

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA TIPO CSS-1P MODIFICADA CON DIESEL EMPLEADA EN IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA DE BASES GRANULARES

Línea de Investigación Institucional:
Transportes y Urbanismo

Línea de Investigación Escuela Académica Profesional:
Transporte.

Presentado por:

Bach. PESEROS ALIAGA, JHITLER ROSALIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2021

FALSA PORTADA

ASESOR

Ing. PORRAS OLARTE, RANDO

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres debido a que su apoyo ha sido fundamental, por haber estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos, motivándome y ayudándome hasta donde sus alcances lo permitan.

Bach. Pesero Aliaga, Jhitler Rosalio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia, amigos y personas especiales en mi vida que no son más y nada menos que un solo conjunto; a mis seres queridos que suponen benefactores de gran parte de mis necesidades emocionales y económicas. Mi más grande aprecio y agradecimiento hacia ellos por depositar en mí su confianza, y ciertamente estar a mi lado en los momentos de necesidad de apoyo.

Bach. Pesero Aliaga, Jhitler Rosalio

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Dr. Severo Simeón Calderón Samaniego

Mg. Justo Claudio Rodas Romero

Mg. Javier Reynoso Oscanoa

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
Secretario Docente

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1. Descripción de la realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Justificación de la investigación.....	18
1.3.1. Justificación práctica	18
1.3.2. Justificación científica.....	18
1.3.3. Justificación metodológica.....	18
1.4. Delimitación de la investigación.....	19
1.5. Limitaciones	19
1.6. Objetivos de la investigación	19
1.6.1. Objetivo general	19
1.6.2. Objetivos específicos	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1. Antecedentes nacionales	20
2.1.2. Antecedentes internacionales	22
2.2. Marco conceptual	25
2.2.1. Definición de la emulsión y aspectos fisicoquímicos	25
2.2.2. Emulsión asfáltica	26
2.2.3. Imprimación asfáltica.....	47

2.3. Definiciones de términos	54
2.4. Hipótesis.....	55
2.4.1. Hipótesis general.....	55
2.4.2. Hipótesis específica.....	55
2.5. Variables	55
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	55
2.5.2. Definición operacional de la variable	56
CAPÍTULO III	58
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
3.1. Método de investigación.....	58
3.2. Tipo de investigación.....	58
3.3. Nivel de la investigación	59
3.4. Diseño de la investigación	59
3.5. Población y muestra	59
3.5.1. Población	59
3.5.2. Muestra	59
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
3.7. Procesamiento de la información	60
3.7.1. Ensayo de Granulometría.....	60
CAPÍTULO IV	63
RESULTADOS.....	63
4.1 Material de base granular	63
4.2 Imprimación asfáltica.....	67
4.2 Efecto de la temperatura en el grado de imprimación.....	71
CAPÍTULO V	72
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	72
5.1. Discusión de resultados con antecedentes	72
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	82
Anexo N°01: Matriz de consistencia.....	83
Anexo N°02: Panel fotográfico	86
Anexo N°03: Certificado de los Ensayos	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ensayos requeridos para emulsiones asfálticas.....	28
Tabla 2: Requerimiento de emulsión asfáltica catiónica.....	31
Tabla 3: Composición de las emulsiones asfálticas.....	32
Tabla 4: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas.....	34
Tabla 5: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas.....	35
Tabla 6: Emulsiones catiónicas.....	36
Tabla 7: Clasificación de las emulsiones asfálticas.....	38
Tabla 8: Diferentes tipos de suspensiones.....	41
Tabla 9: Tipo de rotura.....	45
Tabla 10: Cuadro Comparativo de los Materiales Asfálticos.....	46
Tabla 11: Determinación granulométrica para base granular.....	50
Tabla 12: Características del agregado grueso.....	51
Tabla 13: Características del agregado fino para base granular.....	51
Tabla 14: Requisitos para bases granulares de acuerdo al tipo de carpeta de rodadura.....	52
Tabla 15: Operacionalización de variables.....	56
Tabla 16: Requerimientos granulométricos para base granular.....	61
Tabla 17: Requerimientos de agregado grueso.....	61
Tabla 18: Requerimientos de agregado fino.....	62
Tabla 19: Análisis granulométrico por tamizado de material granular para base....	63
Tabla 20: Agregado grueso, porcentaje de partículas fracturadas según MTC E-210.....	64
Tabla 21: Agregado grueso, abrasión los Ángeles según MTC E-207.....	65
Tabla 22: Agregado grueso, partículas chatas y alargadas según ASTM D-4791..	65
Tabla 23: Agregado grueso, sales solubles totales según MTC E-219.....	65
Tabla 24: Agregado grueso, durabilidad al sulfato de magnesio según MTC E-209.....	66
Tabla 25: Agregado fino, índice plástico según MTC E-111.....	66
Tabla 26: Agregado fino, equivalente de arena según MTC E-114.....	66
Tabla 27: Agregado fino, sales solubles totales según MTC E-219.....	67
Tabla 28: Agregado fino, durabilidad al sulfato de magnesio según MTC E-209....	67

Tabla 29: Imprimación asfáltica con emulsión asfáltica catiónica modificada con diésel, datos de ensayos a 23°C.....	67
Tabla 30: Imprimación asfáltica con emulsión asfáltica catiónica modificada con diésel, datos corregidos.	69
Tabla 31: Imprimación asfáltica con emulsión asfáltica catiónica modificada con diésel, contraste por temperatura.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dispersión de glóbulos y orientación del emulsificante en el glóbulo del ligante.	37
Figura 2: Esquema de un glóbulo que forma una emulsión aniónica y una catiónica.	38
Figura 3: Ruptura de una Emulsión Asfáltica sobre un Material Pétreo.....	40
Figura 4: Compactación de bases granulares.	53
Figura 5: Curva granulometría de material granular para base.....	64
Figura 6: Imprimación asfáltica con emulsión asfáltica catiónica modificada con diésel.	68

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Ensayo de granulometría de arena chancada, para la mezcla asfáltica en caliente (MAC) en la EG-2013, según MTC E-204, ASTM D-422	87
Fotografía N° 2: Ensayo de granulometría de arena natural, para la mezcla asfáltica en caliente (MAC) en la EG-2013, según MTC E-204, ASTM D-422.....	87
Fotografía N° 3: Desarrollo del Ensayo de peso específico de piedra chancada según la MTC E – 514-2000, ASTM D-2726.	88
Fotografía N° 4: Desarrollo del ensayo de Abrasión Los Ángeles (Método B- 11 esferas) MTC E-207, NTP 400.019	88
Fotografía N° 5: Desarrollo del ensayo de Abrasión Los Ángeles con la piedra chancada de ½” y de 3/8” (Método B- 11 esferas) MTC E-207, NTP 400.019	89
Fotografía N° 6: Del desarrollo de Ensayo Equivalente de Arena Triturada MTC E-114, NTP 339.146	89
Fotografía N° 7: Desarrollo de Partículas Chatas: ASTM 4791, NTP 400.4.....	90
Fotografía N° 8: Desarrollo de Partículas Alargadas: ASTM 4791, NTP 400.4.....	90
Fotografía N° 9: Desarrollo del ensayo para determinar el Método de ensayo de las caras fracturadas 90/70 MTC E-210	91
Fotografía N° 10: Desarrollo del ensayo Proctor modificado con el método c según, la norma NTP: 339.141	91
fotografía N° 11: Ensayo de límites de atterberg de la base granular según la norma 339.130 y la MTC E 111	92
Fotografía N° 12: Imprimación con dosificación de la emulsión y Diesel	92
Fotografía N° 13: Imprimación en los moldes que se obtuvo del optimo del Proctor	93
Fotografía N° 14: Imprimación de 24 moldes a distintas temperaturas y distintas dosificaciones.....	93

RESUMEN

En el presente plan de tesis titulada: Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel empleada en imprimación asfáltica de bases granulares, tiene como objetivo analizar como interviene la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares, para cumplir con este objetivo se va a realizar moldes con base granular compactada con imprimaciones asfálticas a diferentes dosificaciones de diésel para su mejor grado de penetración.

Se utilizará método científico, el tipo de investigación aplicada de nivel explicativo y diseño experimental, se va a considerar una población y muestra, estará constituida por 45 moldes con base granular compactada, regando emulsión de rotura lenta tipo CSS-1P catiónica con dosificaciones de diésel, se realizará un análisis sobre el grado de penetración y la dosificación de diésel para el comportamiento de la base granular al grado de penetración.

PALABRAS CLAVES: Emulsión asfáltica, imprimación, base granular, diésel.

ABSTRACT

In this thesis plan entitled: CSS-1P type cationic asphalt emulsion modified with diesel used in asphalt primer of granular bases, the objective is to analyze how the cationic asphalt emulsion type CSS-1P modified with diesel intervenes in the primer of granular bases, to meet this objective, molds will be made with a compacted granular base with asphalt primers at different dosages of diesel for their best degree of penetration.

Scientific method will be used, the type of applied research of explanatory level and experimental design, a population and sample will be considered, it will be constituted by 45 molds with compacted granular base, watering cationic CSS-1P type slow-breaking emulsion with diesel dosages, an analysis will be carried out on the degree of penetration and the dosage of diesel for the behavior of the granular base at the degree of penetration.

KEY WORDS: Asphalt emulsion, primer, granular base, diesel.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel empleada en imprimación asfáltica de bases granulares”, nace de la problemática en qué medida la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel interviene en la imprimación de bases granulares.

Para su mayor comprensión y análisis, la presente investigación se ha dividido en cinco principales capítulos:

EL CAPÍTULO I.- Planteamiento del problema; en el cual se detalla el problema general y los problemas específicos, los objetivos tanto generales y los objetivos específicos de la investigación, la justificación y las limitaciones de la investigación.

EL CAPÍTULO II.- Antecedentes del tema a investigar internacionales y nacionales, el marco teórico, las bases teóricas, las definiciones conceptuales, formulación de hipótesis general y específica.

EL CAPÍTULO III.- Metodología empleada en la investigación, las variables independiente y dependiente, el método, el tipo, el diseño de la investigación, la población, la muestra y la operacionalización de variables.

EL CAPÍTULO IV.- Desarrolla los resultados donde se explica los diferentes datos obtenidos en el laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo.

EL CAPÍTULO V.- Presenta la discusión de resultados con los antecedentes de la investigación.

Bach. Pesero Aliaga, Jhitler Rosalio

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional el uso de imprimaciones asfálticas ha ido creciendo notablemente lo cual ha llevado en Alemania el uso del MC-250 ha sido desplazado por el uso de RC-30 mejorando la impermeabilidad de la base granular, y reduciendo la contaminación ambiental, el uso del RC-30 ha llevado a una serie de defectos en la adherencia entre las bases granulares y las carpetas asfálticas teniendo una patología en toda la superficie, la mala imprimación de las bases granulares genera fallas a nivel estructural.

A nivel latinoamericano el criterio de la evaluación de fallas del pavimento flexible ha generado un interés científico a saber el porqué de la presentación de fallas en la estructura del pavimento determinando así que el 70% son a nivel de proceso constructivo donde se especifica, que la incidencia de la calidad de los materiales empleados en el proceso constructivo influyen directamente en la durabilidad del pavimento, generando un control sobre la calidad una las temperaturas normadas, es por ello que en República Dominicana el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones en el año 2016 ha publicado el Catálogo que sirve de apoyo para las labores de evaluación de pavimentos mediante procedimientos homogéneos que logran identificar los tipos de fallas y contiene recomendaciones los mecanismos efectivos para repararlos, puesto a que ha procesado informaciones sobre las fallas en los

pavimentos flexibles generadas por una sistema de imprimación asfáltica deficiente.

En nuestro país la monotonía durante el desarrollo constructivo de los pavimentos ha llevado a la utilización y aplicación de las normas del Manual de especificaciones técnicas en carreteras generales para construcción al uso Emulsiones asfálticas de diferentes tipos de rotura, y los MC-30, MC-70, MC-250, lo cual a la actualidad ha presentado una serie de deficiencias en la superficie de rodadura y en la adherencia entre las capas granulares y asfáltica de un pavimento, la función principal de una imprimación asfáltica es impermeabilizar las bases granular, lo cual no ha funcionado en la actualidad, fallando el pavimento y posteriormente la base granular generando baches, y desmoronamiento del material granular compactado, tenemos muchas vías en nuestra ciudad que presentan una diversidad de fallas como deformaciones permanentes, fisuraciones, desintegraciones, llevando así a un retro cálculo de la calidad de los materiales y sus modos de empleo, pretendiendo mejorar la penetración de la base granular y lograr una mejor adherencia entre capas del pavimento flexible.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué medida la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel interviene en la imprimación de bases granulares?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el grado de penetración de la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares?
- b. ¿Cuál es la temperatura optima de riego de la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares?
- c. ¿Cuál es la dosificación optima de diésel con la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P para la imprimación de bases granulares?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación práctica

“Se pretende en la investigación el poder resolver un problema real y de ser el caso tenga relación con otros problemas prácticos” (Hernández, Fernández, & Lucio, 2006).

Conscientes de la importancia de la imprimación asfáltica se pretende mejorar la penetración de la base granular, impermeabilizando con la emulsión polímero modificada catiónica de rotura lenta CSS-1P, que presenta una viscosidad mayor a las emulsiones no modificadas, pero que a la impermeabilización de la base granular se logre impermeabilizar, mejorar la adherencia de la base granular y lograr compenetrar.

1.3.2. Justificación científica

Según (Méndez, 2012) la justificación teórica es aquel propósito del estudio el cual se encarga de generar debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados hacer epistemología del conocimiento existente.

Considerando diferentes enfoques, teorías y metodologías del uso de emulsiones asfálticas modificadas, se realizará un análisis más enfático en la calidad de la imprimación asfáltica, con la finalidad de poder lograr una mejor penetración de la base granular en función a la impermeabilización de la base granular.

Siendo la importancia de esta investigación poder realizar trabajos constructivos de pavimentos flexibles manteniendo los controles de calidad de los materiales y lograr el mejor comportamiento del paquete estructural.

1.3.3. Justificación metodológica

De acuerdo con Álvarez Risco Aldo (2020) la justificación metodológica implica en describir la razón de utilizar la metodología planteada.

En la presente investigación se pretende realizar un proceso metodológico de manera ordenada para conseguir exponer los objetivos planteados en el estudio, para ello se harán uso de algunas técnicas útiles para investigaciones cuantitativas, estas orientadas a desarrollar un análisis minucioso y sintetizado de lo que es la imprimación asfáltica, las cuales han sido ordenadas en las variables principales objeto de la investigación.

1.4. Delimitación de la investigación

La delimitación del problema estará basada en el grado de penetración que debe tener la base granular compactada, y la calidad de la impermeabilización de la base granular, la adherencia del material y el comportamiento a la transmisión de cargas.

1.5. Limitaciones

No se ha encontrado muchos libros específicos sobre la emulsión catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel para la imprimación de bases granulares.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Analizar como interviene la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares.

1.6.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el grado de penetración de la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares.
- b. Evaluar la dosificación de la emulsión catiónica tipo CSS-1P en la capacidad estructural de pavimentos flexibles con tratamientos superficiales.
- c. Calcular la dosificación óptima de diésel con la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P para la imprimación de bases granulares.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Mayta Mendoza, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “ Efecto del % finos de la grava y la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la imprimación en bases granuladas de pavimentación flexibles Huancayo 2017”, el cual fija como **objetivo general:** Calcular el efecto del % de finos de la grava y la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la imprimación en bases granulares de pavimentos flexibles – Huancayo 2017, empleando la **metodología** científico, de tipo descriptivo por que busca mostrar características de los agregados, obteniendo como **resultado:** La ascendencia de la temperatura al usar la emulsión asfáltica que afecta positivamente en la profundidad de penetración de la imprimación asfáltica, y finalmente **concluyo:** Que se presenta una relación inversamente proporcional, debido a que existe una máxima cantidad de áridos finos, no más de la penetración, detallando una característica importante la cual indica que durante el proceso de imprimación encontrar finos es pernicioso.

(Córdor Alfaro, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Tratamiento superficial bicapa con emulsión asfáltica de la carretera valle Yacus Provincia de Jauja – región Junín 2015”, el cual fija como **objetivo general:** Identificar en las carreteras no pavimentadas si es posible aplicar emulsión asfáltica como una alternativa para mejorar y conservar de manera superficial la bicapa en el Valle de Yacus, Provincia de Jauja – Región Junín, empleando la **metodología:** Aplicada, observacional y comparativa, obteniendo como **resultado:** Que cuando se realiza el mejoramiento superficial bicapa, con adición de emulsión asfáltica se verá una influencia importante ya que en un porcentaje mayor a 70% se niega la hipótesis general, y finalmente **concluyo:** que el proceso de normas utilizadas adecuadamente cuando se trate de elaborar la mezcla de emulsificante con asfalto se necesitará un 37% la cual niega la hipótesis principal.

