



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1– Callao 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Moises Gonzales, Max Conan (ORCID: 0000-0001-8658-4980)

ASESOR:

Mag. Medrano Sanchez Emilio José (ORCID: 0000-0003-0002-5876)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicó este trabajo a mis padres, quienes, gracias a sus esfuerzos y dedicación, han impulsado y motivado a culminar mis estudios después de un largo periodo de altos y bajos en medio de esta crisis mundial.

Se lo dedico a mi hijo y esposa, ya que, son el motivo principal de superarme, además de ser un apoyo desde que empezamos con nuestra vida familiar gracias a sus fortalezas y sacrificios lograré superar este primer objetivo.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por brindarme las fuerzas necesarias para continuar el camino de mi formación académica, a pesar de las muchas dificultades por las que me toco afrontar en los últimos años. Me demostró que con tener fe de corazón él nos escucha.

Dar las gracias a toda mi familia en especial a mi hijo el cual con su ternura y cariño me impulsa a seguir adelante como padre y como profesional, ya que todos mis sacrificios y esfuerzos son para guiarlo al igual que mis padres lo hicieron con mi persona.

Hacer presente mis agradecimientos a mi casa de estudios la universidad Cesar Vallejo y sus docentes los cuales a lo largo de mi carrera me han brindado muchos de sus conocimientos y experiencias los cuáles serán las bases de mi formación como profesional.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice.....	iv
Índice De Tablas	v
Índice De Figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO.....	6
METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo Y Diseño De Investigación	22
3.2 Variables Y Operacionalización	22
3.3 Población, Muestra Y Muestreo Población	23
3.4 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos.....	24
3.5. Procedimiento	24
3.6. Método De Análisis De Datos	25
3.7. Aspectos Éticos.....	25
RESULTADOS	26
DISCUSIÓN	47
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	55
Bibliografía	56
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1 Calicatas a Cielo Abierto	27
Tabla 2 Clasificación Aashto de Calicatas	27
Tabla 3 Clasificación Sucs de Calicatas.....	28
Tabla 4 Lavado Asfaltico	32
Tabla 5 Descripcion de Muestra.....	33
Tabla 6 Ensayo Marshall Material Reciclado.....	35
Tabla 7 Descripcion de Muestra Mac2-D5 (Arena)	36
Tabla 8 Análisis Granulométrico Arena Muestra Patrón Mac2-D5	36
Tabla 9 Descripcion de Muestra Mac2-D5 (Grava)	37
Tabla 10 Analisis Granumoletrico Grava Muestra Patrón Mac2-D5	38
Tabla 11 Combinacion Teorica de Agrava y Arena Mac2-D5.....	39
Tabla 12 Dosificación Teorica 10% Rec. – 90% Mac2-D5	41
Tabla 13 Dosificación Teorica 20% Rec. – 80% Mac2-D5	42
Tabla 14 Dosificación Teorica 30% Rec. – 70% Mac2-D5	43
Tabla 15 Peso Acumulado de Agregado Para el Nuevo Diseño	44
Tabla 16 Caracterización del Nuevo Diseño De Mezcla	44
Tabla 17 Descripcion del Nuevo Diseño De Meezcla.....	45
Tabla 18 Ensayo Marshall M.A 20% Mat. Rec. – 80% Mac2-D5.....	46

Índice de figuras

Figura 1 Problemática Actual	3
Figura 2 Estructura de un Pavimento Flexible.....	10
Figura 3 Estructura de un Pavimento Rígido.....	11
Figura 4 Rodillo de Fresado	12
Figura 5 Influencia Térmica por Reciclado	13
Figura 6 Volumen de Asfalto	19
Figura 7 Vacíos en Asfalto	20
Figura 8 Análisis de la Problemática	25
Figura 9 Excavación y Análisis de Estratos.....	27
Figura 10 Nivel Freático	28
Figura 11 Composición de Plataformas	29
Figura 12 Proceso de Centrifugado.....	32
Figura 13 Componentes de Centrifugado	32
Figura 14 Curva Granulométrica Mat. Reciclado.....	34
Figura 15 Peso Sumergido.....	35
Figura 16 Curva Granulométrica Arena.....	37
Figura 17 Curva Granulométrica Grava	38
Figura 18 Grava < 3/4	39
Figura 19 Grafica Muestra Patrón Mac2-D5.....	40
Figura 20 Rep. Grafica 10% Rap-90% Mac2-D5.....	41
Figura 21 Rep. Grafica 20% Rap-80% Mac2-D5.....	42
Figura 22 Rep. Grafica 20% Rap-80% Mac2-D5.....	43

Resumen

En el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar de qué manera el agregado asfáltico reciclado influye en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – Callao 2021. La presente investigación fue de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo. Las muestras obtenidas de asfalto reciclado in situ fueron tomadas de un pavimento el cual se encuentra operativo dentro de los almacenes de Ransa mediante el ensayo de diamantina. Las muestras obtenidas fueron procesadas y analizadas en un laboratorio de una planta de asfalto, pasando por todos los ensayos necesarios con la finalidad de obtener la granulometría y porcentaje de asfalto de la mezcla a reutilizar.

Se procedió a tomar como referencia un diseño de mezcla con el cual se trabaja en las instalaciones del terminal 1 el cual es un MAC2 – D5 una vez analizada la granulometría de ambas muestras se procedió al mezclado con una dosificación del 20% de asfalto reciclado y 80% del MAC2 – D5 dando como resultado un incremento en la densidad y estabilidad del nuevo diseño de mezcla del pavimento flexible. Con los resultados obtenidos podemos observar que nuestra muestra de asfalto reciclado tiene un alto valor para su reutilización.

Palabras clave: asfalto reciclado, dosificaciones, MAC2 – D5, densidad, estabilidad.

Abstract

The general objective of this research work was to determine how the recycled asphalt aggregate influences the design of the flexible pavement Ransa, San Agustín Terminal 1 - Callao 2021. The present investigation was applied and with a quantitative approach. The samples obtained from recycled asphalt in situ were taken from a pavement which is operating within the Ransa warehouses by means of the diamond test. The samples obtained were processed and analyzed in a laboratory of an asphalt plant, passing through all the necessary tests in order to obtain the granulometry and percentage of asphalt of the mixture to be reused.

We proceeded to take as a reference a mixing design with which we work in the facilities of Terminal 1, which is a MAC2 - D5, once the granulometry of both samples had been analyzed, we proceeded to mix with a dosage of 20% recycled asphalt and 80% of the MAC2 - D5 resulting in an increase in the density and stability of the new flexible pavement mix design. With the results obtained we can see that our recycled asphalt sample has a high value for reuse.

Keywords: recycled asphalt, dosages, MAC2 - D5, density, stability.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el alto tránsito pesado ha generado un importante desgaste en los pavimentos asfálticos dentro de los almacenes de Ransa-callao, con el paso del tiempo las zonas asfaltadas se deterioran por diversos factores como: cargas repetidas, mantenimiento incorrecto o diseño inapropiado. El pavimento de un almacén aduanero, esta continuamente sujeto al alto tránsito de vehículos pesados, este factor junto al tiempo de vida útil de los materiales hace que el deterioro sea más progresivo en consecuencia, esto conlleva a bajar los niveles de confort del tránsito.

En la última década se viene implementando la alternativa de reciclar materiales de construcción y reutilizarlos con la finalidad de reducir costos y preservar el medio ambiente.

