio de este uso es que le permite crear su cartera paso a paso con bastante facilidad sin necesidad de dispositivos sofisticados. Todos los tratamientos superficiales incrementan el periodo de vida en general de un proyecto. Cada tipo tiene uno o más propósitos específicos. Cuando se trata de tecnologías de pavimentación, el tratamiento de superficies abrasivas ha avanzado desde sistemas de bajo tráfico a sistemas de alto tráfico utilizados para mantener el pavimento abrasivo o proteger rutas estables. (Guerrero, 2014).

**Figura 4**

*Tratamiento Superficial de pavimentos*



*Nota:* Tratamiento superficial con emulsión asfáltica y análisis de costos respecto a placa huella.  
*Fuente:* Guerrero (2014)

#### **1.1.4 Tipos de Tratamientos Asfálticos.**

Los diversos tratamientos asfálticos van desde aplicaciones ligeras y sencillas de cemento asfáltico o emulsión bituminosa hasta varias aplicaciones de material asfáltico revestido con piedra triturada. Ciertos tipos de aditivos mixtos de asfalto también se consideran tratamientos superficiales de asfalto. Todos los tratamientos superficiales alargan la vida de útil de una carretera. Cada tipo tiene uno o más propósitos específicos. El tratamiento con asfalto se clasifica de la siguiente manera:

Las reparaciones a nivel de superficie incluyen la distribución de agregados y la aplicación de asfalto.

- Tratamientos sencillos a nivel de superficie (TSS)
- Tratamientos Superficiales Dobles (TSD)
- Tratamientos Superficiales Triples (TST)

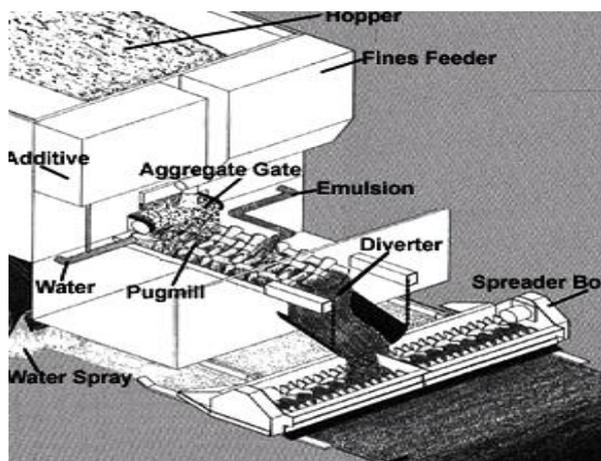
Reparaciones a nivel de superficie con una sola aplicación de asfalto;  
Restricciones relacionadas con las impresiones; y paliativos de contaminantes,  
Lechadas asfálticas; Riegos de liga; Riego pulverizado (sello de niebla);  
Laminación de carreteras (Slurry Seal).

#### ***1.1.4.1 Slurry Seal.***

Es una mezcla de filler, agua, emulsión asfáltica árida bien graduada con rotación lenta y finalmente aditivos. Esta mezcla de consistencia líquida tiene la capacidad de penetrar y sellar imperfecciones menores. La producción de lechada asfáltica se realiza mediante equipos montados en camiones especialmente diseñados, cuya tecnología de punta garantiza un proceso de mezcla suave y uniforme. La lechada se realiza de forma rápida y precisa in situ, mezclando y dosificando en una única operación continua. Con el uso de esta tecnología, la superficie de la carretera se puede abrir en un corto período de tiempo.

**Figura 5**

*Esquema de máquina para tratamiento superficial con Slurry Seal*



*Nota:* Schematic of a Slurry Surfacing Machine. Fuente: Holleran (2001)

## **1.2. Descripción de la institución y el tipo de servicio que otorga**

### **1.2.1. Descripción de la institución.**

El Municipio Provincial de Mariscal Nieto, como órgano de gobierno local, apoya el desarrollo integral y sustentable de la Provincia de Mariscal Nieto, y es responsable de orientar las políticas públicas locales en un rango de horizontes temporales en la dirección de sus objetivos deseados, estado futuro. En este sentido, en uso de la autonomía administrativa prevista por la Constitución Política del Perú, la Ley Orgánica de Gobiernos Municipales, y su reformatoria, la Ley de Acreditación de Gobiernos Regionales y Locales, teniendo en cuenta las peculiaridades de geografía y jurisdicción de cada jurisdicción, y lo dispuesto en la Ley Marco para la Modernización del Estado.

Como parte de su estructura organizativa, el municipio incluye los departamentos de servicios de la ciudad, desarrollo económico y social, administración tributaria, planificación ambiental urbana y rural e infraestructura pública. A través de estos departamentos, la misión de brindar servicios a la población de Moquegua, se lleva a cabo la cultura, la recreación, el deporte, la salud, la vivienda y la promoción de los negocios locales. Es política provincial e institucional elevar paulatinamente los estándares de calidad y ampliar el alcance de la cobertura de estos servicios.

### **1.2.2. Funciones de la institución.**

- Planificar, realizar y promover, a través de los organismos correspondientes, una serie de acciones destinadas a proporcionar a los ciudadanos el entorno necesario para satisfacer sus necesidades básicas de bienestar social,

económico y físico, vivienda, seguridad, alimentación. abastecimiento, educación, recreación e integración.

- Elaborar planes provinciales de ordenamiento territorial y desarrollo local integrado de acuerdo con las necesidades y demandas de la sociedad, así como planes de desarrollo nacional y regional.
- A través de los planes de desarrollo local, recomendar la estructuración y desarrollo económico social de las entidades relacionadas con la pequeña y micro empresa.
- Diagnóstico, diseño y definición de mecanismos de implementación relacionados con el desarrollo organizacional del municipio, con un enfoque en la racionalización de los recursos que maneja para maximizar su prestación de servicios vecinales.
- Gestionar los programas de seguridad territorial, habitacional y colectiva de conformidad con la Ley Orgánica de Municipios y abogar por su implementación.
- Desarrollar programas a nivel municipal en las áreas de población, salud y saneamiento ambiental tomando en consideración las necesidades y problemáticas de la comunidad circundante.
- Fomentar iniciativas educativas en beneficio de la comunidad, así como desarrollar actividades culturales, turísticas, recreativas y deportivas.
- Supervisar el suministro de bienes y servicios y su comercialización de acuerdo con las normas legales y municipales.
- Implementar la racionalización del transporte, la vialidad y el transporte público para brindar un servicio efectivo al barrio. Promover la

participación activa de la población a través de las diversas modalidades establecidas en la Ley Orgánica, con el objeto de concertar esfuerzos que optimicen los servicios prestados por la municipalidad.

- Fomentando siempre la coordinación estratégica de los planes integrales de desarrollo distrital. Los planes que emitan los municipios de un distrito en cuanto a la ordenación del espacio físico y uso del suelo, deberán sujetarse a dichos planes, así como a las ordenanzas generales municipales y provinciales aplicables.
- Promover, apoyar y ejecutar proyectos de inversión y servicios públicos municipales que presenten objetivamente externalidades o beneficios económicos a nivel provincial; para ello, deben adherirse a los convenios correspondientes con los municipios Distritales correspondientes. Emitir las normas técnicas generales, en materia de organización del espacio físico y uso del suelo, así como, protección y conservación del medio ambiente.
- Cumplir las demás funciones señaladas en la Ley Orgánica de Municipios y demás disposiciones legislativas conexas; y
- Administrar el patrimonio municipal con prudencia para fortalecer la economía local.

### **1.3. Contexto socioeconómico y descripción del área de la institución**

#### **1.3.1 Aspectos socioeconómicos.**

La administración local de Mariscal Nieto evaluó y priorizó la elaboración de la ficha técnica a través de la elaboración y ejecución de la ficha de mantenimiento: “mantenimiento para la conservación de la transitabilidad mediante tratamiento

superficial slurry seal, señalización horizontal y vertical en la avenida 01 y calles 01 y calle 04 del centro poblado de Chen Chen del distrito de Moquegua”.

El proyecto de mantenimiento vial se basa en la necesidad de mejorar la infraestructura pública, dando el mantenimiento a las vías del Centro Poblado de Chen Chen. La Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto, conociendo la problemática es que, programa y prioriza la presente el proyecto de mantenimiento vial, ejerciendo sus planes en apoyo a la calidad de vida de la población del C.P Chen Chen, así como de los beneficiarios que son la población beneficiaria en la ejecución de la misma; proporcionando además fuentes de trabajo como parte de la reactivación económica producto a la pandemia actual y situación de emergencia sanitaria suscitada en nuestro país.