(Vera Tello, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Mejoramiento con emulsiones profesionales asfálticas de bases granulares, para pavimento en región Lambayeque”, el cual fija como **objetivo general:** Desarrollar un mejoramiento de las bases granulares en pavimentos, empleando la **metodología** analítica, para el diseño de pavimentos con un nivel de investigación experimental, obteniendo como **resultado:** los ensayos describen a las propiedades de los porcentajes no mayores del 5% de emulsificante cuando la base que se estabiliza es adicionada con materiales granulares de las canteras, y finalmente **concluyo:** Que se debe utilizar un mínimo porcentaje de 5% y a su vez el mismo porcentaje de agua si se quiere estabilizar con emulsificante y también los materiales granulares cantera Tres Tomas.

(Aliaga Rezza, y otros, 2019) presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar un análisis comparativo de las estabilizaciones desarrolladas con cemento portland y a su vez con emulsión asfáltica, para ver la factibilidad de su uso en bases granulares, este análisis se realizará con ensayos de laboratorio, empleando la **metodología:** científica, de tipo

de investigación apropiada para los ensayos adecuados, obteniendo como **resultado**: Que es posible realizar el análisis comparativo a través de ensayos en el laboratorio de una estabilización realizada con cemento portland y de una estabilización realizada con emulsión asfáltica aplicada en una base granular, y finalmente **concluyó**: Que según algunos parámetros adecuados para el diseño estructural, cumple con buenas características las especificaciones de la estabilización realizada con cemento portland.

(Orellana Muñoz, 2020) presento la tesis de pregrado **Titulado**: “Aplicación de la emulsión imprimante primetec en la conservación de la base granular – Huancayo”, el cual fija como **objetivo general**: Analizar de qué manera mejora la conservación de bases granulares en la Provincia de Huancayo si se aplica emulsión imprimante Primetec, empleando la **metodología**: Científico, con un tipo de investigación aplicativo, de nivel explicativo obteniendo como **resultado**: Que según la granulometría identificada, se establece que el rango de uso de este material debe ser el mismo y al usar el imprimante en la base granular este aportará cohesión, y finalmente **concluyo**: Al utilizar el imprimante permitirá la conservación de la humedad en la base granular, ya que la pérdida de agua se registra debido a la evaporación superficial, por lo tanto permite mantener el equilibrio adecuado lo cual conllevaría a una resistencia máxima de la muestra.

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Rosero Alvarado, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado**: “Bases estabilizadas con emulsión asfáltica para pavimentos (Aplicación calle NOGALES Parroquia Nayón L= 1.0 km)”, el cual fija como **objetivo general**: Perfeccionar las características deficientes del material granular extraído de las minas aledañas en la ciudad de Quito para su uso en pavimentos, con la adición de emulsión asfáltica, empleando la **metodología**: de enfoque cuantitativo, con un tipo de investigación aplicada con un diseño experimental, obteniendo como **resultado**: Que se utilizó una proporción óptima de emulsión de 5.3% con un 6.5% de

agua para estabilizar la base granular y material árido de la Mina Rosita, y finalmente **concluyo**: Que se considera una gran alternativa de solución en los pavimentos al uso de bases estabilizadas con material emulsificante porque optimiza los recursos con menores costos, a comparación con los diferentes tipos de estabilizante y asfalto caliente.

(Ontiveros Rojas, 2018) presento la tesis de posgrado **Titulado**: “Evaluación de la adherencia entre capas de pavimento empleando diferentes emulsiones asfálticas”, el cual fija como **objetivo general**: Realizar una evaluación de las emulsiones asfálticas usadas entre capas del pavimento en cuanto a su capacidad de adhesión, empleando la **metodología**: científico, aplicativo, obteniendo como **resultado**: Que un asfalto blando conseguirá una resistencia mayor y una temperatura apta para conservar una adherencia de entre 250C a 400C, los cuales se encuentran dentro de la norma de emulsiones en la SCT, y finalmente **concluyó**: Los asfaltos blandos o dúctiles con mayor porcentaje de concentración de asfalto residual tendrán una adherencia mayor y esto influiría de manera que la resistencia de la liga se comportará mejor en referencia a una convencional.

(González Escobar, y otros, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado**: “Guía básica para el uso de emulsiones asfálticas en la estabilización de bases en caminos de baja intensidad en el Salvador”, el cual fija como **objetivo general**: Identificar cómo se realiza el uso de emulsiones asfálticas en las bases de suelos con plasticidad menor al 6%, en los caminos de baja y media, empleando la **metodología** aplicativa que determina parámetros necesarios para la evaluación vial, obteniendo como **resultado**: Que para mejorar las características de los suelos con grava – emulsión se utilizó un porcentaje de emulsificante mayor a 2% y en mezclas de suelo – emulsión un porcentaje de emulsificante mayor a 5%, y finalmente **concluyo**: Que según las pruebas realizadas se recomienda para estabilizar bases con emulsión de asfalto su resistencia seca deberá alcanzar un valor mayor a 10kg/cm² y con respecto a su resistencia húmeda el valor será mínimamente 7.5kg/cm².

(Ramos García, y otros, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Propuesta de diseño de mezcla asfáltica en frío de graduación densa como alternativa para el mantenimiento de pavimentos flexibles”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar el diseño de mezclas con asfalto en frío para el mejoramiento en pavimentos flexibles, partiendo de una emulsión con asfalto, empleando la **metodología** aplicativa, que se aplica una investigación para obtener su consistencia del material, obteniendo como **resultado:** Algunos de los ensayos de que obtuvieron de los materiales son fundamentales para realizar el diseño de mezcla, y finalmente **concluyó:** Que al tener los datos exactos de los pesos unitarios y la gravedad específica, se determinan las características de los agregados.

(Medina Padilla, 2019) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Criterios de estandarización de emulsiones asfálticas para el reciclado en frío de pavimentos en el Distrito Metropolitano de Quito”, el cual fija como **objetivo general:** Diseñar una sobre capa de refuerzo flexible sobre un pavimento de concreto asfáltico parcialmente destruido, empleando la **metodología** científica, con un tipo de investigación del proceso de reciclado, obteniendo como **resultado:** la finalidad de tener una mejora de calidad que se tienen de una manera óptima, en la cual exista debido al estandarizar las emulsiones asfálticas con adición de residuos obtenidos producto del fresado en las vías, y finalmente **concluyó:** Para usar el material producto del reciclaje se debe contar necesariamente con un diseño de mezcla y tener las características principales del material como su densidad, absorción de agua y granulometría.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Definición de la emulsión y aspectos fisicoquímicos

Según (Rolando Franco, 2002) detalla que su forma de vista de un lado fisicoquímico, una emulsión es aquella disgregación más o menos estable que va de un líquido a otro por el cual es inmisible, es fundamental conocer los tipos de emulsiones las cuales son: las emulsiones directas que son discontinuas o internas por ello es hidrocarbonada y aquella fase es discontinua o externa al agua. Después en las emulsiones inversas la fase discontinua es la acuosa, la primera se nombra o/w y la segunda es w/o. En tal caso una emulsión asfáltica es de tipo directa lo cual llega a ser una fase discontinua en un asfalto con adición de petróleo. La dispersión en dicha práctica lo realiza cuando el cemento asfáltico oficialmente fluidificado debido al calentamiento ya que es una solución precalentada de uno de los agentes surfactantes en el agua por lo cual son considerados sincrónicamente en aquel dispositivo que tiene una elevada energía como aquel molino coloidal, por otro lado el asfalto se dispersa en forma de glóbulos que son constantemente estables debido a la acción del emulsificante, y algunos de sus diámetros no son mayor de los 25 micrones, por lo que la gran mayoría de estos son menor a 10 micrones. Según (Javier Manuel, 2017) la palabra emulsión es aquella que presenta un origen en el verbo latino “emulgere” lo cual quiere decir que significa ordenar. Es aquella que de una manera técnica son una dispersión fina lo cual logra ser más o menos estabilizada de una dispersión de asfalto en agua por ello la interacción de algunos fragmentos que presentan un tamaño de 1 a 20 micras o un tamaño de acuerdo a su precisión, es por ello que son no mezclables entre ellas por eso están agrupados por un emulsificante, emulsionante o emulgente. El esquema de la emulsión asfáltica muestra los mejoradores de recubrimiento o algunos agentes de control de rotura, es por ello que es sabido que el agua y el asfalto no se llegan a mezclar, sin considerar las condiciones controladas en la cual son usadas en

equipos de elevada especialización y algunos aditivos químicos como es el caso de lavarse las manos llenas de grasa con jabón, unos de los principios físicos y químicos son utilizados en la formulación, producción y la utilización de las emulsiones asfálticas, por el cual presenta como objetivo de tener una división constante del cemento asfáltico en el agua que es necesariamente constantemente para lograr ser bombeada, presentar un almacenamiento a través de un periodo extenso y mezclado, es por ello que la emulsión se rompe de forma más rápida al entrar en relación con el árido en una mezcla; al ser dividida por encima de la cancha, la rotura es aquella división del agua del asfalto al realizar un curado al presente residuo asfáltico en la cual tiene aún la capacidad adhesiva, la resistencia al agua y la durabilidad del cemento asfáltico con el cual fue realizado.

2.2.2. Emulsión asfáltica

Se definen de acuerdo con (Chero Canales, 2019) como aquellas dispersiones de gotas finas de asfalto en la cual se encuentran estabilizadas en una fase acuática por lo que existe aquel agente emulsificante, llegando a obtener un producto indefinidamente líquido, en la cual logran ser utilizadas sin incrementación de calor o de disolventes, también llegan a ser extraídas, acumuladas y utilizadas a algunas temperaturas demasiado bajas que con diferente tipo de uso del asfalto. En lo normal una emulsión está compuesta por asfalto, agua, un emulsificante y en otras situaciones de acuerdo con las intimaciones el tipo de aditivo. Algunas de las emulsiones asfálticas llegan a ser usadas en mucha diversidad de los usos, desde la construcción, sostenimientos y pavimentación de algunas carreteras y aeropuertos, por lo que en algunos el objeto que se menciona es aquel que cubre lo que se actúa como aquella capa protectora, entre las más fundamentales se tiene lo siguiente:

- Elaboración de morteros asfálticos para impermeabilización.
- Impermeabilizaciones en automóviles, viviendas y algunos tableros de puentes.

- Construcción de carpeta de rodamiento.
- Bacheos.
- Supervisión de erosión de las superficies terrestres.
- Cubrimiento anticorrosivo en tubería subterránea.
- Riegos importantes del cuidado de taludes, canales y obras hidráulicas.
- Existencia de estabilización de suelos, lechadas bituminosas, riegos de cohesión.
- Riegos contra el polvo en la industria del carbón. (pág. 29)

Además, para (Beltran Quiñonez, y otros, 2018) las emulsiones se definen como aquellos sistemas en la cual se encuentran compuestos por dos fases parcial o generalmente inmiscibles, en la cual se llega a formar la llamada fase continua o también conocida como sustancia que facilita la disgregación de algunas partículas del líquido en suspensión, conocida como dispersante y la otra fase discreta, por lo que se logra observar en la figura 2, en donde se detalla la imagen esquemática de una emulsión. En lo general la dimensión de la fase discreta presenta alguna medida lineal entre 1 nanómetro y 1 micra, por lo que son algunos tamaños tan pequeños de los que le dan a algunas emulsiones de sus fundamentales y principales propiedades. La ciencia que trata con algunas emulsiones es interdisciplinaria por lo que considera la física, química, biología, entre otros.

La emulsión asfáltica de acuerdo con (Emulsión asfáltica CSS-1H), define como aquella emulsión catiónica de ruptura pausada de un color café y que presenta un estado líquido, que por lo cual aquellas emulsiones presentan una excelente firmeza al almacenamiento y traslado, de igual manera como una buena adherencia o cohesión y ataque con distintos agregados pétreos en la cual no es considerable su utilización cuando la temperatura está por debajo de los 10°C.

Además, para el autor (Villa Chaman, 2007), es aquella mezcla constante y uniforme de algunos líquidos que en lo general no logran mezclarse ya que son inmiscibles entre sí, como por ejemplo el aceite y

el agua, pero tal caso de una emulsión asfáltica los líquidos no se logran mezclarse con el agua y el asfalto.

Tabla 1: Ensayos requeridos para emulsiones asfálticas.

Ensayo	Norma
Viscosidad Saybolt Furol a 50°C	I.N.V.E -763
Contenido de agua en volumen	I.N.V.E -761
Equilibrio en almacenamiento de Sedimentación a los 7 días	I.N.V.E -764
Destilación - contenido de asfalto residual	I.N.V.E -762
Destilación - contenido de disolventes	I.N.V.E -762
Tamizado Retenido tamiz N°20	I.N.V.E -765
Rotura Dioctilsuccinato Sodio	I.N.V.E -766
Carga de partícula	I.N.V.E -767
PH	I.N.V.E -768
Penetración (25°C, 100 g, 5s) - 0,1mm	I.N.V.E -706
Ductibilidad (25°C, 5cm/min)	I.N.V.E -702
Solubilidad en tricloroetileno	I.N.V.E -713

Fuente: Elaboración propia basado en datos de la IDR.D.

2.2.2.1. Componentes de la emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica está compuesta por varios componentes básicos tales como el asfalto, el agente emulsivo y agua. En algunos casos se logra tener algunos aditivos como estabilizantes en la cual van mejorando el revestimiento que mejoran la adherencia o algunos agentes de verificación de rotura. En el interior de la emulsión, los líquidos que lo conforman están compuestos por dos partes en las cuales menciona lo siguiente la fase dispersante o fase dispersa. Además, se presentan emulsiones de acuerdo a la

manifestación de cada una de las fases: La emulsión directa en la cual la fase hidrocarbonada se desparrama en la fase acuosa y la emulsión inversa donde la etapa acuosa se desparrama en la fase hidrocarbonada, de acuerdo con (Aliaga Rezza, y otros, 2019) nos menciona lo siguiente:

a) Asfalto

Es aquel componente en la cual el asfalto es un elemento natural en la mayoría de los petróleos en la que se llega a sacar evaporando o escurriendo algunas materias ligeras que lo contenga. En la mayoría se presentan en la naturaleza enormes canteras, en la cual se presentan en forma de lagos, inmersa a las rocas porosas que se encuentra entre los fragmentos de la roca, etc.; obteniéndose de la metamorfosis de los petróleos sujetos a la acción de las elevadas presiones y temperaturas durante el correr del tiempo, el asfalto es aquel compuesto ligante de color marrón oscuro a negro en la cual los elementos que prevalecen los betunes. Químicamente está compuesto por la mezcla extensa de hidrocarburos de elevado peso molecular por lo que está determinado como uno de los ligantes más usados por el hombre en la cual sus excepcionales cualidades adherentes, flexibles, de impermeabilidad y resistencia, también de su elevada resistencia a la acción de la gran parte de los ácidos, sales y álcalis, los ligantes son aquellos compuestos termoplásticos en la cual se gradúan al mantener una temperatura caliente. (pág. 20)

b) Agua

Es aquel segundo elemento o compuesto en una emulsión asfáltica, por lo que su impuesto a algunas características adecuadas en el producto final en la que no se logre menorar. Este componente está compuesto por minerales y otros elementos en la cual logren dañar a la producción

de las emulsiones asfálticas constantes. En lo común el agua potable llega a ser un indicado material para las emulsiones asfálticas, el agua se encuentra en la naturaleza por lo que no es adecuada a causa de las impurezas, ya sea en la solución o en detención coloidal, que en particular se da la existencia de los iones de calcio y de magnesio: por lo que estos iones garantizan la realización de una emulsión catiónica constante. Se llega incrementar cloruro de calcio a las emulsiones catiónicas por lo que el objeto de incrementar el equilibrio durante el almacenamiento, en algunas situaciones los iones son perniciosos para las emulsiones aniónicas por lo que logra que las sales de calcio y de magnesio son insolubles en agua y éstas se realizan en la reacción con los sales de sodio y potasio, que se encuentran solubles en agua y en lo general usadas como emulsiones, de tal manera que los aniones de carbonatos y bicarbonatos logran facilitar su efecto amortiguador, la estabilización de las emulsiones logran desequilibrar las emulsiones catiónicas al ocurrir una reacción con las emulsiones que están conformados por los hidroclouros de las aminas solubles en el agua. Este compuesto contiene algunos fragmentos en las que se no se usan en la elaboración de las emulsiones sin antes de ser calificadas; estas aguas logran ser dañinas para las emulsiones catiónicas, por lo que normalmente se encuentran cargadas negativamente. La utilización del agua impura llega a desestabilizarse en los compuestos de la emulsión, lo que se logra dañar de forma adversa el rendimiento u ocasionar una fractura adelantada. (pág. 21)

c) Agentes emulsivos

Se definen por ser aquellos agentes de superficie, llamados también como emulsionantes, surfactantes o tensioactivos en la cual están compuestos por su molécula de uno o

muchos conjuntos hidrofílicos en la cual llegan a ser de tipo iónico o no iónico. Se dividen por la forma en la que se dividen o ionizan en el agua en lo que se realiza a la estructura, presentan un equilibrio molecular de una cadena extensa lipofílico hidrocarbonada y una cabeza polar hidrofílica, por lo que los surfactantes son abstraídos en la interfaz que existe entre los líquidos, gases o sólidos, por lo que se tienden a concentrarse en la interfaz de tal manera que los conjuntos hidrofílicos llegan a tener hacia la sección más polar y de los conjuntos lipofílicos que va hasta la fase menos polar. La molécula o ion surfactante es aquella que cumple como función de un puente que existe entre las dos fases. (pág. 22)

Tabla 2: Requerimiento de emulsión asfáltica catiónica.