(SOLLUASFALT, 2017) El asfalto reciclado como su mismo nombre lo dice es eso secciones de asfalto cuyo tiempo de vida a culminado, este material proviene de nuestras propias pistas y vías pavimentadas mediante el proceso de fresado se levanta la carpeta asfáltica y el material reciclado es transportando a la planta de asfalto donde se analizará sus componentes.

Una alternativa de ello es reciclar el pavimento el cual a pesar del tiempo mantiene muchas de sus propiedades, la reutilización del asfalto también implicaría un ahorro significativo en lo que sería plantear un nuevo diseño de pavimento flexible.

Seguidamente, nos vemos en la necesidad de investigar y plantearnos el siguiente problema general ¿De qué manera el agregado asfáltico reciclado influye en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021?

Una vez definido el problema general nos conlleva a disgregar y plantear los siguientes problemas específicos:

- ¿De qué manera la granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la densidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 -callao 2021?
- ¿De qué manera la granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado

influye en la estabilidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 - callao 2021?

- ¿De qué manera la dosificación del agregado asfáltico reciclado influye en la densidad del diseño de pavimento flexible Ransa San Agustín Terminal 1 -callao 2021?
- ¿De qué manera la dosificación del agregado asfáltico reciclado influye en la estabilidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021?

En la actualidad el uso de asfalto reciclado es una excelente alternativa sustentable para reducir el impacto económico, energético y ambiental en la construcción y conservación de pavimentos. La implementación de asfalto reciclado ha brindado resultados positivos tanto en la mejora de diseño a un bajo costo. Ya que este tema aún está en desarrollo dentro de nuestro país, es necesario realizar estudios previos con la finalidad de cumplir los estándares de calidad y necesidad de los almacenes de Ransa-callao. Además, estos estudios complementarán con el desarrollo social para mejorar nuestras redes viales y calidad de vida de la población peruana.



Figura 1 problemática actual

Fuente: Propia

Ya determinando el aporte de la investigación he planteado el siguiente objetivo general es cual es “Determinar de qué manera el agregado asfáltico reciclado influye en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021”.

Para cumplir con el objetivo general, fue necesario plantear objetivos más específicos los cuales son:

- Determinar de qué manera la granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la densidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 -callao 2021.
- Determinar de qué manera la granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la estabilidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 - callao 2021.
- Determinar de qué manera la dosificación del agregado asfáltico reciclado influye en la densidad del diseño de pavimento flexible Ransa San Agustín Terminal 1 -callao 2021.
- Determinar de qué manera la dosificación del agregado asfáltico reciclado influye en la estabilidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021.

La siguiente hipótesis planteada de acuerdo al objetivo es que “El agregado asfáltico reciclado influye en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1-callao 2021”

Con la finalidad de mejorar la investigación se desglosó la hipótesis general en hipótesis más específicas las cuales son:

- La granulometría del agregado asfáltico reciclado influye en la densidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 -callao

2021.

- La granulometría del agregado asfáltico reciclado influye en la estabilidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 - callao 2021.
- La dosificación del agregado asfáltico reciclado influye en la densidad del diseño de pavimento flexible Ransa San Agustín Terminal 1 -callao 2021.
- La dosificación del agregado asfáltico reciclado influye en la estabilidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En la revisión de la literatura se encontró amplia información del tema a investigar por lo que se tendrá en cuenta como referente para la tesis y se le otorgara un enfoque diferente, las investigaciones encontradas son las siguientes:

(BALBIN ARCHI & CHOCHON GOMEZ, 2019) en la tesis de grado denominado “Diseño de Mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento en el tramo KM90+00 al KM95+00 de la carretera Canta a Huayllay ubicado en el distrito y provincia de canta en el departamento de lima 2019” considero como objetivo general diseñar un pavimento con material reciclado a fin de mejorar las capacidades mecánicas del nuevo diseño de mezcla, llegando a la conclusión que fue necesario la evaluación del pavimento reciclado para determinar su reutilización de esta forma se diseñó una mezcla que cumpla los parámetros mínimos de un asfalto convencional agregando material virgen y asfalto PEN obteniendo una mejora en la rigidez de su deformación y estabilidad.

(FANO DESCALZI & CHÁVEZ CÉSPEDES , 2017) En la tesis de grado denominado “Diseño estructural de un pavimento convencional reciclado y mejorado con cemento portland con dosificaciones variadas en el proyecto de conservación vial de Huancavelica” considero como objetivo determinar la estructura de un pavimento básico reciclado y mejorado con cemento portland que sustente de forma técnica y económica las limitaciones que contempla el contrato de conservación vial como a su vez determinar el tipo de materiales de la cantera y el material existente como también el proceso constructivo del reciclado en frío del pavimento e indicar las especificaciones que aplican en esta etapa de diseño y construcción llegando a la conclusión que; Al estabilizar el afirmado con el cemento portland, permitió que la capa sea de menor densidad permitió también reducir los costos en transporte de material por consecuencia utilizar menor cantidad de recursos naturales. El cemento portland resulta ser un agente estabilizador de mejor comportamiento debido a que los agregados encontrados en la vía cumplen con los requisitos de diseño, sin embargo no aplica para el resto de caminos ya que no presentan las mismas características, por otro lado la metodología de reciclado en frio hace posible que nuestra

propuesta contemple mayor viabilidad ya que las maquinarias realizan las dosificaciones planteadas en diseño de manera muy eficiente, aumentando la calidad y productividad.

(ESPINOZA JURO & VILDOSO FLORES, 2014) En la tesis de grado denominado “Estudio de la técnica de reciclado con asfalto espuma en las carreteras la Oroya-Chicrin-Huánuco-Tingo María-Dv Tocache-Conococha-Yanacancha” considero como objetivo de demostrar las ventajas técnicas, ambientales, y económicas del reciclado de asfalto espumado respecto a las técnicas convencionales en la etapa de Post – Intervención en las carreteras de la Oroya – Chicrin – Huánuco – Tingo María – Dv Tocache y Conococha – Yanacancha en los años 2007 al 2013 y llego a la conclusión que; las ventajas técnicas reportadas y analizadas demostraron que la resistencia estructural superaron los parámetros mínimos estimados del proyecto por otro lado el rendimiento diario con el método del RPAE fue más eficaz en comparación al método convencional , las ventajas ambientales reportadas y analizadas indicaron que la técnica del RPAE no necesita obtener material granular nuevo para la base, ya que reutiliza el material existente por consiguiente se ahorró un total de 689 369.45 m³ de material nuevo en ambos tramos de la carretera, finalmente el RPAE resulto ser una buena alternativa para establecer un ahorro económico importante en el los gastos de insumos (mano de obra, materiales, maquinarias).

(SANCHEZ ANGEL, 2009) En la tesis de grado denominado “Estudio de las ventajas del reciclado IN SITU en caliente de pavimentos flexibles” considero como objetivo identificar las características mecánicas en las mezclas asfálticas, señalar los beneficios del reciclado IN SITU en caliente de pavimentos flexibles con la finalidad de reducir el impacto ambiental causado por disposición de residuos sólidos y la emisión de gases que son generados por la fabricación de nuevas mezclas asfálticas llegando a la conclusión que; la tecnología de reciclado In Situ en caliente aporta beneficios ingenieriles, económicos y ambientales como la reducción de materia prima reduciendo también la emisión de gases a la atmósfera e incrementando significativamente en la producción y

movilización de equipos. Entre otros beneficios se restablecieron muchas de las propiedades del asfalto como el ligante y flexibilidad de pavimento. Dentro de las consecuencias percibimos que las maquinarias durante la ejecución del fresado tenían que calentar la superficie de la carpeta asfáltica generando contaminación al medio ambiente.