### **1.3.2 Ubicación geográfica.**

Las coordenadas geodésicas de Moquegua se encuentran entre los 15°17' y 17°23' de latitud sur; el departamento está ubicado en el sur del Perú. Limita al norte con los departamentos de Puno y Arequipa, al este con Puno y Tacna, al sur con Tacna y al este con el Océano Pacífico y Arequipa. La capital del departamento, Moquegua, es una ciudad ubicada a 1,410 millas de distancia.

La ciudad capital del departamento, Moquegua, se encuentra a 1.410 millas de distancia. Mariscal Nieto, General Sánchez Cerro e Ilo conforman las tres provincias que componen Moquegua.

- Región : Moquegua
- Provincia : mariscal nieto

- Distrito : Moquegua
- Sector : c.p. Chen Chen

**Figura 6**

*Ubicación geográfica de la región Moquegua*



*Nota:* Carpeta Georreferencial Región Moquegua Perú. Fuente: Oficina de Gestión de la Información y Estadística (2019)

**Figura 7**

*Ubicación de la Provincia Mariscal Nieto y distrito de Moquegua*



*Nota:* Carpeta Georreferencial Región Moquegua Perú. Fuente: Oficina de gestión de la información y estadística (2019)

### **1.3.3 Descripción del área.**

La autoridad en línea encargada de planificar y ejecutar los proyectos de infraestructura pública mencionados en los planes de desarrollo territorial y urbano se denomina Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano. Además de realizar el mantenimiento de la infraestructura pública, mediante la oficina de elaboración y ejecución de fichas técnicas de mantenimiento.

Son deberes y responsabilidades de la gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano:

1. Organizar y supervisar la ejecución de los proyectos de infraestructura pública que se prioricen de acuerdo con el plan territorial y el plan de desarrollo urbano.
2. Supervisar la elaboración del expediente técnico, o documento equivalente, de los proyectos de infraestructura, verificando los supuestos técnicos, económicos y de dimensionamiento establecidos en la ficha técnica o estudio de preinversión, según corresponda.
3. Asesorar sobre normas y métodos destinados a mejorar las operaciones de la Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano.
4. Revisar, aprobar, verificar y retroalimentar los documentos que tomarán en cuenta las unidades orgánicas bajo la tutela de la gerencia de Infraestructura pública.
5. Supervisar los procedimientos administrativos de las unidades orgánicas bajo su control de acuerdo con el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) de la Entidad.

6. Aprobar y supervisar la ejecución de las actividades de mantenimiento de la infraestructura pública.

Para el cumplimiento de determinadas funciones, la Dirección de Infraestructura pública está facultada para establecer unidades operativas o grupos de trabajo (unidades organizativas internas no estructuradas) relacionadas con las siguientes materias:

- Creación del expediente técnico.
- Cierre y liquidación de proyectos.

#### **1.4. Descripción de la experiencia**

El proceso de mejoramiento de la infraestructura vial, especialmente vial, ha recibido mucha atención por parte de los gobiernos locales en los últimos años, pues es claro que la disponibilidad de vías de tránsito en perfectas condiciones para el transporte es un factor importante de competitividad y desarrollo, además del ordenamiento urbano, además de promover el desarrollo de la zona y brindar una alta calidad de vida a sus residentes.

Los trabajos realizados se enfocan en el desarrollo de la asistencia técnica para la elaboración y ejecución de la ficha técnica de mantenimiento vial de la avenida 01 y calle 02 y 04 del centro poblado Chen Chen. Parte de la aplicación de la asistencia técnica desarrolla la aplicación del “Slurry Seal” como método de tratamiento superficial para el mantenimiento de las propias vías, Slurry Seal es un sello de asfalto que se utiliza para una variedad de aplicaciones en varios tipos de caminos y calles. El recubrimiento de lechada es una mezcla pastosa oscura que contiene agregados, emulsión bituminosa, agua y relleno mineral.

## **1.5. Explicación del cargo y función ejecutada**

### **1.5.1. Descripción asistente técnico.**

La función principal ejecutada en el proyecto de elaboración y ejecución de mantenimiento vial fue de asistencia técnica en ingeniería civil, cumpliendo el rol de la asistencia en la elaboración y posterior ejecución del proyecto de mantenimiento vial, además de la redacción de informes, garantizar el correcto funcionamiento de la actividad de mantenimiento realizando tareas de apoyo como la presentación, planificación y coordinación de las actividades del mantenimiento adecuadamente. El perfil a cumplir dentro de la función fue:

- Bachiller en ingeniería civil.
- Gestión técnica de documentos y gestión de archivos
- conocimiento de Auto CAD S10 y MS Project; y
- dominio de Windows, Word y Excel.
- Proactivo, capacidad de trabajar bajo presión.

Características del perfil técnico

- Gestión de archivos
- control de proyectos en curso
- Revisión de procedimientos técnicos, planos y expedientes
- elaboración de proyectos y expedientes; y
- otras funciones intrínsecas al servicio primario en coordinación con el jefe de área.

### **1.5.2. Funciones de asistencia técnica.**

- Ejecutar trabajos de campo, guiar, controlar y vigilar permanentemente (diaria) los trabajos y servicios en ejecución en el área donde se están realizando los trabajos, así mismo supervisar los servicios, controlar al personal obrero y/o pequeñas empresas de mantenimiento, según su modalidad de contratación.
- Elaboración de planos, metrados, especificaciones técnicas, estructuración de presupuesto y análisis de precios unitarios, realizar la programación física y valorizada, realizar los presupuestos desagregados según las específicas de gastos.
- Verificar e informar sobre el abastecimiento y suministros de insumos al almacén de la actividad.
- Verificación de Operadores y Equipo Mecánico insitu asignado a la ejecución de la actividad de mantenimiento.
- Formulación de los cuadros de necesidades, con cargo a la actividad de mantenimiento rutinario y/o preventivo debidamente sustentados (Incluyendo la elaboración de los Términos de Referencia y/o Características Técnicas según corresponda).
- Supervisión de los trabajos de mantenimiento periódico y/o rutinario, en los aspectos técnicos.
- Gestionar personalmente todos los informes y/o documentos que tengan relación a la actividad de mantenimiento.
- Realizar y presentar todos los informes mensuales según el mes correspondiente, según directivas vigentes dentro los plazos establecidos (5

días hábiles, contados a partir del último día del mes correspondiente), así mismo apoyar en la elaboración y formulación del informe final de la actividad de mantenimiento, según formatos establecidos en la directiva de la municipalidad provincial mariscal nieto.

- Brindar a la municipalidad provincial toda la documentación realizada, elaborada y gestionada durante la ejecución del mantenimiento preventivo y/o rutinario, debidamente foliado y ordenado por asuntos.

### **1.6. Propósito del puesto**

El objetivo del puesto de trabajo es, acompañar durante el proceso de formulación, elaboración y ejecución de la ficha de mantenimiento vial de la avenida 01 y calles 02 y 04 del centro poblado de Chen Chen y participar activamente en la planificación y puesta en práctica del aspecto de asistencia técnica, además dar a conocer los resultados de la ejecución de los trabajos durante la etapa de colocación del Slurry Seal a fin de la recuperación de la carpeta asfáltica de dichas vías, con el fin de llevar el correcto mantenimiento vial y recuperación de las calles de la ciudad.

Los objetivos del puesto de trabajo fueron:

#### **1.6.1. Objetivo general.**

Aplicar el conocimiento técnico sobre el manejo y uso del Slurry Seal como tratamiento superficial de la ficha de mantenimiento vial para lograr que la avenida 01 y calles 02 y 04 del Centro Poblado Chen Chen tengan las condiciones adecuadas para la transitabilidad vehicular y peatonal.

### **1.6.2. Objetivos específicos.**

- Generar los aportes técnicos para el mejoramiento de las condiciones de las infraestructuras viales.
- Aplicar los principios de reparación de la transitabilidad vehicular mediante la aplicación de “Slurry seal”, eliminación del polvillo existente, señalización con marcas en el pavimento y saneamiento de baches.

### **1.7. Producto o proceso que será objeto del informe**

El enfoque principal del informe es la aplicación de lechada asfáltica, mortero acrílico y lechada acrílica para el mantenimiento de proyectos de viales.