Características	Ensayos	CSS-1h	
		min	máx
Viscosidad. Saybort Furol a 77 °F (25 °C)	MTC 403	20	100
Estabilidad de Almacenamiento, 24-h, %	MTC 404		1
Carga de partícula	MTC 407	Positivo	
Prueba de Tamiz %	MTC E 405		0.1
Mezcla por Cemento %	ASTM D6935		2.0
Destilación:			
Residuo %	MTC E 401	57	
Pruebas sobre el Residuo de destilación:			
Penetración, 77 °F (25 °C), 100g, 5s	MTC E 304	40	
Ductilidad, 77 °F (25 °C), 5cm/min, cm	MTC E 306	40	90
Solubilidad en Tricloroetileno %	MTC E 302	97.5	

Fuente: Manual de Carreteras Suelos Geología Geotecnia y Pavimentos, 2013.

En estas situaciones es considerable que el agua y el asfalto no se mezclan por lo consiguiente es fundamental las condiciones controladas, usando algunos equipos de elevada estabilización y algunos aditivos químicos, que presentan un objeto de tener una ecuación donde la disgregación sea necesariamente constante entre la relación del agua y el cemento asfáltico, en la cual llena a través del periodo prolongado y mezclada. Algunos agentes catiónicos en su totalidad son aminas, imidazolinas, diaminas y amidoaminas⁰, de tal manera que las aminas se convierten en jabón al tener una reacción con el ácido clorhídrico, Otro tipo de agente emulsivos constantes son las sales grasas cuaternarias de amonio, en la cual es aplicada para llegar producir emulsiones catiónicas como por ejemplo las sales solubles en el agua, entre otros: y no solicitan la incrementación del ácido siendo que los agentes emulsivos constantes y efectivos. Como bien se sabe el agente emulsivo es aquel componente individual en la que la emulsión asfáltica más fundamental. Para el agente emulsivo eficaz, el surfactante llega a ser soluble con agua y tener un correcto equilibrio entre las características hidrofílicas y lipofílicas. El agente emulsivo se aplica en la combinación o mezcla con el asfalto considerables, agua de excelente calidad y un correcto proceso mecánico por lo que el factor fundamental en la emulsificación, el equilibrio de la emulsión y en la performance de la aplicación final en el camino. (págs. 23 - 24)

Tabla 3: Composición de las emulsiones asfálticas.

Elemento	Emulsión normal	Emulsión ⁰⁰ cambiada incrementada con polímero
Cemento	40 - 70	50 - 70
Asfáltico	40 – 70	50 - 70

Emulsificante	0.2 – 1.5	0.2 – 1.5
Agua	40 - 60	35 – 45
Polímero	0	1 - 4

Fuente: Instituto del Asfalto, 2005.

2.2.2.2. Clasificación de las emulsiones asfálticas

(Bach. Ballena Tapia, 2016), menciona que las emulsiones asfálticas son aquellas que están compuestas en tres categorías tales como las aniónicas, catiónicas y no iónicas. Las dos primeras son mayormente usadas en la construcción y mantenimiento de las carreteras, por lo que las no iónicas logran tener una importancia con el tiempo a medida que la tecnología de emulsiones va avanzando, algunas de las nombraciones aniónicas y catiónicas se utiliza algunas cargas eléctricas por la cual rodean en el contorno de los fragmentos de asfalto, aquel sistema es aquella que se nombra a la ley de electricidad básica-algunas de las cargas que son parecidas se alejan y las cargas opuestas se atraen. Si en tal caso una corriente eléctrica circula mediante un líquido en la que se encuentren sumergidos por un ánodo y un cátodo, el ánodo es aquella carga positiva, mientras el cátodo es aquella carga negativa, si la corriente que pasa mediante una emulsión que contienen las partículas de asfalto que son obtenidas negativamente, estas emigraran al ánodo, es por ello sale el nombre de emulsión aniónicas. En la inversa se da el caso de que las emulsiones con partículas de asfalto son cargas positivamente, algunas de estas partículas migraran hacia el lugar de los cátodos en la cual se refiere a aquella emulsión catiónica. De acuerdo con (Rodríguez Talavera, y otros, 2001), nos menciona a continuación:

a) Emulsión aniónica

Se define como aquella en la que presenta algunos de los grupos ácidos en su parte hidrofílica que tiene carga eléctrica negativa: éstos presentan su fórmula general:



Para:

- R, se le conoce como la cadena del ácido graso y compuesto por la parte no polar de la molécula, que no presenta relación por la fase asfáltica.
- COONa, es la parte polar.

El tipo de emulsificante es logra encontrar en un medio acuoso por el cual se desune, por el cual se tiene lo siguiente (pág. 19) :



Tabla 4: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas.

características	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
Contenido Asfalto	55	60	60	65	55	60	60
Viscosidad S-F (25C)	5	--	--	--	20	20	5
Viscosidad S-F (50C)	--	40	50	25	--	--	--
Asentamiento (5 días)	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en Malla 20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pasa 20 Retiene 60	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cubre Agregado Seco	--	--	90	90	90	90	--
Cubre Agregado Húmedo	--	--	75	75	75	75	--

Miscible Cemento Portland	--	--	--	--	2	2	--
Carga de las Partículas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Demulsibilidad	60 min	50min	30 máx	30 máx	--	--	--

Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez talavera, Rogelio; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

b) Emulsión catiónica

Son aquellos grupos aminos que presentan carga eléctrica positiva y que tienen como la fórmula general $R-NH_3CL$, los emulsificantes son los que se produce por la emulsión en la cual se ubican en la sección mayor en la “interfase”, por lo cual su parte hidrofóbica va hacia el asfalto y su parte polar que es hacia el agua, es por ello que estas emulsificantes iónicas algunas de las partículas tienen cargas eléctricas de un mismo signo, rechazando entre sí y logrando estabilizar al sistema. Cuando el tipo de emulsificantes responde en un medio acuoso se desune resultando lo siguiente:



Tabla 5: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas.

Características	EAR-60	EAR-65	EAM-70	EAM-65	EAL-65	EAL-45	EAL-60
Contenido Asfalto	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad S-F (25C)	--	--	--	--	25	5	25
Viscosidad S-F (50C)	5	40	50	25	--	--	--
Asentamiento (5 días)	5	5	5	5	5	10	5

Retenido en Malla 20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pasa 20 Retiene 60	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cubre Agregado Seco	--	--	--	90	90	--	90
Cubre Agregado Húmedo	--	--	--	75	75	--	75
Carga de las Partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente (vol.)	--	3	3	5	--	15	--
Índice de Ruptura	<100	<100	<100	80-140	>120	--	>120

Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez talavera, Rogelio; Castaño Meneses, Víctor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

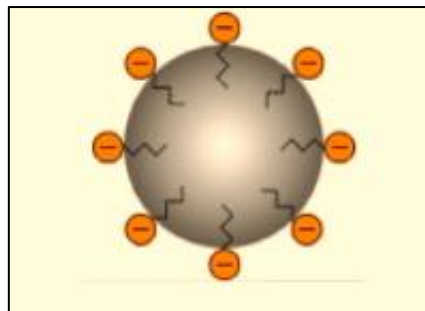
Tabla 6: Emulsiones catiónicas.

TIPO DE CONSTRUCCION	ASTM D9977/ AAHTO M208						ASTM D2397 / AASHTO M140								
	RS-1	RS-2	HFRS-2	RS-HFMS	MS-2,	MS-2h, HFMS-2h	HFMS-2s	SS1	SS-1h	CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h
Mezclas de asfalto y agregados															
Mezcla en planta (en caliente)						X									
Mezcla en planta (en frío)															
Granulometría abierta					X	X						X	X		
Granulometría cerrada								X	X	X				X	X
Arena								X	X	X				X	X
Mezclado In-Situ															
Granulometría abierta					X	X						X	X		
Granulometría cerrada								X	X	X				X	X
Arena								X	X	X				X	X

Suelo Arenoso					X	X	X			X	X
Aplicaciones de asfalto y agregado											
Tratamiento Superficiales (S y M)	X	X	X							X	X
Sellado con Arena	X	X	X	X						X	X
Lechada Asfáltica					X	X	X			X	X
Micro aglomerado											X
Sellado doble		X	X								X
Capa real		X									X
Aplicaciones asfálticas											
Riego Pulverizado				X			X	X			
Imprimación					X		X	X		X	X
Riego de adherencia				X			X	X		X	X
Control de polvo							X	X		X	X
Protección con asfalto							X	X		X	X
Sellado de fisuras							X	X		X	X
Mezclas de mantenimiento											
Uso inmediato					X					X	X
Acopio					X						

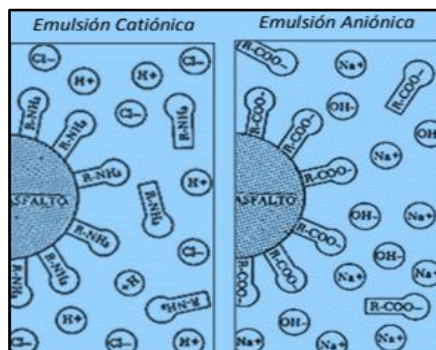
Fuente: “Emulsiones asfálticas Usos-Rompimiento”-Mercado, Ronald; Bracho, Carlos; Avendaño, Jorge-2008.

Figura 1: *Dispersión de glóbulos y orientación del emulsificante en el glóbulo del ligante.*



Fuente: Elaboración y control de emulsiones asfálticas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.

Figura 2: Esquema de un glóbulo que forma una emulsión aniónica y una catiónica.



Fuente: (APOSAC, 2004)

Tabla 7: Clasificación de las emulsiones asfálticas.

Clasificación	Contenido de asfalto (% en masa)	Tipo de rompimiento	Polaridad
EAR-55	55	rápido	aniónica
EAR-60	60	rápido	aniónica
EAM-60	60	medio	aniónica
EAM-65	65	medio	aniónica
EAL-55	65	lento	aniónica
EAL-60	60	lento	aniónica
EAL-60	60	para impregnación	aniónica
ECR-60	60	rápido	catiónica
ECR-65	65	rápido	catiónica
ECR-70	70	rápido	catiónica
ECM-65	65	medio	catiónica
ECL-65	65	lento	catiónica
ECL-60	60	para impregnación	catiónica
ECS-60	60	sobre-estabilizada	catiónica

Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez talavera, Rogelio; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

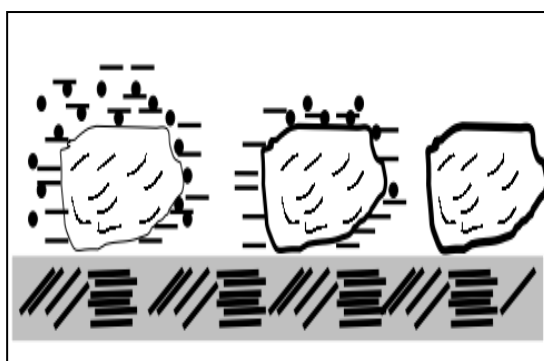
2.2.2.3. Emulsión asfáltica cambiada con polímeros

De acuerdo con (Ibañez Aguilera, 2003) se considera al abastecimiento de la emulsión asfáltica que es modificada con polímeros de tipo catiónico y propiedades de rotura adecuada en la que el espacio de ejecución de riegos de liga, los procesos superficiales, las lechadas asfálticas y las mezclas abiertas en frío en la cual va realizando según lo explicado. El compuesto bituminoso es aquel que por abastecer una emulsión asfálticas catiónica cambiada con polímeros, algunas de sus propiedades de rotura dependerán del cual vaya a ser más importante, el almacenamiento que solicite la emulsión catiónica modificada con polímeros, antes de su aplicación, se formará en tanques cilíndricos verticales con tuberías de fondo para carga y descarga, en la cual se logren encontrar en algunas perspectivas diametralmente opuestas. Algunos de los tanques presentan bocas de ventilación para no ocasionar que trabajen a presión y son aquellas que presenten los aparatos de medición y seguridad adecuada para así lograr tener una adecuada función en la cual se tengan en puntos de una sección fácil. También algunos de los materiales que permitan la recirculación de la emulsión logra llenarse por un periodo adecuado. Las tuberías aplicadas para el desplazamiento de la emulsión del carro tanque al tanque de almacenamiento y del equipo de uso llegan a estar dispuesta de una forma en la que limpien de manera fácil luego de cada uso y jornada del trabajo. El uso de la emulsión asfáltica cambiada con polímeros en la realización de riegos de liga, en los tratamientos superficiales, lechadas asfálticas y algunas mezclas abiertas en frío por lo que se hace conforme y se considera en el contenido adecuado en la partida de trabajo de la cual desarrollará la parte.

a) Rompimiento de una emulsión Asfáltica

Para (Rolando Franco, 2002) ya se ha visto la parte importante que realiza el tensoactivo en la realización y equilibrio de una emulsión bituminosa, sin embargo, su participación no termina allí, es por ello que se le nombra como aquella emulsión que logre ser eternamente constante por lo cual no presentaría ningún uso en la construcción de pavimento. Cuando la emulsión logre tener relación con el agregado pétreo sea por irrigación o algún hecho que se realice la mezcla, es por ello que se logra empezar del procedimiento de la rotura por o cuál la división del asfalto con el agua y el tapado del mineral. El agua debe de soltarse y al fin debe llegar a evaporarse, el cemento asfáltico presentará las mismas propiedades como si se hubiera realizado en caliente o medio de un solvente petróleo es decir el espesor de la película llega a ser realmente menor. El procedimiento del rompimiento no se presenta en dichas emulsiones con igual velocidad por lo que el emulsificante es un componente principal de acuerdo a su composición química en la emulsión. El Ph es aquella variable que logra ser controlada en una forma sencilla por el cual produce varias veces algunos de los efectos esperados.

Figura 3: Ruptura de una Emulsión Asfáltica sobre un Material Pétreo.



Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez Talavera, Rogelia; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

Tabla 8: Diferentes tipos de suspensiones.

Fase continua	Fase discreta	Sistema
Gas	Líquido	Aerosoles, Niebla, Rocío
Gas	Sólido	Smoke, Aerosol
Líquido	Gas	Espuma
Líquido	Líquido	Emulsión, solución Coloidal
Líquido	Sólido	Sol, solución coloidal, gel, suspensión
Sólido	Gas	Espumas sólidas, zeolitas
Sólido	Líquido	Gel, emulsión sólida
Sólido	Sólido	Aleación

Fuente: “Emulsiones asfálticas”-Rodríguez talavera, Rogelio; Castaño Meneses, Victor Manuel; Martínez Madrid, Miguel-2001.

a) Rompimiento de emulsificantes con asfalto asfálticas aniónicas

Son aquellos agentes tensoactivos por lo cual son utilizados comúnmente como jabones, resinas de ácidos grasos, entre otros. Por ello logran realizar una gota de asfalto en la cual se considera la carga eléctrica superficial de signo negativo, por lo consiguiente se supone que los problemas de cohesión de los agregados con porcentajes de acidez tales como la cuarcita o el granito. Estos minerales con mezcla emulsificante no presentan fracturación cuando se usan los agregados que están cargados negativamente sino solo hasta que un adecuado componente que es el agua se hay logrado evaporar, la utilización de los emulsificantes con agua y asfalto con iones de carga eléctrica negativa, se hacen usualmente si el agregado es aplicado por su rompimiento que está cargado positivamente, es por ello que algunas situaciones los fenómenos considerados en el rompimiento son análogos en algunos procedimientos que se provoca el rompimiento de las emulsiones catiónicas con áridos negativos que se logran discutir, pero algunos de los

agregados no son normalmente usados para el tipo de utilizations a causa de su disponibilidad en la zona de aplicaci3n. (Ibañez Aguilera, 2003)

b) Rotura de emulsificantes con asfalto con carga positiva

Son aquellos agentes activos de superficie utilizados en el proceso de la elaboraci3n, por lo cual son nonilfenoles que se encuentran etoxilados con un elevado n3mero de 3xido etileno, es por ello que los tipos de emulsiones no son constantes debido a que las gotas les faltan las cargas el3ctricas en la cual no logre la agrupaci3n y despu3s la floculaci3n. Los emulsificantes de este tipo son fr3giles por ello tienden a romperse con facilidad, al ocurrir esto las gotas empiezan a flocular y el agua se evapora, de forma m3s resumida este proceso agrega en parte velocidad para romperse y un incremento en la temperatura, de acuerdo con nombra lo siguiente.