(ROBLES DIAZ, 2009) En la tesis de grado denominado “Guía para diseñar la rehabilitación de una ruta mediante el uso de asfalto espumado; reciclando el pavimento asfáltico existente” considero como objetivo entregar una guía para realizar un diseño práctico de un pavimento asfáltico, la cual indique los conocimientos para la rehabilitación de pavimentos reciclados en frío In Situ. Estudiar el funcionamiento sus propiedades equipos a utilizar y ventajas del sistema. Buscamos también ayudar con la conservación del medio ambiente, disminuir el consumo de energía y recopilar los parámetros a tener en consideración para iniciar el estudio, diseñar y ejecutar la rehabilitación llegando a concluir que: El reciclado en frío In Situ es una alternativa innovadora que brinda muchas ventajas ecológicas y económicas, dado que la recicladora realiza el procedimiento de frezar y mezclar con ligante. Todos los proyectos de asfalto espumado requieren un estudio profundo del pavimento como del suelo, los criterios más importantes para recuperar las vías son los siguientes; porcentaje de agua y granulometría del asfalto. Dentro de las ventajas más importantes de este reciclado en frío se encuentra la reutilización de materiales, menor tiempo de construcción, seguridad y calidad de trabajo.

Teorías relacionadas al tema

Pavimentos

Un pavimento es el conjunto de capas de materiales superpuestas debidamente compactadas las cuales están apoyadas en una capa de rodadura, tiene como finalidad proporcionar una superficie de rodamiento uniforme y soportar las cargas repetidas de tránsito para las cuales fue diseñada.

Tipos de pavimento

Pavimento Flexible

(rojas, 2019) Este tipo de pavimento está constituido por una carpeta bituminosa apoyada sobre capas de material granular, las cuales distribuyen los esfuerzos transmitidos por la influencia de las cargas al terreno natural sin sufrir deformaciones.

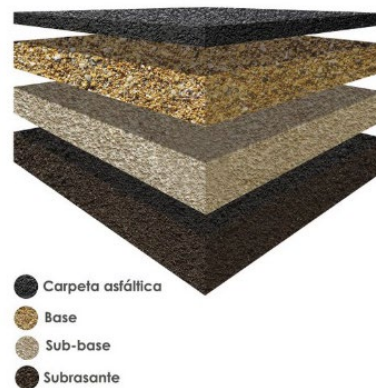


Figura 2 estructura de un pavimento flexible

Fuente: (Luis G. Loria Salazar, 26 Nov 2018)

Componentes del pavimento flexible

Carpeta Asfáltica

Estructura de pavimento compuesta por agregados gruesos, finos y cemento asfáltico. Tiene como finalidad transmitir y soportar los esfuerzos de las cargas a lo largo de su vida útil.

Base

Capa que se encuentra bajo la carpeta asfáltica encargada de absorber la mayor cantidad de esfuerzos, dependiendo del tipo de tránsito esta capa será tratada o mejorada para aumentar su resistencia a la deformación.

Subbase

Esta capa se encuentra ubicada sobre la subrasante su objetivo principal formar

una capa de apoyo uniforme y permanente.

Subrasante

Esta capa debe estar formada por material homogéneo y de fácil trabajabilidad de tal manera que obtenga un 95% mínimo de grado de compactación para brindar estabilidad a las capas superiores.

Pavimento Rígido

Estos pavimentos están fundamentalmente compuestos por una losa de concreto hidráulico sobre una capa de materiales seleccionados. Debido a su alto coeficiente de elasticidad y rigidez distribuye los esfuerzos sometidos en un área más amplia de manera uniforme.

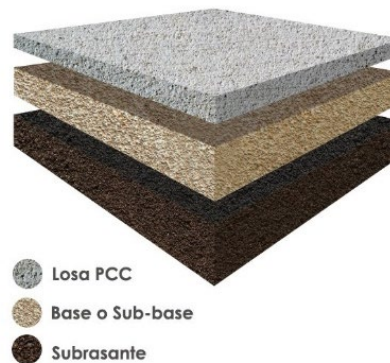


Figura 3 estructura de un pavimento rígido

Fuente: (Luis G. Loria Salazar, 26 Nov 2018)

Losa

Es el elemento estructural de concreto que tiene como finalidad transmitir directamente los esfuerzos minimizando el impacto sobre la base.

Subbase

Tiene como finalidad intervenir en la acción de bombeo en las juntas el cual elimina los excesos de material fino fuera de la estructura del pavimento, también suministrar apoyo uniforme al pavimento.

Pavimento Semi Rígido

Este pavimento básicamente es un pavimento flexible, la principal diferencia es

que una de las capas se encuentra mejorada con algún aditivo sea asfalto, emulsión, cemento, cal con el objetivo de modificar las propiedades mecánicas de la base granular dado que muchas veces los materiales locales no cumplen con los estándares de calidad necesarios.

Pavimento Articulado

Este tipo de pavimento cuenta con una superficie de rodadura la cual está elaborada con bloques prefabricados de dimensiones uniformes, estos bloques o adoquines pueden ir sobre una capa delgada de arena y a su vez sobre una base granular bien estabilizada

Pavimento reciclado

Se entiende por reciclaje de asfáltico a la reutilización de la carpeta asfáltica, generalmente luego de una serie de ensayos y tratamientos los cuales determinan los porcentajes de agregados de la mezcla asfáltica. A continuación, se menciona algunos de los tipos de reciclaje.

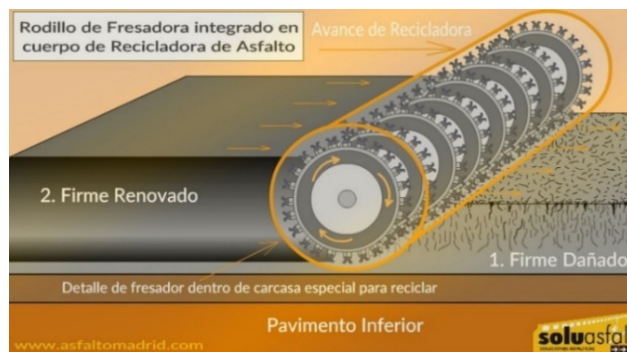


Figura 4 rodillo de fresado

Fuente: (www.asfaltomadrid.com)

Tipos de Reciclaje

Reciclaje en frío

Consiste en levantar la carpeta asfáltica existente por medio de un proceso de fresado reutilizando los materiales y mejorándolos con agentes rejuvenecedores con la finalidad de cumplir con las especificaciones del diseño.

Reciclaje en caliente

(MANUAL DE CARRETERAS, 2018) El reciclaje en caliente es el proceso de mezcla de los pavimentos reciclados con asfalto y agregados vírgenes además de agentes rejuvenecedores de reciclaje, con la finalidad de devolver las propiedades originales o lo más cercano posible al nuevo asfalto. El producto final tendrá que cumplir los requisitos y parámetros del nuevo diseño de mezcla.