Aunque el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos establece que su aplicación es tanto para caminos pavimentados como no pavimentados, especifica que el uso de los términos "slurry seal", "mortero asfáltico", "lechada asfáltica" y "sellos" es para nuevas carreteras flexibles con poco tráfico volúmenes y para renovaciones de superficies. En cambio, el Manual de Conservación de Viales menciona que el “slurry seal” se utiliza para carreteras nuevas flexibles con bajo tráfico.

Por un lado, Castiblanco (2015) afirma que el uso del micro pavimento, también conocido como lechada, es apropiado tanto para vías urbanas como rurales (pavimentos flexibles, afirmado). Por su parte, Orellana (2015). explico que la lechada asfáltica (slurry seal) se utiliza como un tratamiento superficial que se puede colocar como tapas protectoras sobre caminos estabulados o como una técnica de conservación general sobre pavimentos asfálticos.

Como resultado, para aclarar la aplicación de los términos del estudio, es necesario hacer el análisis de fuentes primarias de América Latina y el mundo, que se trata con más detalle a continuación.

La aplicación del Slurry Seal varía según la clasificación granulométrica.

- Tipo I: Se utiliza para rellenar huecos superficiales y corregir condiciones superficiales moderadas; si se utiliza el agregado tipo I para calles, se recomienda que se requiera la máxima cantidad de compactación.
- Tipo II: Se utiliza para rellenar vacíos, corregir condiciones severas de la superficie y proporcionar el sellado de la superficie. Un ejemplo de este tipo de superficie de lechada asfáltica se veía en pavimentos con superficies de textura media que necesitaban esta cantidad de adición para llenar los vacíos y tener la menor cantidad de superficie utilizable. Otro ejemplo puede ser la colocación de una lechada en una base flexible, una base estabilizada o un suelo relleno de cemento como sellador antes de la pavimentación final.
- Tipo III: se utiliza para proporcionar una mejor superficie de uso y mayor resistencia al deslizamiento. Este tipo de superficie de lechada se usa típicamente como la segunda o tercera tapa de un tratamiento de lechada de capas múltiples sobre una base flexible, una base estabilizada o una superficie a base de cemento. ISSA, (2010).

## **1.8. Resultados concretos que ha alcanzado en este periodo de tiempo**

### **1.8.1 Slurry seal (mortero asfáltico): e = 10 mm.**

Es una mezcla de agregado fino debidamente graduada, cemento portland tipo I, emulsión asfáltica CSE 1 H y agua pura que se utiliza para el mantenimiento tanto

correctivo como preventivo de caminos existentes, así como nueva rodadura para caminos livianos, medianos y pesado tráfico.

El SLURRY SEAL, también conocido como MORTERO ASFALTICO, sella grietas y fisuras existentes, evita la dispersión del material añadido, mejora la resistencia al deslizamiento y la abrasión, y es especialmente resistente al desgaste. Su vida útil aproximada para el tráfico local y regional es de un milímetro por año, aunque un mantenimiento adecuado puede extender esta vida útil (cuidado del drenaje, limpieza de agregados sobre la calzada, etc.)

La tecnología moderna de mortero asfáltico se utiliza en la pavimentación y se instala en espesores que van desde los 6 mm hasta los 15 mm. Lo único que se necesita para obtener el mortero asfáltico es abrir el tráfico. Existen tres tipos de mortero asfáltico según el tipo de tráfico (ligero, medio y pesado) y la granulometría de la arena, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1***Especificaciones granulométricas para slurry seal*

<b>Tipo de slurry</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
	Sello fino y relleno de grietas	Sello general superficies de textura media	1 <sup>ra</sup> y/o 2 <sup>da</sup> aplicación de superficies de textura alta
Uso general	Trafico liviano	Trafico mediano	Tráfico pesado
<b>Tamaño de tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa %</b>		
3/8" (9.5mm.)	100	100	100
Nº4 (4.75mm.)	100	90-100	70-90
Nº8 (2.36mm.)	90-100	65-90	45-70
Nº16 (1.18mm.)	65-90	45-70	28-50
Nº30 (600pm.)	40-65	30-50	19-34
Nº50 (300pm.)	25-42	18-30	12-25
Nº100 (150pm.)	15-30	10-21	7-18
Nº200 (75pm.)	10-20	5-15	5-15
Contenido de asfalto residual, % en peso del agregado seco	10-16	7.5-13.5	6.5-12
% Desgaste a la abrasión	30-35	30-35	30-35
Tasa de aplicación Kg/m <sup>2</sup> basado en el peso del agregado seco	3-5.5	5.5-8	8 ó más

El mortero asfáltico se fabrica a una temperatura ambiente mínima de 8 o C sin clima húmedo, con una consistencia semilíquida. Dependiendo de la duración del proyecto, puedes prepararlo en un carrito, una batidora de trampantojo o un micro -adoquín. Transcurridas dos o tres horas desde su colocación, se deberá abrir al tráfico la mezcla asfáltica de Mortero.

En algunos casos, especialmente en los áridos de tipo III, es necesario señalar la presencia de zonas rugosas. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que estas rugosidades están desapareciendo con el tráfico continuo.

Antes de colocarlos, se debe limpiar el área de trabajo de cualquier material sucio y bloquearla.

Para la preparación del mortero se utilizan los siguientes materiales (cantidades aproximadas):

- Emulsión asfáltica CSE 1 H : 63 galones.
- Arena gruesa seleccionada : 0.011 metro cubico por metro cuadrado
- De un diámetro de 3/8"-200 : 1.10 metros cúbicos (10% Desperdicios)
- Agua pura : 63 Galones
- Cemento Portland tipo I : 35 kilogramos.

Esta mezcla se aplicará a la obra en buguis y se ampliará con regla metálica cuando las áreas de trabajo sean pequeñas y con el Micro pavimentador Camión cuando las áreas de trabajo sean grandes. Posteriormente se rellenarán las juntas con paletas de jebe y/o tabloncillos metálicos, mientras es utilizando personal especializado, y se utilizará un yute para darles la rugosidad necesaria.

Cuando hayan pasado de dos a tres horas desde la colocación, se abrirá el camino. En este momento no se permitirá el ingreso de animales, personas, vehículos u otros agentes que puedan dañar el Slurry Seal.

Previamente a la construcción, se deben realizar las valoraciones de materiales necesarias para asegurar que son los adecuados (ensayos de abrasión y ensayos de granulometría de áridos). El mortero asfáltico se diseñará de acuerdo con el agregado apropiado, y cuando el sello de lechada esté en su lugar, se tomarán muestras para las pruebas de control de calidad. Estas muestras serán enviadas a un laboratorio para su limpieza y verificación de su similitud.

Su unidad de medida será el metro cuadrado y el pago se realizará de acuerdo con un análisis de precios unitarios

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1. Explicación del papel que jugaron la teoría y la práctica en el desempeño laboral en la situación objeto del informe, como se integraron ambas para resolver problemas**

##### **2.1.1. La Lechada Asfáltica (Slurry Seal).**

El Slurry Seal es un método de pavimentación de mezcla en frío que puede abordar una amplia gama de problemas en calles, aeropuertos, estacionamientos y entradas de vehículos. Considere Slurry Seal como una superficie de asfalto de grado industrial. Los principales ingredientes utilizados para hacer la lechada son los agregados finos, la emulsión asfáltica y los rellenos, los cuales se mezclan de acuerdo con una fórmula de mezcla de diseño de laboratorio. También se agrega agua para la productividad.

Las aplicaciones más comunes del slurry seal cemento son las siguientes:

- Protección de pavimentos ya que proporciona una selladura impermeable y antideslizante.

- Relleno de elementos patológicos tipo rajadura o fisura.
- Restauración de la resistencia antideslizante.
- Detener los procesos destructivos.
- Restauración del aspecto físico de la vía.

Existen tres tipos diferentes de caliza asfáltica disponibles para su uso en cualquier tipo de pavimento que necesite ser conservado.

- a) Tipo I: Se suele utilizar para maximizar la penetración de fisuras y grietas y para sellar en vías con baja densidad de tráfico de vehículos.
- b) Tipo II: Se utiliza para reparar y corregir ondulaciones que van de leves a severas y para fortalecer la resistencia al deslizamiento. Este tipo de lechada asfáltica es la más común y se puede encontrar en áreas de tráfico moderado a intenso.
- c) Tipo III: Se utiliza para corregir las condiciones de deterioro de la superficie y para dotar al pavimento de resistencia al deslizamiento bajo altos volúmenes de tránsito.

### **2.1.2. Equipos utilizados.**

Aunque se pueden usar mezcladores comunes y se pueden extender manualmente, es más común aplicarlos usando equipos automáticos que mezclan los componentes y también trabajan directamente en el extendido o la colocación del material.