▪ **Estabilidad de la soluci3n acuosa y surfactante acuosa**

El resultado de la mezcla de soluci3n acuosa con la divisi3n de sales probablemente pueden ser los amonios cuaternarios o en su defecto una sal org3nica, como es el posible caso de las aminas, estas reaccionan al contacto con bases fr3giles o demasiado fr3giles, de estas depende su divisi3n en agua.

▪ **Adsorci3n de surfactante en la interfase**

Se determina a la adsorci3n que se da del sufractante cati3nico a la gota, esta es de tipo amina, por tanto, estar3 sujeto al ph concentrado de agua y as3 mismo de la cola de la sufractante. La cola al ser extensa logra adsorber en la interfase al lipof3lico.

▪ **Mecanismos de heterofloculaci3n**

Es aquel emulsicante asf3ltico largo que reacciona con la sufractante, es por ello que se logra detallar a trav3s de la repulsi3n que se logra realizar en los gl3bulos de

asfalto divididos por lo que se logra realizar el control de los fenómenos de rompimiento de la emulsión. El surfactante es aquel que se succiona en el área de las gotas con la parte lipofílica en el asfalto y aquel grupo polar en la fase acuosa, por lo consiguiente los iones divididos se mantienen en la fase del asfalto y el grupo polar en la fase acuosa, aquellos iones son divididos por ello se mantienen en la fase acuosa en dicha proximidad de la gota logrando que se obtenga resultados donde dichas gotas tengan una carga superficial y al tenerse cerca las dos gotas produzca aquella fuerza de repulsión electrostática en las que permanece una cierta longitud.

2.2.2.4. Usos generales de la emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica ha sido diseñada y realizada para la utilización específica en forma general, (Javier Manuel, 2017) menciona lo siguiente:

- **Emulsión de rotura rápida**

Son aquellos grados de ruptura rápida o veloz que se logran elaborar o diseñar para la acción rápida con los áridos y así lograr regresar la condición de la emulsión del asfalto, se utilizan fundamentalmente para las utilidades de riego, así como los procedimientos superficiales por lo cual se logra sellar con agregado fino, así como la arena y el tratamiento del terreno. Algunas de sus siglas son: CRS-1, CRS-2 Y HFRS-2. (pág. 26)

- **Emulsión de rotura media**

Son aquellas emulsiones de ruptura media que se elaboran o diseñan para algunas mezclas con áridos proporcionados mediante a que los grados de emulsiones se logren formular para no ocasionar una ruptura inmediata, posteriormente el contacto con el árido, estos pueden usarse para tapar una extensa variedad de los áridos proporcionados, las mezclas con emulsiones de

rotura media logran sostenerse trabajables a lo largo del tiempo. Las mezclas se realizan en mezcladora y planta ambulante o en el camino, se utilizan en utilizaciones de reciclado en frío, sus siglas son: MS-2, CMS-2 y HFMS-2. (págs. 26-27)

- **Emulsión de rotura lenta**

Algunos de los grados de la rotura lenta se elaboran por llegar a obtener mezclas constantes, estas se logran realizar con granulometría cerrada con un elevado porcentaje de los agregados finos, algunos grados de rotura lenta constituyen prolongando tiempo de trabajabilidad para lograr una excelente mezcla con la adición de los áridos de granulometría cerrada, estas mezclas se elaboran para ser juntas. Algunos de los grados de rotura lenta se logran tener de poca viscosidad, por lo cual pueden ser más reducidas debido a la agregación del agua, disueltos estos grados pueden además ser utilizados para riegos de liga, riego de pulverizado, como y como paliativo de polvo. Por otro lado la coalescencia de las partículas del asfalto de algunas emulsiones de rotura lenta se realizan mediante la evaporación del agua, algunas de las emulsiones de rotura lenta en las aplicaciones de las mezclas son utilizadas para aquellas bases de granulometría cerrada, la estabilización de suelos, carpetas asfálticas y las recicladas lechadas asfálticas, estas emulsiones de rotura lenta son cambiadas con algunos polímeros por lo que logran ser aplicadas cuando la estabilidad adicional de la mezcla o mayor ligazón sus siglas son: CSS-1, CSS-1H, CSS-1HP y el último con la adición de polímeros. (pág. 27)

Tabla 9: Tipo de rotura.

ENSAYOS	TIPO						
	Rotura Rápida		Rotura Media			Rotura Lenta	
	RS-1	RS-2	MS-1	MS-2	MS-3	SS-1	SS-1h
En Emulsión							
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C,s.	20 - 100	--	20 - 100	100	100	20 - 100	20 - 100
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C,s.	--	74 - 400	--	--	--	--	--
Sedimentación , 5 días (%)	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Demulsibilidad , (%) (35ml.0.02 NCaCl2)	60+	60+	--	--	--	--	--
Mezclado de cemento, (%)	--	--	--	--	--	-2.0	-2.0
Tamizado (retenido en el tamiz N°20),(%)	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
Residuo de Destilación, (%)	55+	63+	55+	65+	65+	57+	57+
Sobre Residuo de Destilación							
Penetración, 25°C, 100 g, 5s.	100-200	100-200	100-200	100-200	40-90	100-200	40-90
Ductibilidad a 25°C, (cm)	40+	40+	40+	40+	40+	40+	40+
Solubilidad en CCL, (%)	97.5+	97.5+	97.5+	97.5+	97.5+	97.5+	97.5+

Fuente: “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, serie N°19, ASPHALT INSTITUTE, pág. 6.

2.2.2.5. Ventajas en las emulsiones asfálticas

En las emulsiones asfálticas detallan algunas ventajas en las cuales son usadas en las capas del pavimento, en algunos revestimientos asfálticos por realizar, un buen pavimento y

hasta en algunos trabajos de parcheo, de acuerdo con (Aliaga Rezza, y otros, 2019), menciona lo siguiente:

- Se llega a usar en materiales pétreos locales, por lo que permite no desarrollar el desplazamiento de dichos materiales a grandes espacios.
- La aplicación se desarrolla en un corto periodo, por lo que considera la función de la obra.
- Existe un descendiente costo de la fase descentralizada, que es el agua.
- Presenta una gran adherencia con diferente árido pétreo.
- Su almacenamiento presenta un periodo límite y es muy extenso, ya que logra ser llenado por semanas o meses.
- Se caracteriza por ser de manejo seguro y simple, debido a que su baja viscosidad a temperatura ambiente.
- Es aquel ligante asfáltico que no llega a poner en riesgo el ambiente por lo que no es contaminante, debido a que contiene del 35 al 40% de agua como solvente. (págs. 31 - 32)

Tabla 10: Cuadro Comparativo de los Materiales Asfálticos.

Material asfáltico	Ventajas	Desventajas	Proceso de curado
Mezclas en caliente	Uso directo	Humos y costos de combustibles	Por el enfriamiento.
Emulsiones asfálticas	Poca polución, menor costo de combustible	Cuidado en el manejo de la emulsión	Rotura, coalescencia, evaporación del agua.
Asfaltos rabajados	Trabajabilidad	Contaminación atmosférica	Evaporación del solvente.

Fuente: Instituto del Asfalto, 2005

2.2.2.6. Aplicaciones de las emulsiones asfálticas

Según (Aliaga Rezza, y otros, 2019) en el uso de las emulsiones asfálticas es fundamentalmente necesaria o

considerada como aquella técnica para la conservación o construcción del pavimento. Entre los fundamentales tenemos a continuación:

a) Tratamientos a la superficie

- Sellos de niebla
- Usos superficiales
- Sellos de lechada asfáltica
- Microcapas
- Combinación de procesos superficiales adicionada con sellos de lechada. (págs. 32 - 33)

b) Asfaltos reciclados

- Mejora de la base
- Reciclado en frío de sitio
- Reciclado en caliente de sitio
- Reciclado en caliente en planta (pág. 33)

c) Otras aplicaciones

- Estabilización de suelos y bases
- Riego de imprimación
- Sellado de fisuras
- Riego de liga
- Bacheo (pág. 33)

2.2.3. Imprimación asfáltica

Según (Mayta Mendoza, 2018) el riego de la imprimación es aquella que contiene al uso de aquel material asfáltico de una forma de película, por encima del terreno de la Subrasante o de aquel componente granular no usado tales como la sub-base o la grava del río, o encima de la base granular no usada tales como la piedra triturada o la escoria de acería. La imprimación asfáltica se desarrolla con aquel material o elemento bituminoso por encima del terreno granular realizado, por lo que tiene como finalidad de tener una excelente capa asfáltica y así no ocasionar la dispersión del terreno

por lo que se recomienda que para el riego sean las emulsiones asfálticas tipo catiónicas.

2.2.3.1. Funciones de la imprimación asfáltica

De acuerdo con (Mayta Mendoza, 2018) cuya aplicación logra seguir a los propósitos que se explican a continuación:

- Cerrar los vacíos capilares.
- Impermeabilizar el terreno.
- Facilitar el sostenimiento.
- Endurecer el terreno.
- Retornar y pegar por encima del terreno las partículas que se encuentran sueltas.
- Procurar la cohesión que existe entre el terreno sobre el cual se ubica y la primera capa de mezcla asfáltica por encima de ella colocada. (pág. 18)

2.2.3.2. Tipo y cantidad de material a ser utilizado

- El tipo y la cantidad de dicho compuesto asfáltico a usar depende fundamentalmente de la forma y porosidad del correcto material por el cual será utilizado.
- Algunas de las condiciones técnicas son explicadas y detalladas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones por lo cual seleccionan una cierta cantidad que se diferencia entre 0.70 y 1.5 lt/m².
- De acuerdo con la lógica es recomendable que los terrenos más compactos y cerrados considerarán poca cantidad de uso, en la cual aspirarán poca cantidad que las áreas gruesas y abiertas.
- El periodo adecuado para llegar a una penetración óptima de la imprimación asfáltica llega por lo menos a las 24 horas por encima del área de la base granular.
- La emulsión que es aplicable es la emulsión catiónica de rotura lenta tales como el CSS-1h, CSS-1p, CRL – 1h, entre otros. (2018 págs. 18-19)

2.2.3.3. Base granular en imprimación asfáltica

Según (Mayta Mendoza, 2018) es aquel material granular grueso por el cual en el interior de la estructura de los pavimentos se llega a tener el asfalto o el concreto de la subbase granular. Además, logra ser de una combinación o mezcla asfáltica adicionada con los tratamientos de acuerdo con su diseño. Esta base está compuesta por los materiales granulares en las que se logran obtener de manera natural o procesados en las que logran tener algunas situaciones unos estabilizadores o los ligantes. Deberá de pasar los requerimientos del cálculo granulométrico adicionado con una serie de tamices necesarios para ser usada en la base granular y es por ello que se comprende que se logre tener la aprobación de la inspección para ser ubicada en el proyecto vial.

Además para (Vidalon Ledesma, 2019), la base granular está compuesta por varios materiales granulares en la cual presentan la posibilidad de ser obtenidos de una forma natural o procesados en la que existen la posibilidad de tener en algunas especificaciones de los estabilizadores o los ligantes. Se obtienen los requerimientos del ensayo granulométrico con varios tamices propios por el cual se tiene en cuenta a la base granular y también se tendrá la aceptación de la inspección para ser ubicada en el emprendimiento vial por lo que se observa las capas en la cual están compuestas por el pavimento dúctil incrementada con la base granular en mención.

Según en la norma técnica del (MTC, 2013) trata en la elaboración de una o más capas de materiales granulares, hallados ya sea en forma natural o procesados, logrando o no insertar algún tipo de estabilizador o ligante, necesariamente adecuado, puestos sobre una subbase, afirmado o subrasante, está incorporado su abastecimiento, transporte, colocación y compactación del material que estén de acuerdo a los planos de

proyecto y aprobados por el supervisor, incluso los estabilizadores.

a) Características granulométricas de la base granular

Para los materiales usados se llegan a tener en cuenta uno de los requisitos granulométricos en la cual son seleccionados en la siguiente tabla, se plantea por el Manuel de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones que de acuerdo a la norma ASTM D 1241 se refiere a algunos requerimientos para las bases granulares. La utilización para zonas mayores a los 3000 m.s.n.m es del tipo A como lo menciona la MTC. (Mayta Mendoza, 2018 pág. 20)

Tabla 11: Determinación granulométrica para base granular.

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm	100	100	---	---
25 mm	---	75 - 95	100	100
9.5 mm	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 mm	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 um	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

b) Características geométricas de la base granular

Algunas de las características que se llegan a tener cuenta al árido grueso de la base granular en la cual se describe en la siguiente tabla realizada por el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, de acuerdo a las normas que se llegan a tener en la misma. Algunas de las normas ASTM D-422 y según la norma peruana del MTC E-107 indican que el áridos grueso es aquel material en la cual se retiene en el tamiz N°4 según el análisis granulométrico en

la cual se elabora al material. Este árido grueso logra obtenerse de las fuentes naturales en la cual se van procesando o combinando ambos. (pág. 20)

Tabla 12: Características del agregado grueso.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	> 3000 msnm
Fragmentos con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821	---	80% min.	80%min
Fragmentos con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821	---	40% min.	50%min
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx	40%máx
Partículas chatas y alargadas	---	D 4791	---	15% máx	15% máx
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888	---	0.5% máx.	0.5% máx
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	---	18% máx

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

Tabla 13: Características del agregado fino para base granular.

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	< 3 000 m.s.n.m
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2 % máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.

Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	---	15%
------------------------------------	-----------	-----	-----

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

2.2.3.4. Tipos de bases granulares

De acuerdo con (Nahuel Toledo, 2002) menciona lo siguiente:

a) Base granulares de graduación cerrada, bajo la carpeta de rodadura

Algunas bases granulares de graduación cerrada bajo la carpeta de la rodadura llega a adaptarse a la banda granulométrica TM-50b, TM-50C o TM-25. Por lo que la capacidad de soporte y el porcentaje del material chancado por lo que se diferencian de acuerdo al diferente tipo de carpeta de rodado en la cual se realice por encima de la base granular, algunos de los requisitos adecuados se mencionan en la siguiente tabla 13. (pág. 52)

Tabla 14: Requisitos para bases granulares de acuerdo al tipo de carpeta de rodadura.

Detalle	Concreto asfáltico	Tratamiento superficial	Tratamiento superficial de dimensión única	Ensayo
Capacidad de Soporte (CBR) al 95% de la D.M.C.S, según el Método LNV 95	min. 80%	min. 100%	min. 120%	LNV 92
Material Chancado	min. 50%	min. 70%	min. 90%	LNV 3

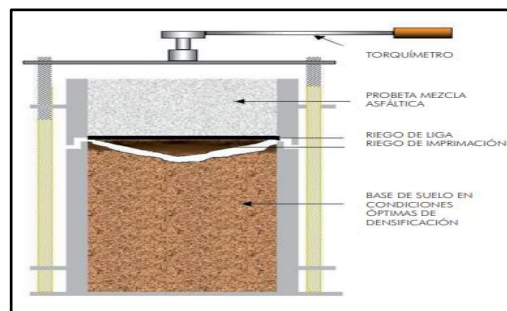
Fuente: “Construcción carpeta de rodado asfáltica carretera austral (Chiten – Bifurcación Termas del Amarillo) – Nahuel Toledo, Beatriz de Lourdes – 2002.

b) Bases granulares de graduación abierta, bajo la carpeta de rodadura

En algunas regiones en las que se producen con continuidad los ciclos de hielo y deshielo por lo que el proyecto lo índice, algunas de las bases granulares llegan a cumplir con algunos requisitos mencionados para las bases de graduación cerrada, sin considerar lo siguiente (pág. 53):

- El Índice de plasticidad se limita a un máximo de 4% de acuerdo al método LNV 90.
- Pasa por el tamiz N°4, por el cual el límite menor al 0% y por el tamiz del N°200 por el porcentaje que pasa logrará estar en una relación de 0% a 5%. (pág. 53)

Figura 4: Compactación de bases granulares.



Fuente: LanammeUCR.