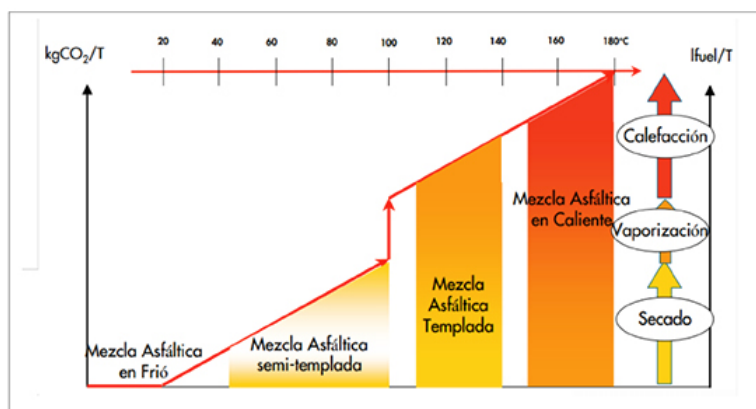


Figura 5 influencia térmica por reciclado

Fuente: (SciELO, Chile)

Pavimento asfáltico reciclado RAP

RAP ("Recycled Asphalt Pavement"). Se entiende por RAP. como pavimento procesado y retirado de la carpeta asfáltica por medio del fresado, está compuesto básicamente por agregados y asfalto el material reciclado cuenta con una granulometría variada. Es importante recordar que el material reciclado tiene sus componentes envejecidos por el tiempo de uso, condiciones ambientales, sin embargo, estas características no son impedimento para reutilizarlo.

Materiales

Son aquellos elementos de composición mineralógica como grava, arena y polvo de piedra estos elementos son primordiales para el diseño de mezcla asfáltica ya que representan entre un 90% a 95% de ellas.

Los agregados pueden ser clasificados de acuerdo a su tamaño de la siguiente manera agregados finos, agregados gruesos, polvo de piedra.

Agregados Finos

Son aquellos materiales naturales o procesados con el tamaño de partículas que pasan el tamiz de 4.7mm.

Agregados Gruesos

Son aquellos materiales naturales o procesados con tamaño de partículas que son retenidas hasta el tamiz de 4.7mm.

Polvo de Piedra

Material que queda retenido en el tamiz N°200

Granulometría del material reciclado

Es importante realizar el análisis granulométrico para identificar el tamaño de las partículas de material reciclado, de esta forma se tendrá un mayor control en la granulometría para el nuevo diseño de mezcla asfáltica. Para identificar el tamaño de las partículas se realizará el ensayo de lavado asfáltico, el cual tiene el siguiente proceso.

- Peso de muestra en frío
- Calentar la muestra en el horno a una temperatura controlada de 150 c°
- Pesar la muestra en caliente
- Centrifugar la muestra con tricloroetileno y papel de filtro
- Secar la muestra al horno
- Pesar la muestra en seco
- Pasar la muestra por el tamizado
- Pesar los porcentajes de material retenido en todas las mallas y llevar un control completo

Agregados recuperados de la carpeta asfáltica antigua

Los componentes obtenidos mediante el reciclado de la capa asfáltica, no deberán presentar fallas por meteorización. No se permitirá el uso de materiales recuperados que hayan presentado deterioros por exudación de asfalto o deformaciones plásticas.

Material bituminoso de la mezcla por reciclar

El material bituminoso recuperado tendrá que ser susceptible a combinarse de forma homogénea con el material bituminoso de adición, ya que al incorporar el agente rejuvenecedor ambos materiales deben presentar características similares.

Agente rejuvenecedor

Los agentes rejuvenecedores estarán compuestos de un material orgánico cuyas características físicas y químicas logren regenerar al asfalto envejecido las condiciones necesarias para un buen desempeño en el diseño de mezcla.

Equipo de reciclado

Fresadora

Estas maquinarias ejecutan la acción de reciclado por medio de una banda transportadora en la superficie de la carpeta asfáltica a través de unas uñas adaptadas a un eje de giro horizontal.

Cepilladora

Esta maquinaria conocida también como rascadora ejecutan los trabajos de reciclado previo al calentamiento del pavimento y desarrollan la acción por medio de unas cuchillas únicamente se recomienda utilizar en levantamientos de bajo espesor.

Termo perfiladora

Esta maquinaria realiza un conjunto de acciones de forma secuencial las cuales son: calentamiento del pavimento, escarificado de pavimento, homogenización del material, pre compactación del material procesado.

Diseño de pavimento flexible

Consiste en determinar la granulometría y espesores de cada capa que constituye la estructura de un pavimento, un pavimento flexible se deflecta o flexiona por acción de las cargas a las que estará sometido a lo largo de su vida útil. Por lo general el uso de estos pavimentos se aplica en zonas de alto tránsito sean vías, almacenes, aceras, etc.

Diseño De Mezclas Asfálticas Recicladas En Frío

(FONSECA, 2002) El agregado recuperado en conjunto con agregados naturales será comparado con un asfalto apropiado y se realizará un estimado de la cantidad de asfalto necesaria para igualar las características de las muestras.

Fórmula para determinar las cantidades de asfalto con la combinación de agregados

$$P_c = \frac{0.035a + 0.045b + KC + F}{R}$$

Donde

P_c = porcentaje de asfalto en peso de la mezcla total.

a = porcentaje de material mayor a 2.36 mm (Tamiz No. 8)

b = porcentaje de partículas entre 2.36 mm y 75 μm (No. 8 a No. 200)

c = porcentaje de partículas menores a 75 μm (No. 200)

k = 0.15 si el porcentaje es inferior a 75 μm esta entre 11 y 15; 0.18

si esta entre 6 y 10; 0.20 si es menor o igual a 5

F = varía entre 0 y 2 % de acuerdo con la absorción del agregado. La fórmula se basa en un agregado pétreo de peso específico de 2.6 a 2.7 si no hay información se tomara como 0.7 y 1.0

R = concentración del producto asfáltico (1.0 para cemento asfáltico y varía entre 0.60 a 0.65 en emulsiones).

Porcentaje de asfalto nuevo por añadir

Es la diferencia del total de asfalto y la cantidad existente en el pavimento recuperado.

$$Pr = \frac{Pa \times \frac{Pp}{100}}{R}$$

Siendo:

Pr = Porcentaje de asfalto nuevo en la mezcla reciclada.

Pc = Porcentaje de asfalto por peso de la mezcla total.

Pa = Porcentaje de asfalto por peso de la mezcla recuperada del pavimento.

Pp = porcentaje que interviene el asfalto recuperado dentro de la mezcla reciclada.

Si se requiere expresar la cantidad necesaria de asfalto nuevo como porcentaje en relación con el peso de los agregados, utiliza la siguiente expresión.

$$Pd = \frac{100Pr}{100-Pr}$$

Diseño De Mezclas Asfálticas Recicladas En Caliente

Estos diseños se pueden realizar por el método Marshall como el método Hveem, para obtener una granulometría controlada combinaremos el agregado asfáltico recuperado con material granular. Una vez determinada las proporciones relativas se calcula la demanda total de asfalto.

Con la información de los materiales evaluados se establecen las fórmulas de diseño la viscosidad del asfalto a 60°C es el parámetro usado en este procedimiento.

Demanda de asfalto para la combinación de agregados

$$Pc = 0.035a + 0.045b + Kc + F$$

Donde:

Pc = porcentaje de asfalto en peso de la mezcla total.

a = porcentaje de material mayor a 2.36 mm (Tamiz No. 8)

b = porcentaje de partículas entre 2.36 mm y 75 µm (No. 8 a No. 200)

c = porcentaje de partículas menores a 75 µm (No. 200)

k = 0.15 si el porcentaje es inferior a 75 µm esta entre 11 y 15; 0.18 si esta entre 6 y 10; 0.20 si es menor o igual a 5

F = varía entre 0 y 2.0 % de acuerdo con la absorción del agregado. La fórmula se basa en un agregado pétreo de peso específico de 2.6 a 2.7 se puede tomar 0.7 a 1.0 de rango dentro del cual se encuentran la mayoría de casos.