Estos camiones autopropulsados cuentan con compartimentos para cada uno de los componentes de la mezcla asfáltica lechada: por un lado, los aditivos; por el otro, el relleno. Cada compartimento tiene una entrada de emulsión y otra

adicional para agua. Se dirigen a la vasija de mezcla y la lechada asfáltica ya mezclada se descarga a la vasija de extensión donde se aplica al pavimento. El proceso de mezcla que se lleva a cabo en estos camiones se puede ver mejor en la toma que sigue.

### **2.1.3. Procedimiento constructivo.**

- a) El trazado a tratar se prepara realizando un bacheo previo de las zonas inestables del pavimento existente.
- b) La mezcla se realiza en una mezcladora continua móvil con cantidades exactamente medidas de emulsión asfáltica, arena, relleno y agua.
- c) La lechada es expulsada y extendida utilizando un camión extensor, asegurando una aplicación uniforme de la mezcla en toda la superficie tratada. No debe colocarse en un ambiente con clima inestable o húmedo, bajas temperaturas atmosféricas o temperaturas del pavimento por debajo de los 10 grados centígrados.
- d) Se permite un tiempo de espera de entre 30 minutos y cuatro horas antes de abrir la vía al tráfico.

## **2.2. Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrió para resolver la situación profesional objeto del informe**

### **2.2.1. Aplicación de slurry seal sobre afirmado.**

Según el informe Pautas Metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la elaboración y evaluación social de proyectos de inversión pública de vías, actualizado al año 2015, la aplicación de la lechada se puede realizar en vías con bajo volúmenes de tráfico con hasta 500.000 EE de tráfico.

Utilizando la Metodología para Pavimentos Flexibles AASHTO 93, y con una altura mínima de base granular de 150 mm, se diseñó un pavimento con una capa superficial de lechada de 12 mm. Este diseño no incluyó un coeficiente estructural estimado porque el sello de lechada no proporciona ningún soporte estructural.

De manera similar a lo anterior, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014), en su Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, recomienda diseñar slurry seals utilizando el método AASHTO 93, a pesar de que este método no agrega ningún valor estructural. En cambio, este manual proporciona un valor de coeficiente estructural para el slurry seal que se tiene en cuenta durante el diseño.

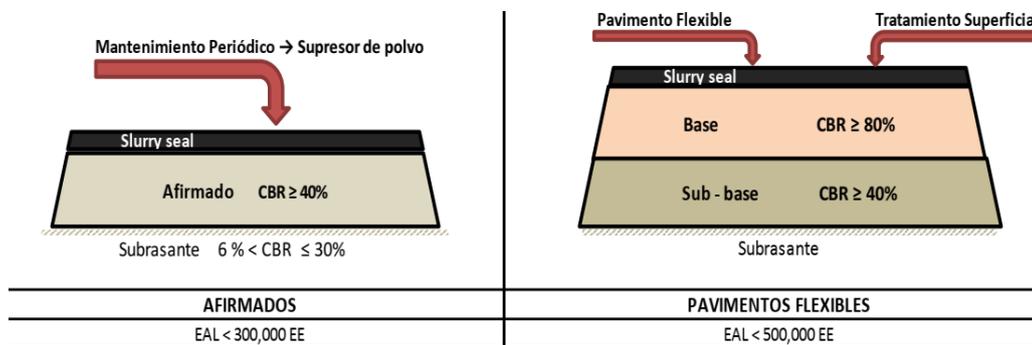
Por otro lado, en la Sección de Suelos y Pavimentos del mismo manual, se desarrolla la metodología para el diseño de la mencionada estructura utilizando el Método de Diseño NAASRA, y se sugiere que el ingeniero proyectista evalúe la necesidad de esta aplicación tomando un año en cuenta como el período de servicio. Sin embargo, no está claro si esta alternativa se puede utilizar durante las fases de construcción o mantenimiento de la infraestructura de las carreteras pavimentadas.

El mantenimiento periódico de los morteros asfálticos está recomendado en el Manual de Carreteras:

Al diseñar un pavimento utilizando las metodologías antes mencionadas, es importante tener en cuenta que los requisitos para pavimentos rígidos y flexibles son diferentes.

**Figura 8**

*Exigencias de agregado*



Es crucial reconocer el estándar de diseño basado en el principio de ahuellamiento en cada caso.

**Tabla 2**

*Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento*

Componente del pavimento	Coeficiente	Valor coeficiente estructural $a_i$ (cm)	Observación
Capa superficial			
Carpeta asfáltica en caliente, modulo 2,965 MPa (430,00 PSI) a 20 oC (68 oF)	a1	0.170 / cm	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Carpeta asfáltica en frio, mezcla asfáltica con emulsión	a1	0.125 / cm	Capa superficial recomendada para tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	a1	0.130 / cm	Capa superficial recomendada para tráfico $\leq 1'000,000$ EE Capa superficial recomendada para tráfico $\leq 500,000$ EE.
Tratamiento superficial bicapa	a1	0.250 (*)	No aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.

Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm	a1	0.150 (*)	Capa superficial recomendada para tráfico $\leq 500,000$ EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) valor global (no se considera el espesor)			
Base			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.052 / cm	Capa de base recomendada para tráfico $\leq 5'000,000$ EE.
Base granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.054 / cm	Capa de base recomendada para tráfico $> 5'000,000$ EE.
Base granular tratada con asfalto (estabilidad Marshall = 1500lb)	a2a	0.115 / cm	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (resistencia a 1 compresión 7 días=35kg/cm <sup>2</sup> )	a2b	0.070 cm	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (resistencia a 1 compresión 7 días=12kg/cm <sup>2</sup> )	a2c	0.080 cm	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Sub base			
Sub Base granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.047 / cm	Capa de sub base recomendada para tráfico $\leq 15'000,000$ EE.
Sub Base granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.050 / cm	Capa de sub base recomendada para tráfico $> 15'000,000$ EE.

*Nota:* Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

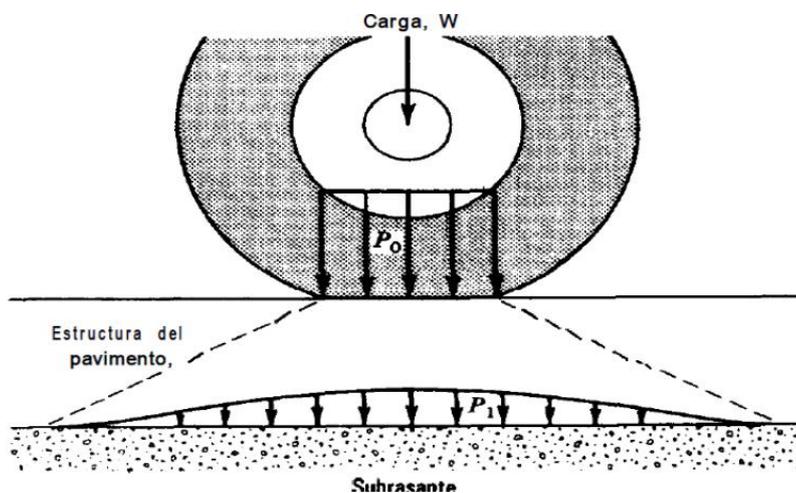
### 2.2.2. Ahuellamiento para pavimentos flexibles.

El Instituto Asfalto (1991), en su Manual Serie No. 1 (MS-1), describe el pavimento Asfáltico como un sistema multicapa elástico cuya metodología de diseño tiene en cuenta dos condiciones de trabajo - deformación:

- El peso transportado por la rueda  $W$  se transmite a la superficie del pavimento a través del sistema hidráulico como una presión vertical  $P_0$  aproximadamente uniforme. Entonces, los esfuerzos de carga se dispersan por los elementos estructurales del pavimento, donde se encuentran en su máxima intensidad  $P_1$ .