2.2.3.5. Propiedades Negativas de la Base Granular

De acuerdo a lo mencionado por él (MTC, 2013) se comprende que las propiedades negativas en la base, es cuando está presente materias orgánicas, tierra o partículas superiores a lo establecido en la norma, no superiores a 50mm ni mínimos de 75um, ya que el volumen de los gránulos influirá en la compactación de la base y así contribuir en el proceso constructivo de la pavimentación además tener cuidado con el contenido de humedad de la base para que este dentro del rango permisible del OCH y así no convertirse en una propiedad negativa, por ello es importante las propiedades físicas y mecánicas de la base tener reacción positiva.

2.2.3.6. Bases estabilizadas

Según la cita del (MTC, 2013), nos indica que una estabilización se desarrolla ya sea en una base, subbase o material granular, aunque su CBR sea aceptable ya que se evalúa varios factores para estabilizar, evaluado por el consultor de obra, como el de poder disminuir el espesor de la base, de acuerdo a tipo de uso de la vía, o también optimizar costos.

2.3. Definiciones de términos

- a. **Agregado:** Según el glosario de términos del (MTC, 2018) nos menciona que el agregado es la composición de minerales tales como arena, grava, escoria, o roca triturada, los cuales se pueden usar de diferentes gradaciones.
- b. **Asfalto:** Según él (MTC, 2018) es el material obtenido del crudo del petróleo constituido por betunes naturales o por refinado del petróleo, se usa como material cementante en pavimentos, de color oscuro a negro.
- c. **Base Granular:** Según él (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), una base granular es la Capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un pavimento asfáltico y encima de la sub base.
- d. **Contenido de asfalto:** La proporción de asfalto en la mezcla es importante y debe ser determinada exactamente en el laboratorio, y luego controlar con precisión en la obra. El contenido de asfalto de una 37 mezcla particular se establece usando los criterios dictados por el método de diseño seleccionado. (Rodríguez Ore, 2018)
- e. **Emulsificante:** El emulsificante es un compuesto químico que podrá unir el contenido asfáltico con el agua logrando formar la emulsión. (Rodríguez Talavera, y otros, 2001)
- f. **Emulsiones Catiónicas:** Los glóbulos de asfalto están cargados electropositivamente. (Rodríguez Talavera, y otros, 2001)
- g. **Rotura Lenta SS:** Estas se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas. La tendencia a la coalescencia está íntimamente ligada con la rapidez con que la emulsión se vuelve inestable y rompe al entrar en contacto con los agregados. (Rodríguez Ore, 2018 pág. 97).

h. Humedad de base granular: Es la cantidad de agua por volumen de base granular que hay en un terreno o base en el proceso de realizar una carretera, tal como menciona (Vera Tello, 2018).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel mejora la imprimación de bases granulares.

2.4.2. Hipótesis específica

- a) El grado de penetración de la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel aumenta la imprimación de bases granulares.
- b) La temperatura optima de riego de la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel interviene directamente en la imprimación de bases granulares.
- c) La dosificación optima de diésel con la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P mejora la imprimación de bases granulares.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel

Según (Rosero Alvarado, 2018) La emulsión catiónica de rotura lenta permite obtener una mayor adherencia y consolida más una superficie por la viscosidad que presenta siendo directamente su mejor comportamiento a una buena dosificación de agua y residuo asfáltico.

b) Variable dependiente (Y)

Imprimación de bases granulares

Según (Mayta Mendoza, 2018) es aquel material granular grueso por el cual en el interior de la estructura de los pavimentos se llega a tener el asfalto o el concreto de la subbase granular.

2.5.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)

Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS – 1P modificada con diésel

La emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- ✓ Tipo de rotura
- ✓ Dosificación de diésel
- ✓ Temperatura óptima de riego
- ✓ Grado de densidad del diésel

b) Variable Dependiente (Y)

Imprimación de bases granulares

El comportamiento estructural estará definido por la conglomeración de los elementos estructurales que darán una consistencia entre capas mejorando el comportamiento estructural.

Tabla 15: Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
1: Variable Independiente Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel	La emulsión catiónica de rotura lenta permite obtener una mayor adherencia y consolida más una superficie por la viscosidad que presenta siendo directamente su mejor comportamiento a una buena dosificación de agua y residuo asfáltico.	Los tratamientos superficiales son soluciones a las patologías que presenta un pavimento que logra una adherencia entre el nuevo asfalto y la zona refaccionada generando una conectividad entre capas.	Tipo de Rotura	Rotura del emulsificante	Ensayo de contenido asfáltico	Numérica
			Dosificación de Diésel	Porcentaje añadido	Ensayo de recubrimiento	Numérica
			Temperatura Óptima de riego	Termómetro digital	Temperatura	Numérica
			Grado de densidad del Diésel	Ficha técnica del Diésel	Especificación técnica	Numérica
1: Variable Dependiente Imprimación de bases granulares	Consiste en la aplicación de un riego asfáltico sobre la superficie de una base debidamente preparada, con la finalidad de recibir una capa de pavimento asfáltico o de impermeabilizar y evitar la disgregación de la base construida, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto. Incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.	La imprimación de las bases granulares servirán para por impermeabilizar la superficie evitando la desintegración de las partículas finas, manteniendo una superficie más consolidada.	Grado de Penetración	Prueba de campo	Densidad de Campo	Numérica
			Interacción ligante base granular	Transmisión de Cargas	Bulba de presión	Numérica
			Temperatura climática	Latitud	Cota	Numérica
			Cemento asfáltico adherente	Ensayo de contenido Asfáltico	Ensayo por deslizamiento	Numérica

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Según Del Canto & Silva Silva (2013), el método cuantitativo es un procedimiento que busca obtener nuevos conocimientos, teniendo como soporte la indagación a través de elementos cognitivos y en datos numéricos extraídos de la realidad (p.33).

En la presente tesis, se iniciará la investigación con la observación directa de los procesos, en este caso se busca obtener información sobre emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel empleada en imprimación asfáltica de bases granulares.

3.2. Tipo de investigación

Según Carrasco Díaz (2006), la investigación aplicada se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad. se debe llevar a cabo de manera cuidadosa y organizada. Uno de los propósitos de esta investigación es resolver problemas en el caso de la investigación Aplicada (p.43).

En la investigación se analizará como interviene la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares.

El tipo de investigación utilizado para llevar a cabo este estudio es el aplicado.

3.3. Nivel de la investigación

La investigación recae en un nivel de explicativo, puesto que, constituyen el núcleo de su encuadre teórico, a priori de algunas mediciones, es por ello que esta tesis trata de dar cuenta del funcionamiento de fenómenos en términos de relaciones de influencia recíproca entre elementos, variables y factores. (Hilario Wynarczyk, 2001)

Se llevará a cabo iniciando con las pruebas o ensayos necesarios en el análisis de como interviene la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares.

El nivel de investigación es explicativo.

3.4. Diseño de la investigación

(Hernandez Sampieri, 2010) manifiesta que el diseño experimental puede abarcar una o más variables independientes y una o más dependientes.

El diseño de investigación utilizará un esquema experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico.

El diseño metodológico por naturaleza del estudio es experimental.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

(Valderrama Aparicio, 2013 pág. 182), la población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”.

La población está constituida por 45 moldes con base granular compactada, regando emulsión de rotura lenta tipo CSS-1P catiónica con dosificaciones de Diésel.

3.5.2. Muestra

La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a 24 moldes de cada con diferentes dosificaciones de mejor comportamiento con dos tramos de prueba 3x3 m² de mezcla asfáltica.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández Sampieri (2018) un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en su mente (p. 102).

Para la recolección de la información será mediante tablas usando metodologías propias, para la recolección de datos en campo.

3.7. Procesamiento de la información

Según Giraldo Huertas (2016), manifiesta que: El procesamiento de la información tiene como fin generar datos agrupados y ordenados que faciliten al investigador el análisis de la información según los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación construidas.

Luego de la recolección de la información, se evaluará y se procederá a analizar como interviene la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares.

El paso posterior al procesamiento de la información es el análisis, etapa en que se determina como analizar los datos y que herramientas de análisis serán las utilizadas. El tipo de análisis de los datos depende de los siguientes factores:

3.7.1. Ensayo de Granulometría

- ✓ Está compuesta por aquellos materiales o elementos en las que existe una granulometría seguida, bien proporcionada y de acuerdo a los requerimientos de una de las franjas granulométricas que se muestran en la siguiente tabla para las zonas con elevadas altitudes mayores a 3000 msnm. Se tendrá que seleccionar la gradación "A"

Tabla 16: Requerimientos granulométricos para base granular.

Tamiz	% que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"	100	100		
1"		75 a 95	100	100
3/8"	30 a 65	40 a 75	50 a 85	60 a 100
Nº 4	25 a 55	30 a 60	35 a 65	50 a 85
Nº 10	15 a 40	20 a 45	25 a 50	40 a 70
Nº 40	8 a 20	15 a 30	15 a 30	25 a 45
Nº 200	2 a 8	5 a 15	5 a 15	8 a 15

Fuente: ASTM D 1241.

3.7.1.1. Agregado grueso

Es aquella donde se nombra a los materiales que se retienen en la malla Nº4, que logran venir de fuentes naturales, en las que son realizadas o mezcladas de ambos.

Tabla 17: Requerimientos de agregado grueso.

Ensayos	Norma ASTM	Norma AASHTO	Norma AASHTO	Requerimientos altitud	
				Menor a 3000 msnm	Mayor e igual a 3000 msnm
Fragmentos con una cara fracturada.	MTC E 210	D5821		80% mín.	80% mín.
Fragmentos con dos caras fracturadas.	MTC E 210	D5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión los Ángeles.	MTC E 207	C131	T 96	40% mín.	40% mín.

Partículas chatas y alargadas.		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales.	MTC E 219	D 1888		0.5% Máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio.	MTC E 209	C88	T 104		18% máx.

Fuente: MTC-2013.

3.7.1.2. Agregado fino

Se nombra así a aquellos materiales que pasan por la malla N° 4 en las que nacen de fuentes naturales, en las que son realizados o mezclados de ambos. Logran cumplir las características adecuadas, así como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 18: Requerimientos de agregado fino.

Ensayo	Norma	Requerimientos altitud	
		Menor a 3000 msnm	Mayor e igual a 3000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0.5%Máx.	0.5%máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	---	15%

Fuente: MTC-2013.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Material de base granular

Las características del material granular para base utilizado en la presente investigación se expone en las siguientes tablas y figuras. En ese sentido la siguiente tabla nos muestra la granulometría de material en mención, indicándonos que pertenece a la gradación A (ASTM D 1241), puesto que se encuentra dentro del rango especificado y por realizarse esta aplicación en una zona con una altura mayor a 3000 m.s.n.m. según lo indica el acápite 403.02 (a) de la sección 403 Bases granulares del manual de carreteras. Además, el tamaño máximo nominal del material corresponde al tamiz de 2”.

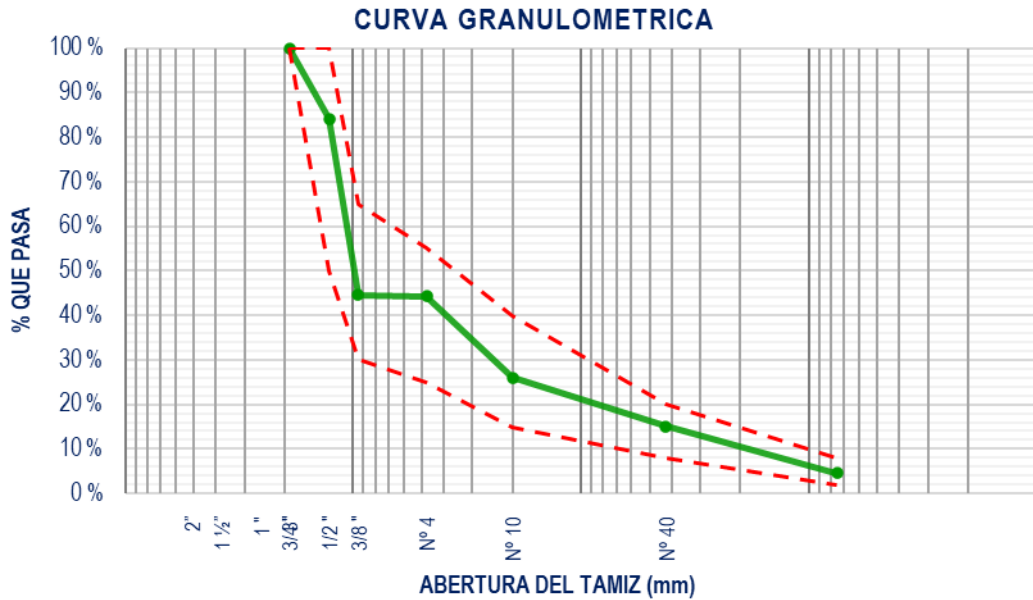
Tabla 19: Análisis granulométrico por tamizado de material granular para base.

Tamiz	% Pasante acumulado	Gradación A
2”	100.0	100
½”	84.1	
¾”	44.5	30 - 65
N°4	44.2	25 - 55
N°10	26.0	15 - 40
N°40	15.1	8 - 20
N°200	4.6	2 - 8

Consecuentemente se elaboró la siguiente figura en la que se muestra gráficamente el desarrollo de la curva granulométrica, asimismo su

comportamiento en comparación a la gradación “A”. Por lo que podemos afirmar que la granulometría del material cumple lo requerido según la norma.

Figura 5: Curva granulométrica de material granular para base.



De igual forma, se analizaron todas las obligaciones de las propiedades y características del agregado grueso del material granular (partículas retenido por malla N° 04), mencionadas las tablas 403-03 y 403-04 del acápite 403.02 (b) de la sección 403 “Bases granulares” del MANUAL DE CARRETERAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN. Los ensayos realizados y los valores finales obtenidos se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 20: Agregado grueso, porcentaje de partículas fracturadas según MTC E-210.

Porcentaje de partículas fracturadas	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Una cara fracturada	80% min	85.1%
Dos caras fracturadas	50% min	76.8%

En el marco expuesto en la tabla anterior, se aprecia que el agregado grueso cumple con la obligación del 80% y 50% mínimo de porcentaje de partículas con una y dos caras fracturas respectivamente. Siendo los valores obtenidos 85.1%

y 76.8%, con lo que se puede indicar que el material granular para base si es apto para este tipo de uso.

Tabla 21: Agregado grueso, abrasión los Ángeles según MTC E-207.

Abrasión los Ángeles	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Porcentaje de desgaste	40% máx.	15.9%

Seguidamente en la tabla anterior, se muestra el porcentaje de desgaste que presenta el agregado grueso siendo el valor obtenido 15.9% que está muy por debajo del máximo establecido, lo que nos indica que se garantizan la durabilidad de las partículas y por ende de la base granular como capa. De esta forma se puede afirmar que se está cumpliendo con gran holgura esta obligación del máximo.

Tabla 22: Agregado grueso, partículas chatas y alargadas según ASTM D-4791.

Porcentaje de partículas chatas y alargadas	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Chatas y alargadas	15% máx.	4.2%

Asimismo, se muestra el porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso siendo el valor obtenido 4.2%, valor que no es crítico en comparación al límite máximo permitido que se indica. Cumpliendo satisfactoriamente el requerimiento máximo permitido.

Tabla 23: Agregado grueso, sales solubles totales según MTC E-219.

Sales solubles totales	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Porcentaje de deterioro	0.5% máx.	0.24%

Consecuentemente, el porcentaje de deterioro por la exposición a sales solubles del agregado grueso es 0.24% porcentaje que cumple con la indicación de la

norma de un máximo de 0.5%. En este sentido el material granular para base si presentaría un comportamiento admisible ante la presencia de sales solubles.

Tabla 24: Agregado grueso, durabilidad al sulfato de magnesio según MTC E-209.

Durabilidad al sulfato de magnesio	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Porcentaje de deterioro	18% máx.	4.4%

De la misma manera, la durabilidad al sulfato de magnesio que presenta el agregado grueso se cuantifica en un 4.4% según el porcentaje de deterioro obtenido, valor que en contraste al porcentaje máximo admisible de 18%, se puede afirmar que se cumple satisfactoriamente con esta cualidad puesto que el agregado no muestra reacción drástica a este componente.

Tabla 25: Agregado fino, índice plástico según MTC E-111.

Índice plástico	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Plasticidad	2% mín.	2.4%

Con respecto al agregado fino, este presenta un índice de plasticidad igual a 2.4%, valor que si cumple con el requerimiento mínimo que indica la norma de 2.0% mínimo como índice plástico para un material de base granular para una altitud mayor o igual a 3000 m.s.n.m.

Tabla 26: Agregado fino, equivalente de arena según MTC E-114.

Equivalente de arena	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Porcentaje de arena	45% mín.	57.0%

Asimismo, con relación al requerimiento del equivalente de arena del agregado fino del material de base granular el valor obtenido fue de 57.0%, valor que en contraste al mínimo de 45%, se cumple satisfactoriamente este requerimiento.