Porcentaje de asfalto nuevo en la mezcla

$$Pr = Pc - Pa \times \frac{Pp}{100}$$

Donde:

Pr = Porcentaje de asfalto nuevo en la mezcla reciclada.

Pc = Porcentaje de asfalto por peso de mezcla total.

Pa = Porcentaje de asfalto en mezcla recuperada de pavimento.

Pp = Porcentaje en que interviene el pavimento asfáltico recuperado dentro de la mezcla reciclada.

Si se requiere expresar el porcentaje de asfalto como porcentaje con respecto al peso de los agregados.

$$Pa = \frac{100Pr}{100 - Pr}$$

Densidad de las mezclas asfálticas

La densidad de una mezcla asfáltica está relacionada con el porcentaje de vacíos, al presentar menor cantidad de aire las mezclas son más densas y viceversa la densidad de las mezclas serán tomadas en los laboratorios y estas será las referencias para controlar la compactación en campo. los bajos contenidos de aire son perjudiciales para las mezclas ya que se comprimen demasiado impidiendo que las partículas se acomoden llevando así a la falla por exudación.

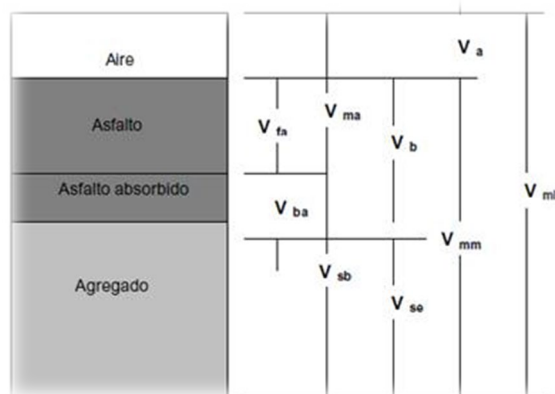
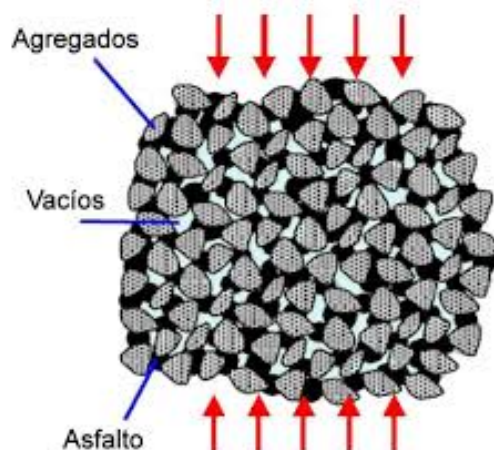


Figura 6 volumen de asfalto

Fuente: (Shildeshare)

Porcentaje de vacíos

(MINAYA GONZÁLEZ & ORDÓÑEZ HUAMÁN, 2006) Son aquellos vacíos de aire que se encuentran dentro de las mezclas compactadas, es favorable alcanzar el menor porcentaje de vacíos dado que en los diseños convencionales de asfalto se maneja un rango de 3 a 5 % en laboratorio, no obstante, en campo una vez colocada la carpeta el rango será menor al 8% de vacíos de la forma que con el tiempo el propio transito la compacte.



Fuente: congreso argentino de viabilidad y transito

Calculo porcentaje de vacíos

$$\%Va = \frac{MDT - PEBC}{MDT} \times 100$$

Donde:

%Va = Porcentaje de vacíos de aire

MDT = Máxima densidad teórica

PEBC = Peso específico Bulk compactado

Estabilidad

Según (MONSALVE ESCOBAR, GIRALDO VASQUEZ, & MAYA GAVIRIA, 2012) la densidad está relacionada con la capacidad de soportar las deformaciones que se transmiten al pavimento por acción de las cargas y resistir el desplazamiento en sentido horizontal. Esta relación dependerá de los agregados que estarán trabajando a fricción y cohesión en conjunto con el asfalto. Por ello es indispensable mantener una buena relación entre los agregados y asfalto.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

El tipo de investigación del presente trabajo es aplicada, ya que se busca determinar de qué manera influye el agregado asfáltico reciclado en el nuevo diseño de pavimento flexible.

(ARIAS GONZALES & COVINOS GALLARDO, 2021) Investigación aplicada: Se abastece por el tipo básico y puro, ya que mediante, la teoría se encarga de resolver problemas prácticos este tipo de investigación busca aplicar los conocimientos desde las áreas especializadas con el propósito de brindar soluciones a diferentes sectores.

Enfoque de la investigación:

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, dado que es la más adecuada para realizar los estudios y recopilar datos seguidamente analizar las muestras de manera que podamos probar la teoría.

Diseño de investigación:

(Zampieri, 2018) Dado que la finalidad es verificar cuantitativamente la causalidad de una variable sobre la otra, ello implica manipular o controlar la variable independiente estableciendo parámetros de manera que permita probar los efectos sobre la variable dependiente.

El diseño de investigación utilizado en este proyecto de tesis es de tipo experimental.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente (VI)

(SÁNCHEZ CARLESSI, REYES ROMERO, & MEJÍA SÁENZ, 2018) Es aquella variable la cual será observada, controlada y manipulada con la finalidad de conocer su influencia en la variable dependiente.

El presente trabajo de investigación toma por variable independiente Agregado

asfáltico reciclado.

Definición operacional

Agregado asfáltico reciclado

Se medirá el porcentaje de agregados finos, gruesos, asfalto y se determinará la granulometría del material reciclado.

Variable Dependiente (VD)

(Cauas, 2015) Es aquella variable la cual será explicada en función de otros elementos.

El presente trabajo de investigación toma por variable dependiente al Diseño de pavimento flexible.

Definición operacional

Diseño de pavimento flexible

(Proccsa, 2020) El diseño de pavimento consiste en calcular los espesores de cada una de las capas de la estructura del pavimento. Existen una variedad de métodos de diseño, los cuales toman como referencia el tránsito, las cargas, tipo de suelo, materiales, etc.

Se analizará el nuevo diseño de pavimento flexible agregando los materiales reciclados y paralelamente serán sometidos a diferentes ensayos.

3.3 Población, Muestra y muestreo Población

La población para el trabajo de investigación está delimitada por el área total asfaltada del terminal 1 de Ransa, San Agustín el cual es de 28000 m².

Muestra

Saldas (2020). En esencia la muestra es una parte de la población, se comprende que la muestra es un conjunto de menor proporción de elementos incluidos en un conjunto de mayor importancia al cual se le denomina como población. (p. 175)

La muestra para este trabajo de investigación será tomada de un área de 2800 m². Expresado en número de briquetas serían 6.

Muestreo

Para el muestreo de la investigación se tomarán 3 muestras de asfalto reciclado para realizar los ensayos pertinentes.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Carrillo (2018) Son procedimientos o actividades determinados con el propósito de reunir los datos necesarios para el cumplimiento de los objetivos de una investigación. Se refiere al cómo obtener información en la que se identifican con la operacionalización que se hace de las variables, clasificaciones, dimensiones; es decir, las instancias para llevar a cabo tal recolección de data en el estudio.