Figura 9

*Distribución de la presión de carga del neumático a través de la estructura del pavimento*

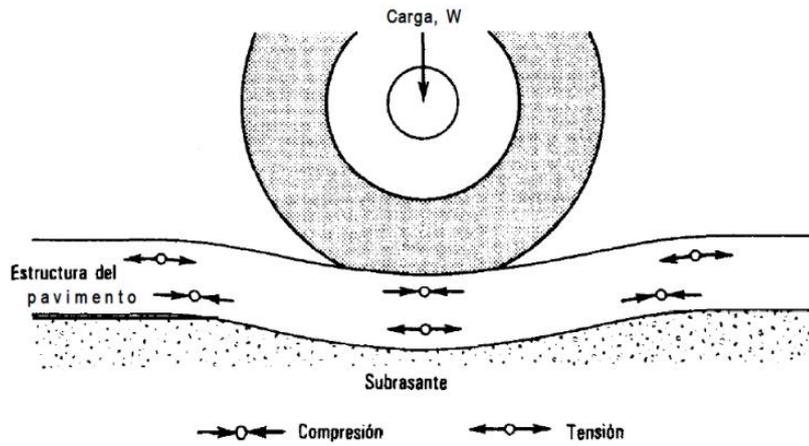


Nota: Instituto del Asfalto (1991)

- La segunda condición se observa en la Figura donde la carga sobre la rodera en forma de  $W$  desvía la estructura del pavimento, ejerciendo presión y provocando deformaciones por compresión y tracción.

**Figura 10**

*Esfuerzos de tensión y compresión causado por la deformación del pavimento*

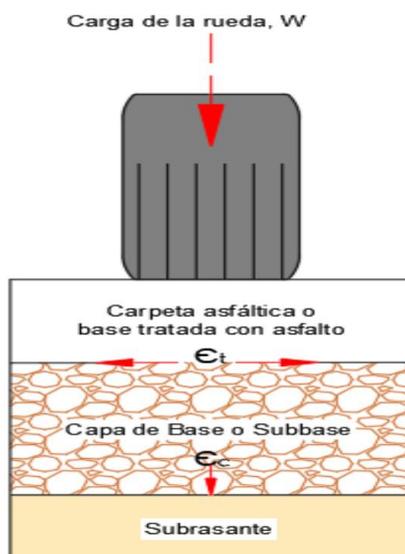


*Nota:* Instituto del Asfalto (1991)

- Como se puede observar en la figura, la deformación por compresión vertical se extiende hasta la parte superior del casquete subrasante, mientras que la deformación por compresión horizontal alcanza el fondo del casquete asfáltico más profundo.

**Figura 11**

*Deformaciones en un pavimento asfáltico*



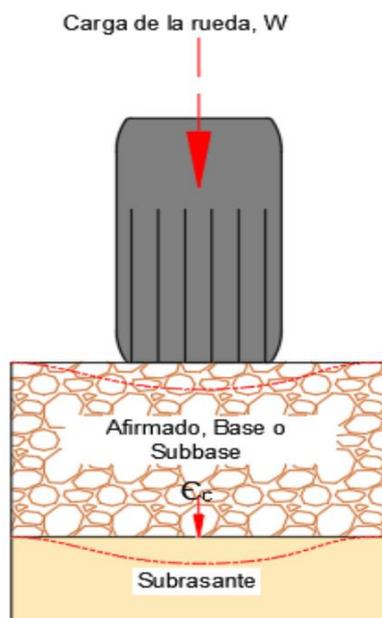
Mientras que una deformación por compresión vertical excesiva dará como resultado deformaciones permanentes en la superficie del pavimento al sobrellenar la subrasante, una deformación por tensión horizontal excesiva dará como resultado fisuras en la cubierta asfáltica. En conclusión, el diseño estructural de un pavimento flexible se basa en los principios de fisuras asfálticas en la interfase base-asfalto y ahuellamiento en la subrasante.

Según, Leiva et al. (2016), el estándar de referencia o valor límite comúnmente utilizado para el ahuellamiento es de 12,5 mm ( 0,5").

Si tenemos en cuenta que el slurry seal, también conocido como mortero de amianto, tiene un espesor máximo de 12 mm y no proporciona soporte estructural, entonces parece lógico que sólo se haga una afirmación de acuerdo con el principio de ahuellamiento.

**Figura 12**

*Deformaciones en un afirmado*



### 2.2.3. Ahuellamiento en afirmado según AASHTO.

La metodología AASHTO presenta dos principios rectores: el principio de ahuellamiento permisible y el principio de pérdida de agregados en caminos con superficie de gravas.

### 2.2.4. Ahuellamiento Permisible.

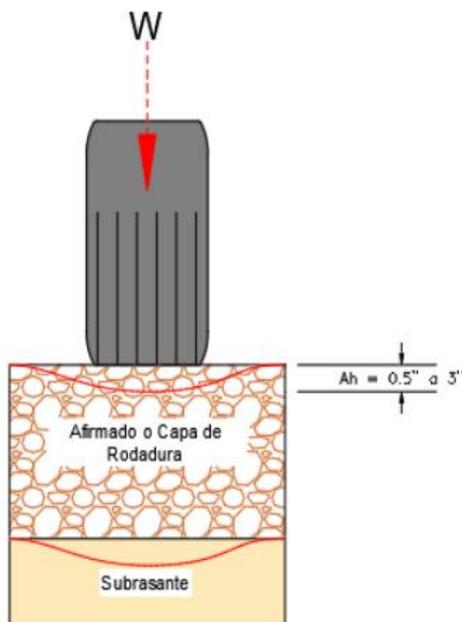
La obstrucción permisible es causada por el peso de los vehículos cuando pasan sobre la superficie de la carretera, ejerciendo presión sobre la misma.

Permite comprender cómo la deformación estructural del pavimento afecta la resistencia del subsuelo.

El rango de ahuellamiento para caminos con superficie grabada varió de 0.5" a 3", como se muestra.

**Figura 13**

*Ahuellamiento en afirmado*



### 2.2.5. Modos de Ahuellamiento.

Debido al mayor consumo de combustible y riesgo de calado del vehículo en el agua o hielo en los surcos del ahuellamiento, el ahuellamiento perjudica a los usuarios de las vías y carreteras. La capacidad de la tapa granular puede verse reducida por el agua que se retiene en los surcos del ahuellamiento y penetra en el pavimento. (Dawson y Kolisoja, 2004).

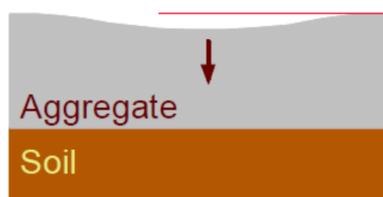
Existen cuatro modos o mecanismos de falla que se detallan en los siguientes párrafos:

#### Modo 0

Como se ve en la figura, hay una depresión en la superficie del material agregado cerca de las ruedas. Esta depresión puede deberse a una compactación inadecuada del material granular, por lo que se recomienda mejorar el nivel de compactación para disminuir el ahuellamiento.

**Figura 14**

*Modo 0 de ahuellamiento*



*Nota:* Permanent Deformation. Fuente: Dawson y Kolisoja (2004)

#### Modo 1

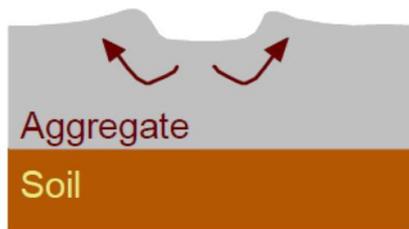
Este tipo de ahuellamiento es causado por el material granular que se encuentra inmediatamente debajo de la superficie del pavimento que tiene una

inadecuada o débil resistencia al corte; como resultado, se debe mejorar la calidad del agregado o reducir la tensión ejercida sobre el sistema neumático para disminuir este tipo de ahuellamiento.

Como se puede ver en la figura, este modo 1 idealiza la deformación que ocurre solo en la tapa del extremo del vástago en lugar de la estructura de soporte. Asimismo, la sección transversal muestra el modo 1 de ahuellamiento producido sobre un pavimento.

**Figura 15**

*Modo 1 de ahuellamiento*



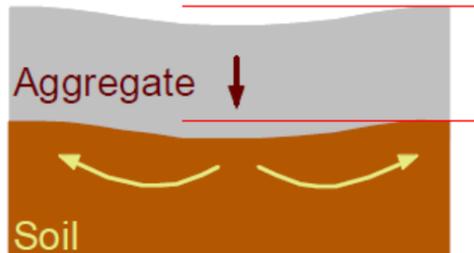
*Nota:* Permanent Deformation. Fuente: Dawson y Kolisoja (2004)

**Modo 2**

Como se observa en la figura, la deformación provocada por el corte se produce en el subrasante, provocando que el tapón añadido se deforme aunque sea de mayor calidad.

**Figura 16**

*Modo 2 de ahuellamiento*



*Nota: Permanent Deformation. Fuente: Dawson y Kolisoja (2004)*

### Modo 3

El modo 3 de ahuellamiento, que puede presentarse de manera similar a la forma Modo 0, puede ser provocado por la pérdida o abrasión de neurotransmisores.