Tabla 27: Agregado fino, sales solubles totales según MTC E-219.

Sales solubles totales	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Porcentaje de deterioro	0.5% máx.	0.24%

Consecuentemente, el porcentaje de deterioro por la exposición a sales solubles del agregado fino es 0.24%, este porcentaje no supera a la indicación mencionada en la norma que es un máximo 0.5%.

Tabla 28: Agregado fino, durabilidad al sulfato de magnesio según MTC E-209.

Durabilidad al sulfato de magnesio	Requerimiento (altitud ≥ 3000 m.s.n.m.)	Valor obtenido
Porcentaje de deterioro	18% máx.	1.97%

Por último, la durabilidad al sulfato de magnesio en el agregado fino es un 1.97% según el porcentaje de deterioro obtenido, que en contraste al porcentaje máximo de 18%, cumple satisfactoriamente con esta cualidad.

Concluyentemente según las tablas elaboradas y ya descritas tanto el agregado grueso y fino del material para base granular si satisface con las obligaciones de calidad.

4.2 Imprimación asfáltica

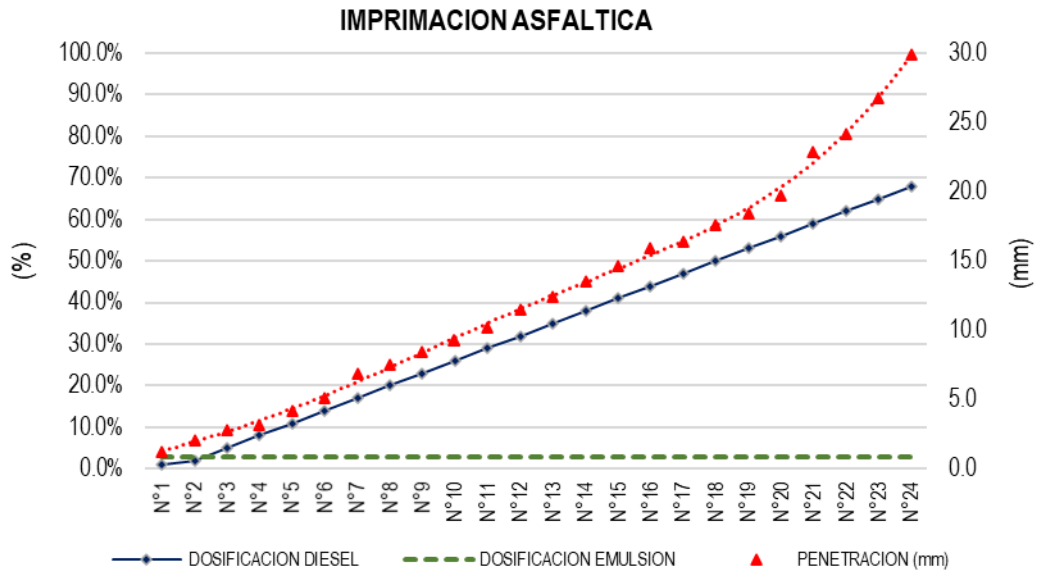
La imprimación de la base granular se realizó en especímenes utilizando la emulsión asfáltica catiónica CSS-1P modificada con diésel, la temperatura con la que fue trabajada la imprimación fue de 23°C. La dosificación de la imprimación, constó de un porcentaje constante del 3% de emulsión asfáltica catiónica CSS-1P mientras que el porcentaje de diésel varia desde 1% hasta 68%. De esta forma, en la tabla siguiente se presenta los valores obtenidos de profundidad de imprimación (expresada en milímetros), según las variables planteadas en la dosificación.

Tabla 29: Imprimación asfáltica con emulsión asfáltica catiónica modificada con diésel, datos de ensayos a 23°C.

N°	Dosificación		Penetración
	Emulsión	Diésel	
1	3.0 %	1.0 %	1.20 mm
2	3.0 %	2.0 %	2.10 mm
3	3.0 %	5.0 %	2.80 mm
4	3.0 %	8.0 %	3.20 mm
5	3.0 %	11.0 %	4.20 mm
6	3.0 %	14.0 %	5.10 mm
7	3.0 %	17.0 %	6.90 mm
8	3.0 %	20.0 %	7.50 mm
9	3.0 %	23.0 %	8.40 mm
10	3.0 %	26.0 %	9.20 mm
11	3.0 %	29.0 %	10.20 mm
12	3.0 %	32.0 %	11.50 mm
13	3.0 %	35.0 %	12.40 mm
14	3.0 %	38.0 %	13.50 mm
15	3.0 %	41.0 %	14.60 mm
16	3.0 %	44.0 %	15.90 mm
17	3.0 %	47.0 %	16.40 mm
18	3.0 %	50.0 %	17.60 mm
19	3.0 %	53.0 %	18.40 mm
20	3.0 %	56.0 %	19.70 mm
21	3.0 %	59.0 %	22.90 mm
22	3.0 %	62.0 %	24.20 mm
23	3.0 %	65.0 %	26.80 mm
24	3.0 %	68.0 %	29.90 mm

Según lo expuesto en la tabla anterior, se puede apreciar que aumenta la profundidad de la imprimación asfáltica a medida que aumenta el porcentaje de diésel, lo que nos indica que existe una relación directamente proporcional entre estas dos variables. Asimismo, se elaboró la siguiente figura donde se muestra el desarrollo de los valores obtenidos de forma gráfica.

Figura 6: *Imprimación asfáltica con emulsión asfáltica catiónica modificada con diésel.*



La figura nos muestra, que el comportamiento de la dosificación de la emulsión asfáltica catiónica CSS-1P es constante mientras que el comportamiento de la dosificación del diésel es una tendencia ascendente de forma aritmética. Asimismo, la penetración de la imprimación asfáltica presenta un comportamiento que corresponde a una tendencia ascendente de forma exponencial. Estas dos variables de la penetración y la dosificación de diésel presentan unos comportamientos similares, específicamente hasta el molde número 20, punto desde el cual la profundidad de imprimación presenta un crecimiento más drástico.

Observando el comportamiento de las profundidades de imprimación obtenidas, se genera una tendencia, que determinada por una ecuación polinómica de tercer grado que se presenta líneas abajo (teniendo en consideración que como constante se tiene al porcentaje de emulsión que es 3%).

$$I = 0.7317 + 40.623 \times D - 47.604 \times D^2 + 69.745 \times D^3$$

Donde, "I" se refiere a la profundidad de imprimación expresada en milímetros y "D" se refiere al porcentaje de diésel en la dosificación expresada en unidades.

Consecuentemente, se recalcularon las profundidades de imprimación corregidas según la fórmula obtenida del análisis de los ensayos realizados, datos que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 30: *Imprimación asfáltica con emulsión asfáltica catiónica modificada con diésel, datos corregidos.*

N°	Dosificación		Penetración según ensayo	Penetración corregida
	Emulsión	Diésel		
1	3.0 %	1.0 %	1.20 mm	1.13 mm
2	3.0 %	2.0 %	2.10 mm	1.53 mm
3	3.0 %	5.0 %	2.80 mm	2.65 mm
4	3.0 %	8.0 %	3.20 mm	3.71 mm
5	3.0 %	11.0 %	4.20 mm	4.72 mm
6	3.0 %	14.0 %	5.10 mm	5.68 mm
7	3.0 %	17.0 %	6.90 mm	6.60 mm
8	3.0 %	20.0 %	7.50 mm	7.51 mm
9	3.0 %	23.0 %	8.40 mm	8.41 mm
10	3.0 %	26.0 %	9.20 mm	9.30 mm
11	3.0 %	29.0 %	10.20 mm	10.21 mm
12	3.0 %	32.0 %	11.50 mm	11.14 mm
13	3.0 %	35.0 %	12.40 mm	12.11 mm
14	3.0 %	38.0 %	13.50 mm	13.12 mm
15	3.0 %	41.0 %	14.60 mm	14.19 mm
16	3.0 %	44.0 %	15.90 mm	15.33 mm
17	3.0 %	47.0 %	16.40 mm	16.55 mm
18	3.0 %	50.0 %	17.60 mm	17.86 mm
19	3.0 %	53.0 %	18.40 mm	19.27 mm
20	3.0 %	56.0 %	19.70 mm	20.80 mm
21	3.0 %	59.0 %	22.90 mm	22.45 mm
22	3.0 %	62.0 %	24.20 mm	24.24 mm
23	3.0 %	65.0 %	26.80 mm	26.18 mm
24	3.0 %	68.0 %	29.90 mm	28.27 mm

En ese sentido, según lo que se indica:

“La cantidad por m² de material bituminoso, debe estar comprendida entre 0,7-1,5 l/m² para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 5 mm a 7 mm por lo menos, para el caso de asfaltos diluidos, y de 5.0 a 7.5mm para el caso de las emulsiones” (MTC, 2013)

Se puede indicar que a partir de las dosificaciones de 14% de diésel son admisibles, debido a que las profundidades de imprimación ya presentan valores

válidos. En otras palabras, estos valores ya superan a la profundidad de 5.0 milímetros. Los valores obtenidos para los porcentajes de 14% y 20% de diésel corresponden a unas imprimaciones de 5.68mm y 7.51mm.

Por último, podemos indicar que la óptima dosificación de diésel para la imprimación asfáltica de una base granular con emulsión asfáltica modificada, con 17% de diésel se presenta una imprimación de 6.90mm según el ensayo y una imprimación corregida de 6.60mm. Valor que supone una suficiente profundidad de imprimación, así como también de un margen de holgura.

4.2 Efecto de la temperatura en el grado de imprimación

Consecuentemente, de lo determinado en el acápite anterior la óptima dosificación de diésel corresponde a un 17%, puesto que la profundidad de compactación que se presenta cumpliría satisfactoriamente el mínimo establecido. Esto teniendo en consideración que la temperatura con la cual fue desarrollada el proceso de imprimación fue de 23°C. En ese sentido en la siguiente tabla se presenta los datos obtenidos como profundidad de imprimación, para la misma dosificación de diésel, pero con una variación en la temperatura.

Tabla 31: *Imprimación asfáltica con emulsión asfáltica catiónica modificada con diésel, contraste por temperatura.*

Temperatura	Penetración según ensayo	Variación	Penetración Corregida	Variación
23°C	6.90 mm	0.00%	6.60 mm	0.00%
25°C	6.93 mm	+0.44%	6.86 mm	+3.94%
27°C	6.93 mm	+0.44%	6.70 mm	+1.52%

La tabla nos indica claramente, según los datos obtenidos, que la temperatura al incrementarse produce que la profundidad de imprimación se comporte de la misma forma, es decir que mantienen una relación directamente proporcional. Debido a que las variaciones que se muestran son valores positivos. Por lo que podemos inferir la importancia de la temperatura durante el proceso constructivo.

Asimismo, es importante indicar que la conducta del grado de compactación es similar en cada caso donde se varia la temperatura, es decir que dosificar la emulsión catiónica y el diésel no se comportan de forma adversa para su aplicación

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados con antecedentes

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos realizados, el material utilizado como base granular corresponde a una gradación "A" (según las gradaciones de ASTM D 1241), gradación que corresponde para una altitud no menor a 3000 m.s.n.m., caso que corresponde para la presente investigación. Además, el material cumple con los requerimientos de calidad como partículas gruesas y finas, cumpliéndose con los máximos y mínimos permitidos indicados en las Especificaciones técnicas para la construcción. Con lo que se afirmó que el material es apto para su uso como base granular y por ende para su uso en la presente investigación.

Consecuentemente, se utilizó la emulsión catiónica CSS-1P, emulsión de rotura lenta modificada con polímeros, con diésel para la imprimación de la base granular. Estos son componentes se dosificaron de la siguiente forma, la dosis de emulsión represento un 3% (dosis que fue constante entre todos los especímenes), mientras que la dosis del diésel represento un porcentaje que se elevó desde 1% hasta el 68%, esta variación nos permitió observar el comportamiento que presenta las profundidades de imprimación. Los valores obtenidos demuestran una misma tendencia ascendente que la dosis de diésel. Estos resultados presentan similitud con lo obtenido en la investigación de Mayta Mendoza (2015) que indica que la profundidad de penetración de la imprimación asfáltica es afectada positivamente al elevarse la temperatura de la emulsión, por lo que podemos concluir que la temperatura ascendente y la dosificación de

diésel provocan el mismo efecto en la imprimación asfáltica. Según los cálculos realizados se determinó que la profundidad de imprimación se rige según la siguiente fórmula:

$$I = 0.7317 + 40.623 \times D - 47.604 \times D^2 + 69.745 \times D^3$$

Donde "I" representa la profundidad de imprimación expresada en milímetros y "D" representa el porcentaje de contenido de diésel expresada en unidades. Además, esta fórmula fue determinada para la dosis constante de 3% de emulsión asfáltica catiónica modificada con polímeros de rotura lenta CSS-1P. Como ejemplo tenemos que con una dosificación de diésel del 23%, se obtuvo una penetración de 8.40 milímetros según el ensayo realizado mientras que según la fórmula ($D=0.23$) se obtuvo una penetración de 8.41 milímetros (I).

Según los datos mostrados en la tabla N°30, se puede apreciar que los valores obtenidos de los ensayos no presentan gran dispersión, lo que se reafirma cuando estos presentan gran similitud a los valores corregidos. La profundidad mínima debe de ser de 5 milímetros a 7.5 milímetros (para emulsiones asfálticas), según lo indicado en el manual MTC Especificaciones técnicas para la construcción. Asimismo, los datos mostrados nos indican que las dosificaciones a partir del 14% presentan profundidades de penetración que ya superan el mínimo establecido (5.10 milímetros según ensayos y 5.68 milímetros corregida). Por lo que podemos indicar que con una dosificación del 14%, ya se permite optimizar el uso de la emulsión CSS-1P lo que conllevaría a una reducción de costos comparados con otros materiales usados en el proceso de imprimación. La investigación de Rosero Alvarado (2015), concluyó que este mismo beneficio se presenta en la estabilización de bases granuladas con emulsión asfáltica, esto nos indica que nuestro insumo también tiene un comportamiento agradable con la base granular independientemente de su forma de uso o aplicación.

Consecuentemente, se determinó que la óptima dosificación de diésel para la imprimación de bases granulares con un 3% de emulsión asfáltica CSS-1P corresponde a un 17% de diésel (profundidad de 6.90 milímetros según ensayos y 6.60 milímetros según fórmula), puesto que con esta dosis se cumple satisfactoriamente el mínimo establecido y se deja espacio de holgura. Con esto

se alcanzaría la cohesión, adherencia e impermeabilidad que se busca con la imprimación asfáltica, resaltando también que según la investigación de Ontiveros Rojas (2016) que dentro de sus conclusiones menciona que una emulsión modificada se comporta de mejor manera que una emulsión convencional, haciendo referencia a las cualidades que determinan a una buena imprimación de base granular.

Igualmente, el análisis realizado sobre la influencia de la temperatura sobre la imprimación asfáltica nos indica que, a mayor temperatura, la profundidad de imprimación también es mayor. Esta variación es leve, puesto que según la tabla N° 31 las variaciones porcentuales obtenidas no sobrepasan al +0.44% según los valores obtenidos en los ensayos. Sin embargo, si nos remitimos a los valores corregidos según la fórmula de la tendencia, las variaciones presentan una variación máxima de +3.94%. En ambos casos, se nota claramente que la conducta de la profundidad de imprimación es congruente entre sí, es decir la temperatura no genera que la dosificación de emulsión asfáltica CSS-1P y diésel se comporte de forma desfavorable para su correcta aplicación.