Dicho esto, para el presente trabajo de investigación se utilizará como instrumento de recolección de datos las fichas técnicas de los ensayos en laboratorio los cuales estarán validados por tres ingenieros colegiados y con los certificados de propio.

3.5. Procedimiento

- Se considero en primer lugar la ubicación del lugar de estudio el cual se encuentra situado en la Av. Néstor Gambetta 3235 – Callao.
- Para los estudios correspondientes del presente trabajo de investigación se gestionó los permisos correspondientes en los almacenes de Ransa.
- Análisis IN SITU de la problemática en el lugar de estudio lo cual nos conlleva a utilizar equipos de protección personal y cámara fotográfica.
- Se pasará a la toma de muestras y ensayos de laboratorio para determinar si el material se encuentra en condiciones de reutilización.
- Seguidamente se realizará el diseño de mezcla de pavimento flexible con diferentes dosificaciones de material reciclado y la mezcla asfáltica MAC2 – D5
- Por último, analizaremos las briquetas resultantes del nuevo diseño de mezcla con diferentes ensayos de laboratorio.



Figura 8 análisis de la problemática

Fuente: Propia

3.6. Método de Análisis de datos

Sampieri (2015) La recopilación de información como el análisis de datos tiene la finalidad que el investigador utilizara los datos de manera eficiente para poder alcanzar los objetivos de estudio. Todas estas operaciones no se pueden determinar con anticipación sin antes tener una previa recolección de información. (pág. 227)

Se utilizará como objeto de estudio los parámetros que nos brindará el laboratorio una vez procesado y analizada las muestras.

3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación se realizó cumpliendo las exigencias del investigador, respetando la ética profesional de la carrera de ingeniería civil, la tesis está en conformidad con los aspectos éticos, dado que no incumple ningún reglamento del colegio de ingenieros del Perú ni la constitución política, además los resultados de la investigación contribuirían con el desarrollo socioeconómico de nuestro país.

IV. RESULTADOS

ESTUDIOS BASICOS DEL SUELO

Según los estudios realizados se hicieron calicatas con la modalidad “a cielo abierto” las cuales fueron colocadas conveniente mente y con la profundidad necesaria. Esto permitió analizar de manera directa los diferentes estratos encontrados, asi como sus propiedades físicas, mecánicas tales como su granulometría, plasticidad, color, humedad.

Tabla 1 calicatas a cielo abierto

Calicata	Profundidad
C – 1	0.80 m
C – 2	1.10 m
C – 3	1.00 m
C – 4	1.40 m

Nota: Todas las calicatas presentaron nivel freático



Figura 9 excavación y análisis de estratos

Fuente: Propia

CLASIFICACION DE SUELOS

Las muestras ensayadas fueron clasificadas de acuerdo al sistema (AASHTO) y al sistema (SUCS) de acuerdo a los ensayos realizados se obtuvo la siguiente clasificación (AASHTO) para el terreno natural que sirve como subrasante.

Tabla 2 clasificación AASHTO de calicatas

Calicata	Profundidad	Clasificación (AASHTO)
C – 1	0.00 – 0.30	A – 2 – 4 – (0)
C – 2	0.00 – 0.30	A – 1 – a – (0)
C – 3	0.00 – 0.40	A – 1 – b – (0)
C – 4	0.40 – 1.40	A – 1 – b – (0)

Nota: Tipo de material conglomerado

Así mismo, de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio, se obtiene la siguiente clasificación (SUCS) para los diferentes estratos del suelo natural encontrados en la excavación.

Tabla 3 clasificación SUCS de calicatas

Calicata	Profundidad	Clasificación (SUCS)
C – 1	0.00 – 0.30	SM
C – 2	0.00 – 0.30	SM
C – 3	0.00 – 0.40	SM
C – 4	0.40 – 1.40	SP - SM

CONFORMACIÓN DE SUELOS

- Calicata C – 1 de 0.00 – 0.30 se encontró arena limosa, de color amarillo beige, semi compactado, húmedo sumergido a 0.20 mt es material de relleno (afirmado) de 0.30 – 0.80 se encontró grava mal graduada con limo semi compactada.
- Calicata C – 2 de 0.00 – 0.30 se encontró arena limosa de color beige semi compactada, sumergido a 0.20 mt de 0.30 – 1.10 se encontró grava con limo, sumergido presencia de grava redondeada de tamaño promedio $1 \frac{1}{2}$ con mal olor al momento de excavar.
- Calicata C – 3 de 0.00 – 0.40 se encontró arena limosa de color amarillo, semi compactada, sumergido a 0.30 mt material de relleno (afirmado) de 0.40 – 1.00 se encontró grava con limos y canto rodado con un tamaño promedio de $1 \frac{1}{2}$
- Calicata C – 4 de 0.40 – 1.40 se encontró arena mal graduada con limos en estado semi suelto, presencia de grava redondeadas.



Fuente: Propia

Figura 10 nivel freático

COMPOSICIÓN DE PLATAFORMA

Dado que el nivel freático se encuentra a 1.30 mt bajo el nivel de piso terminado, la plataforma contempla el mejoramiento de la subbase mediante rellenos de over y una capa de piedra de filtro hasta el nivel superior de la subrasante, estimando que el nivel superior de la subrasante se encuentre a 0.50 mt como mínimo del nivel freático.

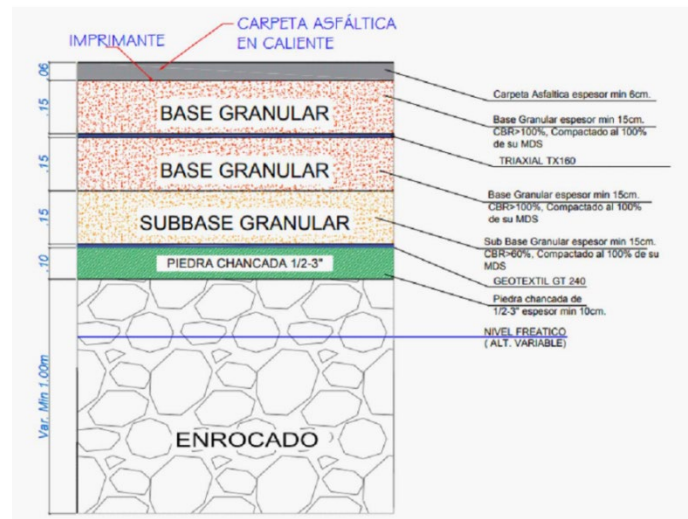


Figura 11 composición de plataformas

Fuente: Propia

Capa de over

Esta superficie estará conformada por un espesor mínimo de 0.30 m de relleno de over, será colocado en dos partes la base inferior en contacto con el terreno natural estará constituida por piedras del tamaño máximo de 6" y la parte superior de la capa de over llevará piedras del tamaño máximo de 3".

Capa hidráulica o de filtro

Esta capa consiste en colocar grava o piedra triturada de partículas solidas y durables debiendo pasar el 100% por la malla de 75 mm y el 90% al 100% ser retenidas en la malla No 4 (4.7 mm)

Geotextil

Estas mallas compuestas de polipropileno y poliéster tienen la finalidad de evitar posibles erosiones y separa la capa hidráulica de la capa de material de base evitando pérdida de finos.

Geomalla multidireccional

Su finalidad es proporcionar alta resistencia a la tensión y alto módulo de deformación a las estructuras que la conforman, se colocaran para mitigar las deformaciones que se generaría al acomodarse las partículas de over y la capa hidráulica.