#### **2.2.6. Modos combinados.**

El ahuellamiento, en la práctica, puede tomar cualquiera de las formas antes mencionadas. En la Figura, vemos una combinación de la Forma 1 (deformación de la capa granular) y la Forma 2 (deformación de la subrasante).

#### **2.2.7. Ahuellamiento en caminos de tierra, grava o afirmado según USACE.**

El algoritmo del ahuellamiento fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos en 1978 y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$RD = 0.1741 \times \frac{P_K^{0.4707}}{(\text{Log}t)^{2.002}} \times \frac{t_p^{0.5695}}{C_1^{0.9335}} \times \frac{R^{0.2476}}{C_2^{0.2848}}$$

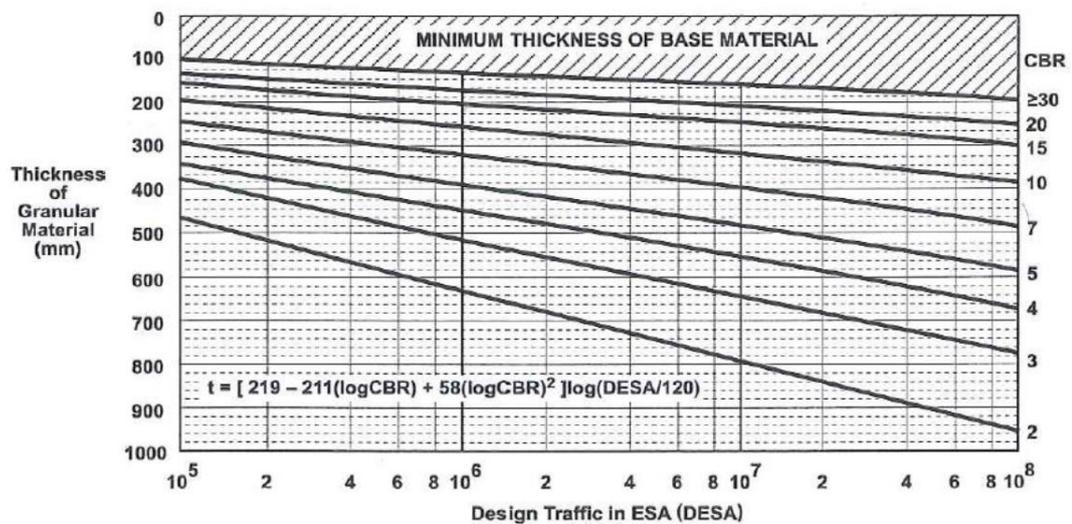
- RD : Profundidad de ahuellamiento, pulgadas
- PK : Carga equivalente de una rueda, Kips
- Tp : Presión de llantas, psi
- t : Espesor de la rasante, pulgadas
- R : Repeticiones de carga o pasadas
- c1 : CBR de la rasante
- c2 : CBR de la subrasante

### 2.2.8. Ahuellamiento para afirmado según NAASRA.

A medida que continuamos nuestra investigación, consultaremos el Manual NAASRA hoy en AUSTRROADS para completar los datos que ya hemos recopilado. De hecho, existe un procedimiento para el diseño del espesor de pavimentos granulares con superficies bituminosas gruesas. Cuando se sigue este procedimiento, se utiliza la ecuación que se muestra en la figura para calcular el espesor.

**Figura 17**

*Diagrama de diseño para pavimentos granulares con superficie bituminosa delgada*



*Nota:* Guide to Pavement Structural Design. Fuente: AUSTRROADS (2012)

La ecuación NAASRA se destaca porque es la misma ecuación utilizada para diseñar la carretera indicada según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y

Pavimentos. Sin embargo, el ancho mínimo de la carretera indicada es de 150 mm (15cm), y muestras curvas CBR de 6 a 15 y permite hasta 3x10<sup>5</sup> ejes equivalentes. Además, cabe señalar que el método NAASRA (AUSTROADS) especifica que el material base debe tener un CBR del 80 %, mientras que el método NAASRA (MTC) especifica que el material afirmado debe tener un CBR del 40 %.

## **CAPÍTULO III**

### **APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS**

#### **3.1 Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas adquiridos durante la carrera.**

El uso de lechada de sello en la pavimentación ayuda a proteger el material asfáltico de rodadura al preservar y extender su vida útil. Esto se debe a que la mezcla actúa como un escudo contra la abrasión ambiental y los gases de escape de los vehículos.

De la misma forma que ayudará a reparar pequeñas grietas ya presentes en la calzada, también mejorará la usabilidad de la calzada y, en última instancia, la percepción de su estado por parte del usuario.

En conclusión, serviremos como técnica de mantenimiento de carreteras; sin embargo, tener en cuenta que esta técnica solo es útil cuando hay daño funcional y/superficial en lugar de daño estructural, ya que este último requeriría un tipo diferente de intervención para ser reparado.

Cada vez que se discute un concepto o técnica de ingeniería, es fundamental no solo comprender cómo funciona, sino también saber cuándo aplicarlo. Por esta

razón, enumero algunos escenarios a continuación en los que se recomienda el uso de un sello de lechada.

- Cuando sea imposible añadir más peso a algún componente de la ruta, como las vías de la autopista que se encuentran en los puentes.
- En aquellos pasos donde las grietas o fisuras sean menores de 3mm.
- En pavimentos que ya están oxidados pero que no parecen estar dañados.
- Cuando la tapa de rodadura ya esté desgastada y cause molestias al usuario, siempre y cuando no existan fallas estructurales en la estructura del pavimento flexible.
- Corregir abolladuras en la superficie de la calzada siempre que sea posible, idealmente cuando no superen los 6 mm.

Es importante tener en cuenta que siempre aconsejo realizar una investigación preliminar sobre el estado del camino existente que tenemos la intención de arreglar, para que los ingenieros del proyecto de formulación evalúen adecuadamente si el sistema de tratamiento superficial con motero asfáltico es la mejor opción para su situación específica.

Debido a su adherencia al asfalto ya existente y al granulado, el mortero asfáltico rejuvenece la superficie aportando:

- 1) Tejido más denso que protege contra el deterioro.
- 2) Neopreno intensamente oscuro.
- 3) Capa impermeable, sellando las grietas del pavimento viejo.
- 4) Superficie anti-descarrilamiento uniformemente lisa

- 5) No es necesario reemplazar los brocados, registros y alcantarillas
- 6) Sobre superficies frescas, proporciona un tope de residuos que alarga significativamente la vida útil del pavimento.
- 7) Rejuvenece las superficies oxidadas.
- 8) Restaura la textura del pavimento
- 9) Corrige la disgregación
- 10) Reduce el ruido
- 11) Permite la superficie en áreas donde existen restricciones de peso.

Por estas razones, se concluye que el uso de mortero asfáltico es una técnica adecuada para brindar mantenimiento preventivo, correctivo y estético a los pavimentos. Esta afirmación está respaldada por el beneficio, la durabilidad y el costo del material.

## **3.2 Desarrollo de experiencias**

### **3.2.1. Colocación de mortero asfáltico emulsionado e=10 mm slurry.**

La mezcla se define como compuesta por una emulsión asfáltica, cantos rodados agregados con granulometría predeterminada, cemento, agua y en algunos casos aditivos con alturas efectivas de 1.00 cm, todos los cuales se mezclan proporcionalmente de acuerdo con el diseño del sello de lechada, que establece el modelo de trabajo. Esta mezcla se realizará mediante una Micropaver Camion (BERGKAMP MODELO M210).

Esta mezcla se produce, esparce y distribuye uniformemente sobre superficies de concreto u otras superficies estabilizadas con emulsión asfáltica como desechos o superficies de rodadura para tratar.