CONCLUSIONES

1. La emulsión catiónica de rotura lenta de tipo CSS-1P modificada con diésel tiene una influencia favorable en la imprimación de bases granulares, puesto que se genera un aumento en la profundidad de precipitación, lo que supone una mejora en las cualidades de adherencia, cohesión e impermeabilización del material seleccionado de la base granular
2. El grado de penetración de la imprimación de bases granulares tiene directa influencia por la emulsión asfáltica tipo CSS-1P modificada con diésel, puesto que según los ensayos realizados la incorporación de diésel provoca una mayor profundidad de penetración.
3. La temperatura optima de riego de la emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada y diésel, se encuentre entre los 23°C y 27°C puesto que la profundidad de imprimación de bases granulares presenta valores admisibles que cumplen con los mínimos establecidos.
4. La dosificación optima de la imprimación asfáltica de bases granulares es 3% de emulsión catiónica tipo CSS-1P y 17% de diésel, ya que esta presenta una penetración de 6.90mm según la formula determinada con los valores obtenidos de los ensayos realizados. Esta dosificación cumple con la penetración necesaria.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la investigación proponiendo las dosificaciones más cercanas a la dosificación óptima, para el análisis de su desempeño durante la etapa de servicio.
2. Se recomienda tener acato irrestricto de las indicaciones de las normativas vigentes, en lo concerniente a requerimientos de materiales e insumos, así como también en ensayos, procedimientos y parámetros mínimos y máximos.
3. Se recomienda investigar a fondo como el diésel repercute en la optimización de materiales e insumos, puesto que esto supone una optimización en los costos y gastos.
4. Se recomienda, buscar información de bibliografía confiable, como fuentes físicas o digitales. Asimismo, de especialistas certificados y con experiencia dentro de la especialidad planteada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Aliaga Rezza, Fredy Richard y Soriano Ochoa, Carlos Enrique. 2019.** Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
2. **APOSAC. 2004 .** Cartilla del Pavimento Asfáltico. Bogota : Asociacion de productores y pavimentadores de Colombia, 2004 .
3. **Bach. Ballena Tapia, Chrystian José. 2016.** Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán. Pimentel : s.n., 2016. Tesis de pregrado.
4. **Beltran Quiñonez, Jose Javier y Quintero Rangel, Rurit Eduardo. 2018.** "Atomización de emulsiones asfálticas". Ingeniería Civil, Universidad de Santander. Bucaramanga : s.n., 2018. Tesis de Grado.
5. **Carrasco Díaz, Sergio. 2006.** Metodología de la investigación científica. Lima : San Marcos, 2006.
6. **Chero Canales, Jorge Luis. 2019.** " Análisis y evaluación del proyecto de reciclado y recapeo de la carretera sullana - -Dv. Talara del km 0+000 al km 65+100 - Sullana - Piura". Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Piura. Piura : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
7. **Cóndor Alfaro, Jimy Julián. 2018.** Tratamiento superficial bicapa con emulsión asfáltica de la carretera valle Yacus Provincia de Jauja – región Junín 2015. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana los Andes. Huancayo : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

8. **Del Canto, Ero y Silva Silva, Alicia. 2013.** Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. Costa Rica : Ciencias, 2013.
9. Emulsión asfáltica CSS-1H. **S.A., ASFALCOM.** Asfaltos químicos y construcciones , pág. 3.
10. Estrategias de investigacion. **Hilario Wynarczyk, M.A. 2001.** Argentina : s.n., Agosto de 2001, Orientaciones técnicas, especialmente para niveles de licenciatura y master en áreas de ciencias de la administración y ciencias sociales.
11. **Giraldo Huertas, Juan José. 2016.** Manual para los seminarios de Investigación en Psicología. 2016.
12. **González Escobar, Wilfredo y Jiménez Angulo, Mario Ernesto. 2018.** Guía básica para el uso de emulsiones asfálticas en la estabilización de bases en caminos de baja intensidad en el Salvador. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad de El Salvador. Ciudad Universitaria : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
13. **Hernandez Sampieri, C. Roberto. 2010.** Metodología de la investigación. 2010.
14. **Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Lucio, Baptista. 2006.** Metodología de la Investigación. México : McGraw-Hill, 2006.
15. **Ibañez Aguilera, Hector Edgardo. 2003.** "Uso de emulsiones en pavimentos asfálticos; asfaltos calientes y fríos". Escuela de Construcción Civil, Universidad Austral de Chile. Valdivia : s.n., 2003. Tesis de grado.
16. **Javier Manuel, Ludeña Rojas. 2017.** Aplicación de mezclas asfálticas emulsionadas (Maep), en la conservación vial de la carretera a Antamina

- Ancash-PerU-2017. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2017. Tesis de pregrado.
17. Justificación de la Investigación. **Alvarez Risco, Aldo. 2020.** Lima : s.n., 2020, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, pág. 3.
18. **Mayta Mendoza, Max Efraín. 2018.** Efecto del % finos de la grava u la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la imprimación en bases granulares de pavimentación flexibles Huancayo 2017. Escuela académica profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
19. —. **2018.** Efecto del % finos de la grava y la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en la profundidad de penetración de la imprimación en bases granulares de pavimentación flexibles, Huancayo 2017. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
20. **Medina Padilla, Paola Carolina. 2019.** Criterios de estandarización de emulsiones asfálticas para el reciclado en frío de pavimentos en el Distrito Metropolitano de Quito. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad San Francisco de Quito . Quito : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
21. **Méndez, Carlos. 2012.** Inducción en la Investigación. Justificación de la Investigación. [En línea] 2012.
22. Metodología de la Investigación. **Hernández Sampieri, Roberto. 2018.** 2018.
23. **MTC. 2018.** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico. 2018.
24. —. **2013.** Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2013.

25. **Nahuel Toledo, Beatriz de Lourdes. 2002.** Construcción carpeta de rodado asfáltica carretera austral (Chiten - Bifurcación Termas del Amarillo). Escuela de Construcción Civil, Universidad Austral de Chile. 2002. Tesis de Pregrado.
26. **Ontiveros Rojas, Leticia. 2018.** Evaluación de la adherencia entre capas de pavimento empleando diferentes emulsiones asfálticas. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
27. **Orellana Muñoz, Jinno Ruben. 2020.** Aplicación de la emulsión imprimante primetec en la conservación de la base granular - Huancayo. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
28. **Ramos García, Bianka Lisbeth y Muñoz Pérez, Cesia Isabel. 2018.** Propuesta de diseño de mezcla asfáltica en frío de graduación densa como alternativa para el mantenimiento de pavimentos flexibles. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Centroamericana. Managua : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
29. **Rodríguez Ore, Edinson. 2018.** Influencia de la fibra de caucho reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frío. Huancayo : s.n., 2018.
30. **Rodríguez Talavera, Rogelio, Castaño Meneses, Víctor Manuel y Martínez Madrid, Miguel. 2001.** Emulsiones asfálticas. Física Aplicada y tecnología avanzada, Instituto de física de la U.N.A.M. y del Instituto Mexicano del transporte. Sanfandila : s.n., 2001.
31. **Rolando Franco, Freddy Erick. 2002.** Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluido RC-250 y emulsión. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2002. Tesis de pregrado.

32. **Rosero Alvarado, Francisco David. 2018.** Base estabilizadas con emulsión asfáltica para pavimentos (Aplicación calle Nogales parroquia Nayón L=1.0 km). Escuela profesional de Ingeniería Civil, Universidad Central del Ecuador. Quito : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
33. **Valderrama Aparicio, Pedro Fernandez. 2013.** Modelo para la gestión del riesgo asociado a los costes globales en fase de postconstrucción en edificios plurifamiliares destinados a arrendamiento. 2013.
34. **Vera Tello, Juan Carlos. 2018.** Mejoramiento con emulsiones asfálticas de bases granulares, para pavimentos en la Región Lambayeque. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional "Pedro RUIZ GALLO. Lambayeque : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
35. **Vidalon Ledesma, Juan Carlos. 2019.** Propiedades negativas de la base granular y temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica en profundidad de penetración de la imprimación asfáltica – Huancayo 2018. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
36. **Villa Chaman, Victor Manuel. 2007.** Reciclado IN SITU en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas-aplicación. Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2007. Tesis de pregrado.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia



Anexo 1 – Matriz de consistencia

EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA TIPO CSS-1P MODIFICADA CON DIESEL EMPLEADA EN IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA DE BASES GRANULARES

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿En qué medida la emulsión asfáltica cationica tipo CSS-1P modificada con diésel interviene en la imprimación de bases granulares?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Analizar como interviene la emulsión asfáltica cationica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La emulsión asfáltica cationica tipo CSS-1P modificada con diésel mejora la imprimación de bases granulares.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Emulsión asfáltica cationica tipo CSS-1P modificada con diésel</p>	<p>Tipo de Rotura</p> <p>Dosificación de Diésel</p> <p>Temperatura Óptima de riego</p> <p>Grado de densidad del Diésel</p>	<p>Rotura del emulsificante</p> <p>Porcentaje añadido</p> <p>Termómetro digital</p> <p>Ficha técnica del Diésel</p>	<p>Método de investigación: Cuantitativo.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicado.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>El diseño de investigación utilizará un esquema Experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema.</p> <p>OE → SA → XP → CE → RE</p> <p>Cuando: 2020.</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Población. La población está constituida por 45 moldes con base granular compactada, regando emulsión de rotura lenta tipo CSS-1P cationica con dosificaciones de Diésel.</p> <p>Muestra: La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cuál es el grado de penetración de la emulsión asfáltica cationica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar el grado de penetración de la emulsión asfáltica cationica tipo CSS-1P modificada con diésel en la imprimación de bases granulares.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) El grado de penetración de la emulsión asfáltica cationica tipo CSS-1P modificada con diésel aumenta la imprimación de bases granulares.</p>		<p>Grado de Penetración</p> <p>Interacción ligante base granular</p>	<p>Prueba de campo</p> <p>Transmisión de Cargas</p>	

Anexo N°02: Panel fotográfico

Fotografía N° 1: Ensayo de granulometría de arena chancada, para la mezcla asfáltica en caliente (MAC) en la EG-2013, según MTC E-204, ASTM D-422



Fotografía N° 2: Ensayo de granulometría de arena natural, para la mezcla asfáltica en caliente (MAC) en la EG-2013, según MTC E-204, ASTM D-422



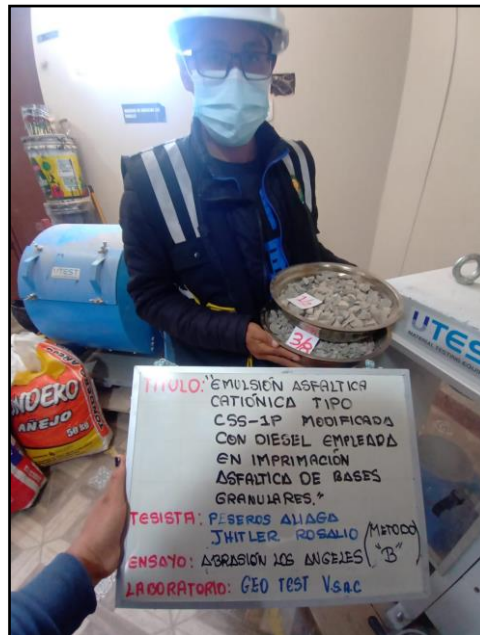
Fotografía N° 3: Desarrollo del Ensayo de peso específico de piedra chancada según la MTC E – 514-2000, ASTM D-2726.



Fotografía N° 4: Desarrollo del ensayo de Abrasión Los Ángeles (Método B- 11 esferas) MTC E-207, NTP 400.019



Fotografía N° 5: Desarrollo del ensayo de Abrasión Los Ángeles con la piedra chancada de 1/2" y de 3/8" (Método B- 11 esferas) MTC E-207, NTP 400.019



Fotografía N° 6: Del desarrollo de Ensayo Equivalente de Arena Triturada MTC E-114, NTP 339.146



Fotografía N° 7: Desarrollo de Partículas Chatas: ASTM 4791, NTP 400.4



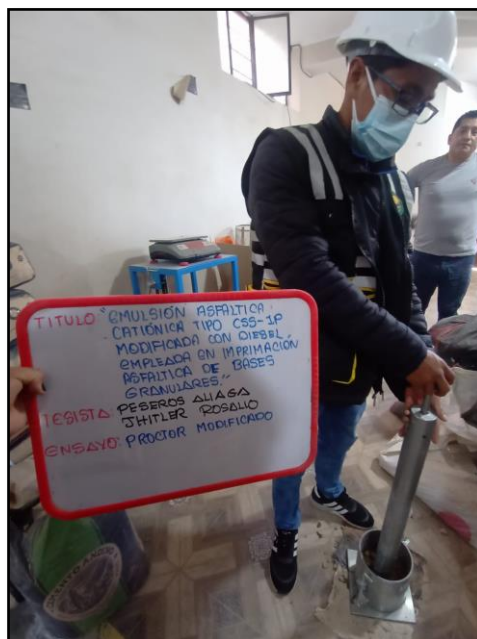
Fotografía N° 8: Desarrollo de Partículas Alargadas: ASTM 4791, NTP 400.4



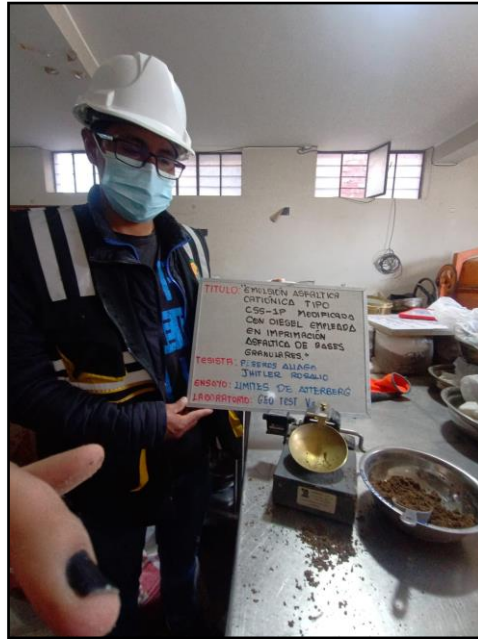
Fotografía N° 9: Desarrollo del ensayo para determinar el Método de ensayo de las caras fracturadas 90/70 MTC E-210



Fotografía N° 10: Desarrollo del ensayo Proctor modificado con el método c según, la norma NTP: 339.141



fotografía N° 11: ensayo de límites de atterberg de la base granular según la norma 339.130 y la MTC E 111



Fotografía N° 12: Imprimación con dosificación de la emulsión y Diesel



Fotografía N° 13: Imprimación en los moldes que se obtuvo del optimo del Proctor



Fotografía N° 14: Imprimación de 24 moldes a distintas temperaturas y distintas dosificaciones

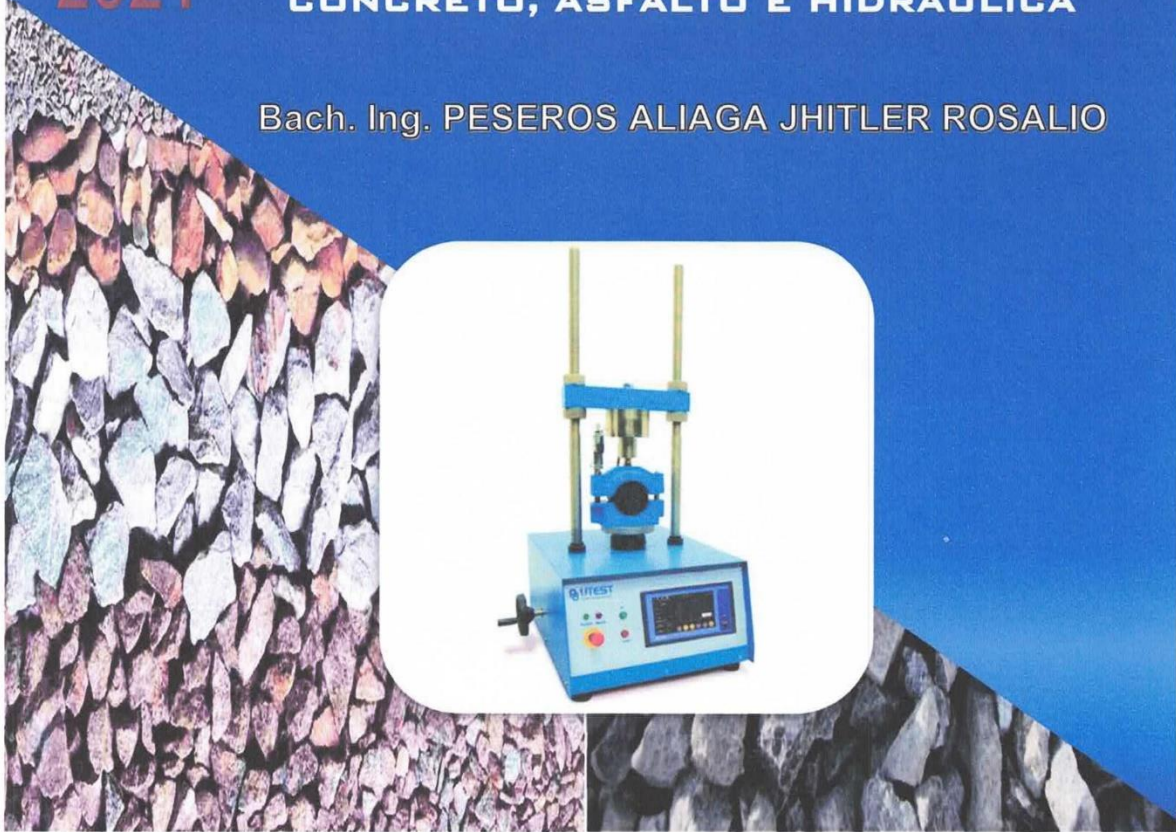


Anexo N°03: Certificado de los Ensayos

2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Bach. Ing. PESEROS ALIAGA JHITLER ROSALIO