Capa de base granular mejorada

La construcción de las capas de material granular mejorado (afirmado) y procesadas provenientes de canteras presentaran una granulometría continua y humedad óptima para su colocación. La colocación de las capas de afirmado dependerá de la densidad de las anteriores superficies las cuales deberán presentar un índice de compactación del 95% al 100%.

ASFALTO RECICLADO

Lavado asfáltico

Se realizó un lavado asfáltico al material reciclado con la finalidad de determinar la cantidad presente de asfalto en dicha muestra y a su vez la granulometría de los agregados, de esta manera también se verificó la calidad del material.

Proceso de lavado asfáltico

- Pesar la muestra en frío
- Calentar la muestra en el horno a una temperatura de 145°C
- Pesar la muestra en caliente
- Centrifugar la muestra con tricloroetileno y papel de filtro
- Secar la muestra en el horno para determinar el porcentaje de asfalto y determinar la granulometría
- La muestra en seco para por el proceso de tamizado

Porcentaje de asfalto

el material reciclado y analizado presentó un contenido de 5.42 % de asfalto, mostrando una buena aceptación para ser reutilizado.

Análisis granulométrico

Se realizó el análisis granulométrico de la mezcla asfáltica reciclada de un total de 3 kg para determinar los porcentajes de los componentes de la muestra.

Se obtuvo el siguiente resultado la siguiente granulometría.



Figura 12 proceso de centrifugado

Fuente: Propia

Tabla 4 lavado asfáltico

Tamiz ASTM	Abertura mm	Lavado asfáltico		
		Peso Ret.	Ret. (%)	Pasa (%)
3/4"	19.050	12.6	1.3	98.7
1/2"	12.700	87.1	9.1	89.6
3/8"	9.525	72.1	7.6	82.0
N° 4	4.760	185.1	19.4	62.6
N° 8	2.360	207.0	21.7	40.9
N° 16	1.180	130.6	13.7	27.2
N° 30	0.600	80.1	8.4	18.8
N° 50	0.300	57.3	6.0	12.8
N° 100	0.150	45.0	4.7	8.1
N° 200	0.074	24.1	2.5	5.6
<200		53.4	5.6	0.0

Descripción de la muestra del material reciclado

En este proceso se tomó los pesos de los componentes necesarios para el centrifugado de la muestra.



Figura 13 componentes de centrifugado

Fuente: Propia

Tabla 5 descripción de muestra

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	
Hora del lavado y temperatura	08.55 am	145°C
Peso del material sin lavar	1009.1	gr
Peso de material lavado	954.4	gr
Peso mat. lav. + filtro + extracto	1009.8	gr
Peso de asfalto	-0.7	gr
Peso inicial del filtro	19.1	gr
Peso final del filtro	19.8	gr
Peso de filler en filtro	0.7	gr
Peso de asfalto	54.7	gr
Contenido de asfalto	5.42	%

Representación gráfica de la granulometría de asfalto reciclado

En presente grafica se observó que los parámetros de la mezcla asfáltica reciclada están en óptimas condiciones.

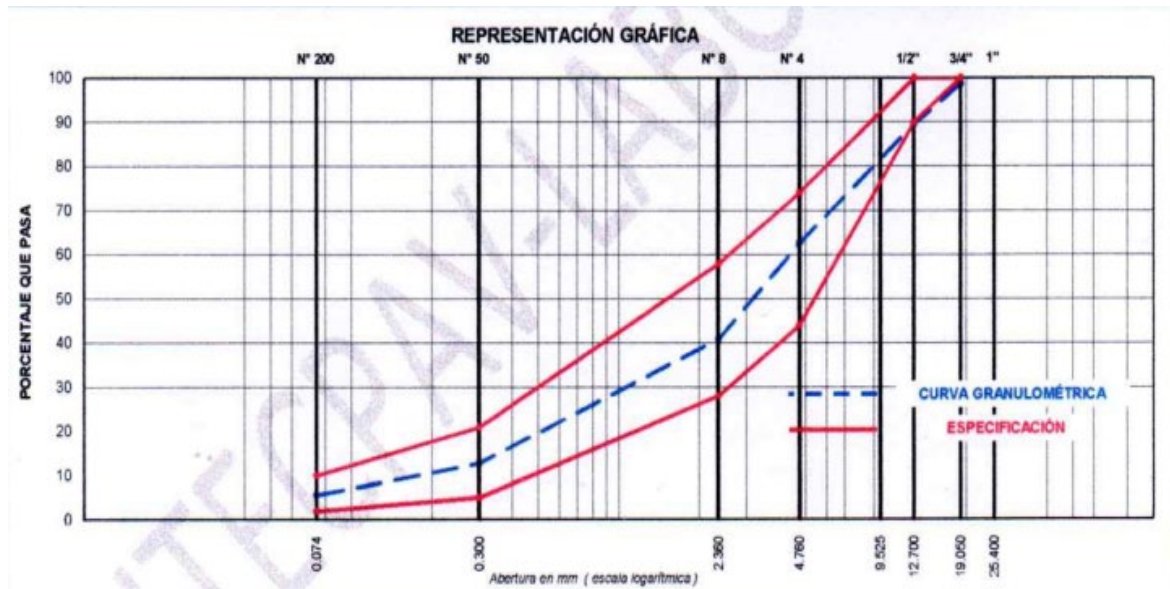


Figura 14 curva granulométrica mat. reciclado

Fuente: laboratorio (INTERCAV S.A.C.)

De la figura x se observa que la granulometría del material reciclado se encuentra dentro de los parámetros de diseño de la mezcla reciclada, dando a entender que la carpeta asfáltica reciclada se encuentra en óptimas condiciones de reutilización pese a estar sometida a una carga de alto tránsito durante 15 años de uso continuo este material es 100% aprovechable.

Ensayo de Densidad Teórica de asfalto reciclado

Proceso ensayo de densidad

- Pesar las muestras en seco.
- Calentar agua en un recipiente a temperatura de 20°C.
- Sumergir las muestras por 5 minutos.
- Pesar las muestras en húmedo.
- Pesar la muestra sumergida.



Figura 15 peso sumergido

Fuente: Propia

Ensayo de densidad teórica Marshall nos indica que la muestra reciclada presenta una densidad uniforme entre las briquetas moldeadas y estudiadas.

Tabla 6 ensayo marshall material reciclado

Briquetas		N°	1	2	3	4	Promedio	Especif.
1	Cemento asfáltico en peso de la mezcla	%	5.42	5.42	5.42		5.42	
2	Agregado grueso en peso de la mezcla >N°4	%	35.37	35.37	35.37			
3	Agregado fino en peso de la mezcla <N°4	%	59.21	59.21	59.21			
4	Filler en peso de la mezcla	%	0.00	0.00	0.00			
5	Peso de la biqueta al aire	gr	1223.0	1220.5	1219.5			
6	Peso de la biqueta saturado superficialmente seca en aire (gr)	gr	1223.5	1221.0	1220.2			
7	Peso de la biqueta saturado superficialmente seca en agua (gr)	gr	715.2	714.2	712.5			
8	Volumen de biqueta por desplazamiento	c.c	508.3	506.8	507.7			
9	Peso específico Bulk de la biqueta	Gr/c.c	2.406	2.408	2.402		2.405	

Mezcla asfáltica patrón MAC2 – D5

En este trabajo se consideró un diseño de mezcla MAC2 – D5 de asfalto patrón para las combinaciones con el asfalto reciclado, dicha mezcla está diseñada con agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material asfáltico. Para un mejor de las combinaciones con el material reciclado se procedió a realizar también el análisis granulométrico de la muestra patrón.