### 3.2.1.1 Personal a emplearse.

- Capataz B
- Obrero Calificado
- Obrero No Calificados

### 3.2.1.2 Materiales.

Los recursos que se utilizarán para completar estas tareas serán:

#### 3.2.1.2.1 Emulsión Asfáltica.

La emulsión de asfalto debe ser una emulsión catiónica convencional de rotación lenta y debe cumplir con los siguientes requisitos:

**Tabla 3**

*Especificaciones para emulsión de rotura lenta CSS-1h*

Ensayos	Método		Propiedad	
	ASTM	MTC	Min.	Max.
Ensayo sobre emulsión				
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, ssf	D 7496	E 403	20	100
Estabilidad al almacenamiento, 24 horas, %	D6930	---	---	1
Contenido de asfalto residual, %	D 6997	E401	57	---
Destilación				
Contenido de disolventes, %	D 6997	E 401	---	---
Prueba del tamiz N° 20, %	D 6933	E 405	---	0.1
Carga de la partícula	D 7402	E 407	Positiva	
Mezcla con cemento, %	D 6935	E 410	---	2
Ensayos sobre el residuo de la emulsión				
Penetración, 25°C, 100 g, 5 s, dmm	D5	E 304	40	90
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	D 113	E 304	40	---
Solubilidad en tricloroetileno, %	D 2042	E 302	97.5	---

*Nota:* Municipalidad Provincial Mariscal Nieto (2022)

Todo envase de emulsión debe ir acompañado de un Certificado de Calidad emitido por el fabricante, que acredite el uso del mismo material en la elaboración de la mezcla.

#### 3.2.1.2.2 Agregado.

El tipo y grado de mineral agregado debe ser apropiado para el uso particular del Slurry Seal. De acuerdo con los siguientes estudios, cuando se pone a prueba, el componente agregado debe cumplir con los siguientes requisitos:

**Tabla 4**

*Ensayos y valores mínimos para el agregado a usar*

Ensayos	Método		Propiedad	
	ASTM	MTC	Min.	Max.
Equivalente de arena	D 2419	T 176	45	---
Durabilidad (%), usando Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C 88	T 104	---	15
Durabilidad (%), usando MgSO <sub>4</sub>	C 88	T 104	---	25
Resistencia a la Abrasión (%)	C 131	T 96	---	35

*Nota:* Municipalidad Provincial Mariscal Nieto (2022)

La prueba de abrasión debe realizarse en la adición original. La cantidad agregada debe cumplir con los valores pulimétricos aprobados por el MTC.

#### 3.2.1.2.3 Granulometría.

Cuando las pruebas se realizan de acuerdo con AASHTO T27 (ASTM C136) y AASHTO T11 (ASTM C117), la ley final del agregado (incluido el mineral de relleno) debe cumplir con la ley de la siguiente tabla:

**Tabla 5***Granulometrías recomendadas a usar*

Tamaño de malla	Porcentaje que pasa		
	Tipo i	Tipo ii	Tipo iii
3/8 – (9.5 mm)	100	100	100
#4 – (4.75 mm)	100	90-100	70-90
#8 – (2.36 mm)	90-100	65-90	45-70
#16 – (1.18 mm)	65-90	45-70	28-50
#30 – (600 um)	40-65	30-50	19-34
#50 – (330 um)	25-42	18-30	12-25
#100 – (150 um)	15-30	10-21	7-18
#200 – (75 um)	10-20	5-15	5-15

*Nota:* Municipalidad Provincial Mariscal Nieto (2022)**3.2.1.2.4 Filler Mineral.**

Se debe solicitar el uso de cemento Portland, hidrato de calcio, calcita o cualquier relleno aprobado que cumpla con los requisitos de la norma ASTM D 242. El tipo y la cantidad de relleno mineral que se requiere deben tenerse en cuenta al clasificar la sal añadida.

**3.2.1.2.5 Agua.**

El agua debe ser potable, libre de cualquier otro contaminante, como sustancias solubles no negligentes o químicos reactivos.

**3.2.2. Diseño de Mezcla.**

El diseño de mezcla debe cumplir con los parámetros de acuerdo al ISSA (International Slurry Surfacing Association), son los siguientes:

**Tabla 6***Pruebas y valores recomendados para diseño de Slurry Seal*

Descripción de ensayo	Numero de prueba ISSA	Propiedad	
		Min.	Max.
Consistencia de Slurry Seal	TB - 106	---	---
Cohesión en Húmedo			
@ 30 minutos (rotura), kg-cm	TB - 139	12	---
@ 30 minutos (trafico), kg-cm	(para sistemas de tráfico rápido)	20	---
Exceso de asfalto por adhesión de arena LWT, g/m <sup>2</sup>	TB – 109 (para sistemas de tráfico pesado)	---	538
Desprendimiento en húmedo, %	TB - 114	90	---
Perdida por abrasión en pista húmeda, 1 hora de remojo, g/m <sup>2</sup>	TB - 100		807
Tiempo de mezclado, s	TB - 113	180	---

*Nota:* Municipalidad Provincial Mariscal Nieto (2022)

Durante la construcción, la prueba de eficiencia de mezcla y el tiempo de rotación deben realizarse a la temperatura más alta prevista.

La prueba de Abrasión en Húmedo se realiza en condiciones de laboratorio como el primer paso en el desarrollo del diseño de mezcla. El objetivo de este estudio es establecer la cantidad ínfima de asfalto de un sistema de lechada asfáltica. No se recomienda utilizar la prueba de abrasión en Húmedo como registro de calidad insitu o prueba de aceptación.

La prueba de mezcla se utiliza para calcular cuánto tiempo se puede mezclar el material en el equipo y/o máquina antes de que inicie el proceso de rotura. Esta información será más útil para el proveedor que para la calidad del producto final. Sin embargo, esta es una buena prueba de campo para ver si se logró la consistencia entre los dos materiales, el asfalto y la sustancia añadida.

Todos los insumos utilizados en la fórmula para el diseño de la mezcla deben ser representativos de los materiales solicitados por el proveedor y/o contratista para ser utilizados en el proyecto.

El informe de laboratorio debe proporcionar los porcentajes de cada sustancia individual que se requiere.

Dependiendo de las condiciones del sitio, pueden ser necesarios varios ajustes durante la construcción.

Los materiales deben cumplir con los siguientes requisitos:

**Tabla 7**

*Porcentaje de materiales recomendados por ISSA para diseño de Slurry Seal*

<b>Material</b>	<b>Limite</b>	
Asfalto residual /%, respecto al peso seco del agregado	TIPO I	10 – 16
	TIPO II	7.5 – 13.5
	TIPO III	6.5 – 12
Filler mineral (% , respecto al peso seco de aditivo)	0.50 – 0.20	
agua	Según se necesite	
	Según se requiera para producir la consistencia correcta de la mezcla	
	ISSA T-160	

*Nota:* Municipalidad Provincial Mariscal Nieto (2022)

### **3.2.1.3 Maquinaria y equipos.**

- Camión Micropavimentador
- Rodillo Neumático autopropulsado de 5.5 a más ton.
- Retroexcavadora
- Camión cisterna
- Camión baranda

#### ***3.2.1.4 Procedimiento de colocación del mortero.***

- 1) La superficie que recibirá el mortero debe limpiarse de escombros, barro seco o cualquier otra suciedad que pueda ser nociva antes de aplicar el mortero. Para ello, utilice compuertas mecánicas o máquinas esparcidoras (compresora de aire). El uso de herramientas de selección manual solo se permitirá en lugares que sean inaccesibles para equipos mecánicos.
- 2) Los materiales para la preparación del mortero asfáltico, deberán estar lo más cerca posible a la zona de trabajo a intervenir, para disminuir los tiempos de traslado y preparación de la mezcla, estos sectores serán elegidos por el responsable Técnico, con la aprobación del Inspector.
- 3) Revisión previa de la operatividad de las maquinarias que se utilizaran en la preparación del mortero, (retroexcavadora, Camión Cisterna, camión Baranda), teniendo
- 4) El Camión Micropavimentador deberá contar con dos operadores, la cual debe ser operarios calificados para el manejo de la maquinaria, tanto la conducción del camión y la operación de la caja esparcidora de expansión variable en movimiento.
- 5) Para el control de la preparación se contará con un servicio de un personal encargado de verificar las proporciones al momento de ejecutar la mezcla de materiales en el camión Micropavimentador. A su vez se contará con el servicio de personal Calificado en controlar la colocación del mortero y acabados del mismo en el pavimento.
- 6) Se realizará una primera capa (nivelante), la cual servirá para nivelar la altura de desgaste que tenga el asfalto donde se utilizará el tratamiento de

slurry, por lo que se empezará con el camión Micropavimentador colocando la caja esparcidora a una altura 0.00 cm, a nivel del pavimento existente. El ancho de colocación es de 3m.