**“EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA TIPO
CSS-1P MODIFICADA CON DIESEL EMPLEADA
EN IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA DE BASES
GRANULARES”**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



GRANULOMETRÍA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

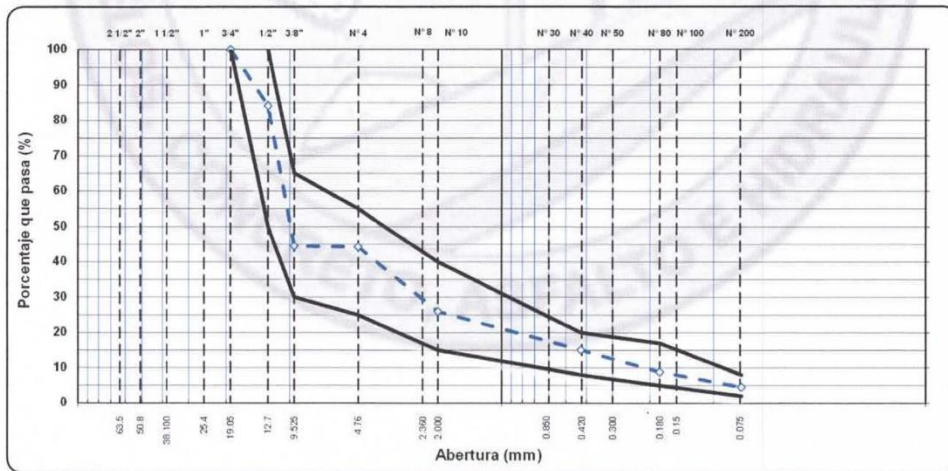
ASTM C - 136

TÍTULO : "Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."
TESISTA : Peseros Aliaga Jhitler Rosalio
CANTERA : Pilcomayo
MATERIAL : Base Granular

HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Agosto-2021

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Peso inicial de la muestra	9000.0 gr
1"	25.400						Peso Fraccion	523.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100		
1/2"	12.700	1430.0	15.9	15.9	84.1			
3/8"	9.525	3569.0	39.7	55.5	44.5	30 - 65		
1/4"	6.300							
N°4	4.760	20.0	0.2	55.8	44.2	25 - 55		
N°8	2.360	120.3	10.2	65.9	34.1			
N° 10	2.000	95.2	8.1	74.0	26.0	15 - 40		
N° 16	1.190	20.9	1.8	75.8	24.2			
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	40.2	3.4	79.2	20.8			
N° 40	0.425	68.0	5.8	84.9	15.1	8 - 20		
N° 50	0.300	56.0	4.7	89.6	10.4			
N° 80	0.180	18.0	1.5	91.2	8.8			
N° 100	0.150	10.2	0.9	92.0	8.0			
N° 200	0.074	40.0	3.4	95.4	4.6	2 - 8		
< 200	-	54.2	4.6	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.




DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ABRASIÓN LOS ANGELES (MTC E207 - ASTM C131 - AASTHO T96)			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA			
TITULO: "Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."			
TESISTA: Peseros Aliaga Jhitter Rosalio			
CANTERA: Pilcomayo		HECHO POR: A. Y. G.	
MATERIAL: Base Granular		FECHA: Agosto-2021	
GRADACIÓN	"B"		
ESFERAS	11		
1.1/2" - 1"			
1" - 3/4"			
3/4" - 1/2"	2500.2		
1/2" - 3/8"	2501.3		
3/8" - 1/4"			
1/4" - N°4	-		
N°4 - N°8	-		
Peso Muestra	5001.5		
Peso Retenido Tamiz N° 12	4204		
Peso Pasante Tamiz N° 12	797.5		
% DESGASTE	15.95		
PROMEDIO		15.9%	
ESPECIFICACION:	MAX.	40.0%	OK

OBSERVACIONES:



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D4791)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO: "Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."	
TESISTA: Peseros Aliaga Jhltler Rosalio	
CANTERA: Pilcomayo	HECHO POR: A. Y.G.
MATERIAL: Base Granular	FECHA: Agosto-2021

Muestra:

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	2000.0	34.2	1.7	15.9	27.2	
1/2"	3/8"	1000.0	50.9	5.1	39.7	202.1	
Σ		3,000.0	85.1		55.6	229.3	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					4.12		OK
ESPECIFICACION:					MAXIMO 15.0%		

OBSERVACIONES:



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CARAS FRACTURADAS	
(MTC E210 - ASTM D5821)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO: "Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."	
TESISTA: Peseros Aliaga Jhifler Rosalío	HECHO POR: A.Y.G.
CANTERA: Pilcomayo	FECHA: Agosto-2021
MATERIAL: Base Granular	

A.- CON UNA CARA FRACTURADAS 80% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	%	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	980.2	81.68	26.5	2163.0
1/2"	3/8"	300.0	278.3	92.77	11.8	1098.4
TOTAL		1500	1258.5		38.3	3,261.33

<table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;">PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA</td> <td style="width:10%; text-align: center;">TOTAL E</td> <td style="width:10%; text-align: center;">=</td> <td style="width:10%; text-align: center;">3261</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>TOTAL D</td> <td></td> <td>38.32</td> <td></td> <td>85.1 %</td> </tr> </table>	PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	TOTAL E	=	3261				TOTAL D		38.32		85.1 %
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	TOTAL E	=	3261									
	TOTAL D		38.32		85.1 %							

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS 50% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	(grs.)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	981.2	81.77	26.5	2,165.2
1/2"	3/8"	300.0	196.8	65.60	11.8	776.7
TOTAL		1500	1178.0		38.3	2,941.89

<table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;">PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS</td> <td style="width:10%; text-align: center;">TOTAL E</td> <td style="width:10%; text-align: center;">=</td> <td style="width:10%; text-align: center;">2942</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>TOTAL D</td> <td></td> <td>38.32</td> <td></td> <td>76.8 %</td> </tr> </table>	PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS	TOTAL E	=	2942				TOTAL D		38.32		76.8 %
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS	TOTAL E	=	2942									
	TOTAL D		38.32		76.8 %							

OBSERVACIONES :



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093


RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MTC E219)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA	
TITULO: "Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."	
TESISTA: Peseros Aliaga Jhitlel Rosalio	HECHO POR: A.Y.G.
CANTERA: Pilcomayo	FECHA: Agosto-2021
MATERIAL: Base Granular	
AGREGADO GRUESO	

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	156.03	158.09		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	156.04	158.12		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.01	0.03		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	25.0	25.0		
8.-	Sales Solubles $(1/((Cx A)/(DxB))) \times 100$	%	0.120	0.360		
9.-	Promedio Sales Solubles	%				0.240
ESPECIFICACION:			MAXIMO	0.5%	OK	

OBSERVACIONES:



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."

TESISTA: Peseros Allaga Jhitler Rosalio

CANTERA: Pilcomayo

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Base Granular

FECHA: Agosto-2021

Datos de la Muestra:

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	15.9	1000.0	987.4	12.60	1.26	0.20
1/2"	3/8"	39.7	600.2	536.9	63.30	10.55	4.19
3/8"	N° 4	0.2	300.5	284.6	15.90	5.29	0.01
TOTALES		55.8	1900.7				4.40
ESPECIFICACION:		MAX	18.0%			OK	

OBSERVACIONES : _____


GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T176)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
TITULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."
TESISTA: Peseros Aliaga Jhitler Rosalio
CANTERA: Pilcomayo
MATERIAL: Base Granular
HECHO POR: A. Y.G. FECHA: Agosto-2021

Muestra: Base Granular

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	03:16	03:18	03:20
4	Hora de Salida	03:26	03:28	03:30
5	Hora de Entrada	03:28	03:30	03:32
6	Hora de Salida	03:48	03:50	03:52
7	Altura Maxima de Material Fino	6.40	6.20	6.30
8	Altura Maxima de la Arena	3.60	3.50	3.50
9	Equivalente de Arena (%)	56.3	56.5	55.6
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	57.0		
11	ESPECIFICACION:	MINIMA:	45.0%	OK

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO ASFALTO E HIDRAULICA



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E110 - ASTM D4318 - MTC E111 - AASHTO T90)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
TÍTULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."
TESISTA: Peseros Aliaga Jhiller Rosalio
CANTERA: Pilcomayo
MATERIAL: Base Granular
HECHO POR: A.Y.G. FECHA: Agosto-2021

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40				
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. de Recipiente	N°	1	2	3	4	5
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	50.4	47.60	64.7	21.90	22.50
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	45.2	42.6	59.3	20.80	21.70
Peso de Recipiente (C)	g	17.00	11.60	16.70	15.00	12.00
Peso del Agua (A-B)	g	5.2	5	5.4	1.10	0.80
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	28.2	31	42.6	5.80	9.70
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	18.4	16.1	12.7	19.0	8.2
N° De Golpes		15	34	22		

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	16.0	13.6	2.4

ESPECIFICACION	MIN. (%)	CUMPLIMIENTO
IP	2	OK




GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MTC E219)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."	
TESISTA: Peseros Aliaga Jhitter Rosalio	HECHO POR: A.Y.G.
CANTERA: Pilcomayo	FECHA: Agosto-2021
MATERIAL: Base Granular	
AGREGADO FINO	

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	188.00	188.01		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	188.02	188.03		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.02	0.02		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	25.0	25.0		
8.-	Sales Solubles $(1/((Cx A)/(DxB))) \times 100$	%	0.240	0.240		
9.-	Promedio Sales Solubles	%			0.240	
ESPECIFICACION:			MAXIMO	0.5%	OK	

OBSERVACIONES:


GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TITULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares. "							
TESISTA: Peseros Aliaga Jhitler Rosalio							
CANTERA: Pilcomayo				HECHO POR: A.Y.G.			
MATERIAL: Base Granular				FECHA: Agosto-2021			
AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	0.2	100.0	97.60	2.40	2.40	0.00
	N° 4	10.2	100.0	97.8	2.20	2.20	0.22
	N° 8	9.9	100.0	95.2	4.80	4.80	0.48
	N° 16	3.4	100.0	93.0	7.00	7.00	0.24
	N° 30	10.5	100.0	90.2	9.80	9.80	1.03
ESPECIFICACION:		MAX	15.0%	TOTALES			1.97

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



PROCTOR MODIFICADO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."
TESISTA: Peseros Aliaga Jhitler Rosalio
CANTERA: Pilcomayo
MATERIAL: Base Granular
HECHO POR: A. Y.G.
FECHA: Agosto-2021

PROCTOR MODIFICADO
 NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	11,220.0	11,357.0	11,624.0	11,607.0
Peso molde (gr.)	6,546.0	6,546.0	6,546.0	6,546.0
Peso suelo compactado (gr.)	4,674.0	4,811.0	5,078.0	5,061.0
Volumen del molde (cm ³)	2,127.9	2,127.9	2,127.9	2,127.9
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.197	2.261	2.386	2.378

HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	739.5	739.5	875.0	955.7
Tara + suelo seco (gr.)	719.0	712.8	825.6	881.1
Peso de agua (gr.)	20.5	26.7	49.4	74.6
Peso de tara (gr.)	47.1	46.5	44.6	45.7
Peso de suelo seco (gr.)	671.9	666.3	781.0	835.4
Humedad (%)	3.1	4.0	6.3	8.9
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.131	2.174	2.244	2.183

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	6"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	6,546.0
VOLUMEN (CM3)	2,127.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	2.248
Óptimo Contenido de Humedad (%):	6.8

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



IMPRIMACIÓN DE MOLDES CON DOSIFICACIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."

TESISTA: Peseros Aliaga Jhitler Rosalio

CANTERA: Pilcomayo

FECHA: Agosto-2021

MATERIAL: Base Granular

HECHO POR: A.Y.G.

IMPRIMACION DE MOLDES CON DOSIFICACION

N°MOLDE	T°C	DOSIFICACIÓN		PENETRACION (mm)
		EMULSION	DIESEL	
N°1	23 °C	3.0%	1.0%	1.20
N°2	23 °C	3.0%	2.0%	2.10
N°3	23 °C	3.0%	5.0%	2.80
N°4	23 °C	3.0%	8.0%	3.20
N°5	23 °C	3.0%	11.0%	4.20
N°6	23 °C	3.0%	14.0%	5.10
N°7	23 °C	3.0%	17.0%	6.90
N°8	23 °C	3.0%	20.0%	7.50
N°9	23 °C	3.0%	23.0%	8.40
N°10	23 °C	3.0%	26.0%	9.20
N°11	23 °C	3.0%	29.0%	10.20
N°12	23 °C	3.0%	32.0%	11.50
N°13	23 °C	3.0%	35.0%	12.40
N°14	23 °C	3.0%	38.0%	13.50
N°15	23 °C	3.0%	41.0%	14.60
N°16	23 °C	3.0%	44.0%	15.90
N°17	23 °C	3.0%	47.0%	16.40
N°18	23 °C	3.0%	50.0%	17.60
N°19	23 °C	3.0%	53.0%	18.40
N°20	23 °C	3.0%	56.0%	19.70
N°21	23 °C	3.0%	59.0%	22.90
N°22	23 °C	3.0%	62.0%	24.20
N°23	23 °C	3.0%	65.0%	26.80
N°24	23 °C	3.0%	68.0%	29.90



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

TITULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."
TESISTA: Peseros Aliaga Jhitler Rosalio
CANTERA: Pilcomayo
MATERIAL: Base Granular
FECHA: Agosto-2021
HECHO POR: A.Y.G.

IMPRIMACION DE MOLDES CON DOSIFICACION

N°MOLDE	T°C	DOSIFICACIÓN		PENETRACION (mm)
		EMULSION	DIESEL	
N°1	25 °C	3.0%	1.0%	1.28
N°2	25 °C	3.0%	2.0%	2.13
N°3	25 °C	3.0%	5.0%	2.81
N°4	25 °C	3.0%	8.0%	3.20
N°5	25 °C	3.0%	11.0%	4.66
N°6	25 °C	3.0%	14.0%	5.27
N°7	25 °C	3.0%	17.0%	6.93
N°8	25 °C	3.0%	20.0%	7.62
N°9	25 °C	3.0%	23.0%	8.86
N°10	25 °C	3.0%	26.0%	9.18
N°11	25 °C	3.0%	29.0%	10.25
N°12	25 °C	3.0%	32.0%	11.61
N°13	25 °C	3.0%	35.0%	12.53
N°14	25 °C	3.0%	38.0%	13.80
N°15	25 °C	3.0%	41.0%	15.55
N°16	25 °C	3.0%	44.0%	16.74
N°17	25 °C	3.0%	47.0%	17.50
N°18	25 °C	3.0%	50.0%	17.96
N°19	25 °C	3.0%	53.0%	18.61
N°20	25 °C	3.0%	56.0%	21.43
N°21	25 °C	3.0%	59.0%	24.10
N°22	25 °C	3.0%	62.0%	25.68
N°23	25 °C	3.0%	65.0%	29.14
N°24	25 °C	3.0%	68.0%	32.10



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
CIP N° 247312
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: " Emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1P modificada con DIESEL empleada en imprimación asfáltica de bases granulares."

TESISTA: Peseros Aliaga Jhitler Rosalio

CANTERA: Pilcomayo

FECHA: Agosto-2021

MATERIAL: Base Granular

HECHO POR: A.Y.G.

IMPRIMACION DE MOLDES CON DOSIFICACION

N°MOLDE	T°C	DOSIFICACIÓN		PENETRACION (mm)
		EMULSION	DIESEL	
N°1	27 °C	3.0%	1.0%	1.28
N°2	27 °C	3.0%	2.0%	2.13
N°3	27 °C	3.0%	5.0%	2.81
N°4	27 °C	3.0%	8.0%	3.21
N°5	27 °C	3.0%	11.0%	4.90
N°6	27 °C	3.0%	14.0%	5.35
N°7	27 °C	3.0%	17.0%	6.93
N°8	27 °C	3.0%	20.0%	7.68
N°9	27 °C	3.0%	23.0%	8.47
N°10	27 °C	3.0%	26.0%	9.10
N°11	27 °C	3.0%	29.0%	10.30
N°12	27 °C	3.0%	32.0%	11.63
N°13	27 °C	3.0%	35.0%	12.98
N°14	27 °C	3.0%	38.0%	14.20
N°15	27 °C	3.0%	41.0%	14.72
N°16	27 °C	3.0%	44.0%	16.80
N°17	27 °C	3.0%	47.0%	17.63
N°18	27 °C	3.0%	50.0%	18.64
N°19	27 °C	3.0%	53.0%	19.25
N°20	27 °C	3.0%	56.0%	23.10
N°21	27 °C	3.0%	59.0%	25.40
N°22	27 °C	3.0%	62.0%	27.60
N°23	27 °C	3.0%	65.0%	30.20
N°24	27 °C	3.0%	68.0%	32.21



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DEL LABORATORIO