- 7) La segunda aplicación de mortero se dará con un altar de 1 cm, Esto no puede comenzar hasta que el material extendido de la primera aplicación se haya curado por completo y haya estado expuesto al taladro robótico durante al menos dos horas. Este procedimiento tiene que tener la aprobación y aceptación por parte del inspector, antes de continuar el proceso constructivo.
- 8) El ancho de calzada tiene un ancho promedio de 6m (02 carriles), por cada sentido de vía en las avenidas a intervenir. Por lo que la colocación de la capa de mortero de 1cm será por ancho de vías de 3 m. que es el ancho de trabajo del camión Micropavimentador, teniendo que realizar un acabado adecuado para poder unir con el otro carril de 3 m.
- 9) Una vez culminada con la colocación del mortero, se debe proteger la zona trabajada, hasta que la fractura del slurry seal deje el pasar por encima de las varillas sin adherirse a los neumáticos, una vez que el rodillo neumático pase por el mortero colocado y con la aprobación del inspector, se liberara el transito correspondiente.

#### ***3.2.1.5 Método de medición.***

El monto determinado por la unidad de medida se pagará al precio unitario del contrato, y este pago servirá como reembolso total de todos los insumos, materiales, mano de obra, equipos y/o herramientas manuales y otros gastos (seguros) necesarios para la correcta terminación del proyecto.

### ***3.2.1.6 Valorización.***

De acuerdo con el cronograma de mantenimiento propuesto, el monto determinado por el método de medición se pagará a razón unitaria de (M2), y este pago servirá como reembolso total de los costos de todos los materiales, equipos, horas de mano de obra y otros gastos requeridos. para la correcta terminación del proyecto.

## CONCLUSIONES

**Primera.** Luego de realizar una revisión bibliográfica de normas internacionales y nacionales, se determina que el término “mortero asfáltico”, que se traduce como “asphaltic slurry seal”, es el mismo. Este término se define como una mezcla de vapores derivados del petróleo, agua, emulsión bituminosa, desechos minerales, y aditivos, y se rige por las especificaciones técnicas ISSA A105 (Slurry Seal).

**Segunda.** Además, se determina que el propósito original del uso de sellador asfáltico, mortero asfáltico, slurry seal y sello era preservar pavimentos flexibles. Sin embargo, desde entonces su uso se ha expandido para incluir el tratamiento superficial de caminos de poco tráfico y el mantenimiento de rutina de estribos para prevención de la contaminación con el objetivo de mejorar la adherencia de los vehículos a las superficies del pavimento.

**Tercera.** Mediante la revisión técnica y bibliográfica, se demostró que el diseño de la especificación NAASRA declarada permite la colocación de un sello de lechada (12 mm), un mortero de asfalto y una lámina de asfalto como supresor de la contaminación sin necesidad de volver a calcular la cantidad de aditivos porque la altura experimental es inferior a la altura permitida (2"), siempre que el material afirmado tenga un CBR igual a 80, según lo especificado por NAASRA (AUSTROADS).

**Cuarta.** Finalmente, luego de analizar la definición, aplicación de mortero de asfalto, lechada y sellador en caminos pavimentados y no pavimentados, se llegó a la conclusión, debido a que las normas nacionales e

internacionales son similares, el mortero de asbesto se puede usar tanto en caminos pavimentados como no pavimentados. Sin embargo, este estudio limita su uso a carreteras con bajo volumen de tráfico del tipo descrito como bueno para reducir la contaminación del aire.

## RECOMENDACIONES

- Primera.** Elaborar un listado técnico de pavimentos para que queden claramente definidos y ordenados, sirviendo de guía a estudiantes de ingeniería, profesionales y público en general para no confundir a los lectores de libros e incluso a los que están escribiendo sus proyectos de investigación
- Segunda.** La instalación de slurry seal como superficie de pavimentación en un camino no pavimentado del tipo especificado evitará la pérdida de áridos y sellará de manera impermeable el paquete estructural, alargando su vida útil y asegurando que no se pierda la inversión en la infraestructura vial.
- Tercera.** Se recomienda plantear estudios de investigación que le permitan conocer cómo difieren tipos de suelo del país (a través de varios CBR) y trate de ajustar el modelo de diseño del MTC de NAASRA para reflejar la realidad peruana.
- Cuarta.** Se sugiere al MTC que se estandaricen las clasificaciones y definiciones de los tratamientos superficiales. Un ejemplo de ello sería la lechada asfáltica, también conocida como mortero asfáltico, que comercializa y sirve como superficie de rodadura.
- Quinta.** Se aconseja realizar una prueba con mortero asfáltico y slurry seal para verificar los resultados de la presente investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials, & American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *AASHTO guide for design of pavement structures 1993*. Washington, D.C.: AASHTO.
- American Society for Testing and Materials (1998). *Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal D3910 – 98*. (Traducido p.1 – p.2). EEUU, Filadelfia.
- Asociación Internacional Permanente de Congreso de Carretera. (2002). *Diccionario Técnico Vial de la A.I.P.C.R.* Madrid, España.
- AUSTROADS. (2012). *Guide to Pavement Technology. Part 2: Pavement Structural Design*. Sydney, Australia.
- Bañón, L. y Beviá, J. (2000). *Manual de Carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento*. Valencia, España: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centro América (COMITRAN) (2001). *Manual Centroamericano de Especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales (CA-2001)*. Guatemala.
- Castiblanco, J. (2015). *Uso de micropavimento para adecuación de vías municipales*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Cea, D., Guinea, K. y Rosa, E. (2009). *Guía de diseño estructural, construcción y mantenimiento en caminos de baja intensidad de tránsito usando*

*tratamientos superficiales asfálticos*: El Salvador: Universidad de El Salvador.

Dawson, A. y Kolisoja, P. (2004). *Permanent deformation*. (Traducido p. 12 – p.16), Scotland, United Kingdom. Roadex II Project.

Federal Highway Administration. (1996). *Earth and Aggregate Surfacing Design Guide for Low Volume Roads*. EEUU.

Instituto del Asfalto. (1991). *Manual Básico de Emulsiones Asfálticas (N°19)*. EEUU, (2000) Instituto del Asfalto. *Manual Series N°1 (MS-1). Diseño de espesores: Pavimentos Asfálticos para calles y Carreteras*. EEUU.

International Slurry Surfacing Association. (2010). *Recommended Performance Guideline for Emulsified Asphalt Slurry Seal A105*. (Traducido p.2 – p.4) Washington, DC. EEUU.

Jiménez, M., Sibaja, D., y Molina, D. (2009). Mezclas Asfálticas en Frío en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones. *Mezclas Asfálticas*, (21), 18-29.

Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sanchez, V., Del Val, M. (2004). *Ingeniería de Carreteras. Volumen II*. Madrid, España: Mc Graw Hill

Leiva, F., Pérez, E., Aguiar, J., y Loría, L. (2016). Modelo de deformación permanente para la evaluación de la condición de pavimento. *Revista Ingeniería de Construcción*, (32), 37-46.

- Ministerio de Obras Públicas. (2015). *Manual de Carreteras, Volumen N°7: Mantenimiento Vial*. Chile.
- Ministerio de Transporte. Instituto Nacional de Vías. (2008). *Guía Metodológica para el Diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte. Instituto Nacional de Vías. (2013). *Especificaciones Generales de Construcción de carreteras*. Bogotá.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras Conservación Vial*. Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013*. Lima.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima.
- Montejo, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*.

- Orellana, M., Peña, E. y Perez, B. (2015). *Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en El Salvador*. El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Padilla, R. A. (2004). *Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista*. Barcelona, España. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Pequeño, O. D. (2015). *Comparación de Costos y Tecnología de Mantenimiento Utilizando Slurry Seal y mantenimiento convencional en un pavimentos flexible*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Reyes, F. (2004). *Diseño racional de pavimentos*. Bogotá, Colombia: Centro Editorial Javeriano CEJA
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2002). *Norma Características de los Materiales*. México DF.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2002). *Norma Construcción*. México DF.
- Tahuite, I. (2011). *Metodología, diseño y aplicación de un mortero asfáltico modificado (Microsurfacing) para el proyecto M-30-2009*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Technical Recommendations for Highways. (2007). *Design and Construction of Surfacing Seals (TRH3 2007)*. Republic of South Africa. (Traducido p.30 – p.41)

Transport Research Laboratory y Overseas Development Administration. (1993). *A guide to the structural design of bitumen-surfaced roads in tropical and sub-tropical countries*. (Traducido p.46), Berkshire, United Kingdom.

Vallejos, J. (2004). *Las emulsiones asfálticas y el Slurry Seal*. Lima, Perú:  
Universidad Ricardo Palma,

Yamunaqué, J. (1998). *El asfalto y su aplicación en la Ingeniería Vial*. Perú-Brasil:  
CONPAVILTDA.