Tabla 7 descripción de muestra MAC2-D5 (arena)

Descripción de la muestra de arena <1/4 "patrón MAC2 – D5			
Peso total	=	799.2 gr	
Peso lavado	=	731.0 gr	
Peso fino	=	764.9 gr	
% húmedo	P.S.H	P.S.S	% humedad
	808.1	799.2	1.1%
Ensayo Marshall #200 P.S. seco		P. S lavado	200%
	799.2	731.0	8.5
% grava	= 4.3 %		
% arena	= 87.2 %		
% finos	= 8.5 %		
Módulo de finura	= 3.29 %		

Análisis granulométrico de arena <1/4" para muestra patrón MAC2 – D5

Control granulométrico de arena chancada de la muestra patrón adjuntada en el diseño de mezcla del asfalto MAC2 – D5

Tabla 8 análisis granulométrico arena muestra patrón MAC2-D5

Tamiz	Abertura mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	% Ret. Ac.	% Pasa	Especificaciones
3/8	9.525				100	
#4	4.760	34.3	4.3	4.3	95.7	
#8	2.360	224.7	28.1	32.4	67.6	
#10	2.000					
#16	1.180	177.3	22.2	54.6	45.4	
#30	0.600	118.1	14.8	69.4	30.6	
#40	0.420					
#50	0.300	88.2	11.0	80.4	19.6	
#80	0.180					

#100	0.150	60.3	7.5	88.0	12.0	
#200	0.075	28.1	3.5	91.5	8.5	
<#200	fondo	68.2	8.5	100.0	0.0	
finos		764.9				
total		799.2				

Curva granulométrica del comportamiento de arena <1/4"

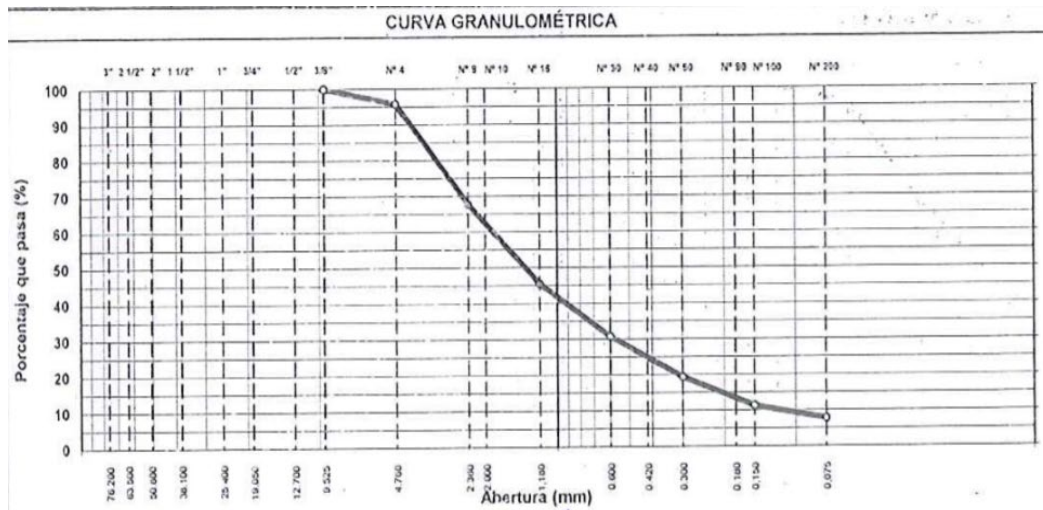


Figura 16 curva granulométrica arena

Fuente: Fuente: (Construcciones Delheal S.A.C.)

Análisis granulométrico de grava < 3/4" para muestra patrón MAC2 – D5

Control granulométrico de grava < 3/4" de la muestra patrón adjuntada en el diseño de mezcla del asfalto MAC2 – D5

Tabla 9 descripción de muestra MAC2-D5 (grava)

Descripción de la muestra grava < 3/4" patrón MAC2 – D5			
Peso total	=	5210.0 gr	
% de humedad	P.S.H	P.S.S	% humedad
	5225.0	5210.0	% 0.3

Tabla 10 analisis granulometrico grava muestra patrón MAC2-D5

Tamiz	Abertura mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	% Ret. Ac.	% Pasa
1"	25.400				
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	1115.0	21.4	21.4	78.6
3/8"	9.525	1320.0	34.9	56.3	43.7
1/4"	6.300				
#4	4.760	2090.0	40.1	96.5	3.6
#8	2.360	170.0	3.3	99.7	0.3
#10	2.000	5.0	0.1	99.8	0.2
	fondo	10.0	0.2	100.0	0.0
total	5210.0				

Curva granulométrica del comportamiento de la grava < 3/4"

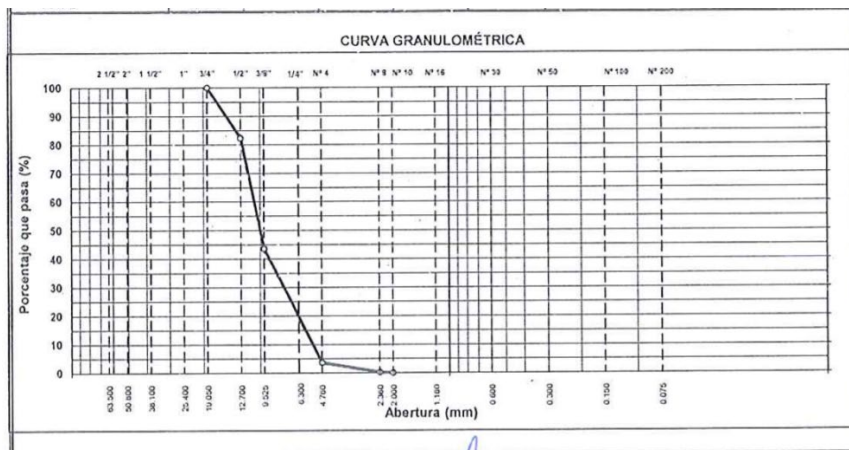


Figura 17 curva granulométrica grava

Fuente: Fuente: (Construcciones Delheal S.A.C.)



Figura 18 grava < 3/4

Fuente: Propia

Para la mezcla asfáltica MAC2 – D5

Tabla 11 combinación teorica de agrava y arena MAC2-D5

TAMICEZ		Fajas por agregados a intervenir				Mezcla MAC			Chequeo
				Arena triturada < 1/4"	Grava triturada < 3/4" – 1/2"	Comb. teórica	Especificación Huso D5 ASTM 3515		
				55.0%	45.0%				
1 1/2"	38.100					100.0			
1"	25.400					100.0			
3/4"	19.050			100.0	100.0	100.0	100	100	Ok
1/2"	12.700			100.0	82.3	92.1	90	100	Ok
3/8"	9.525			100.0	47.4	76.3			
#4	4.760			96.5	4.9	55.3	44	74	Ok
#8	2.360			72.0	0.2	39.7	28	58	Ok
#10	2.000								
#16	1.180			48.5	0.1	26.7			
#30	0.600			33.1	0.0	18.2			
#40	0.420								
#50	0.300			21.9	0.0	12.0	5	21	Ok
#80	0.180								
#100	0.150			13.8	0.0	7.6			
#200	0.075			9.3	0.0	5.1	2	10	ok

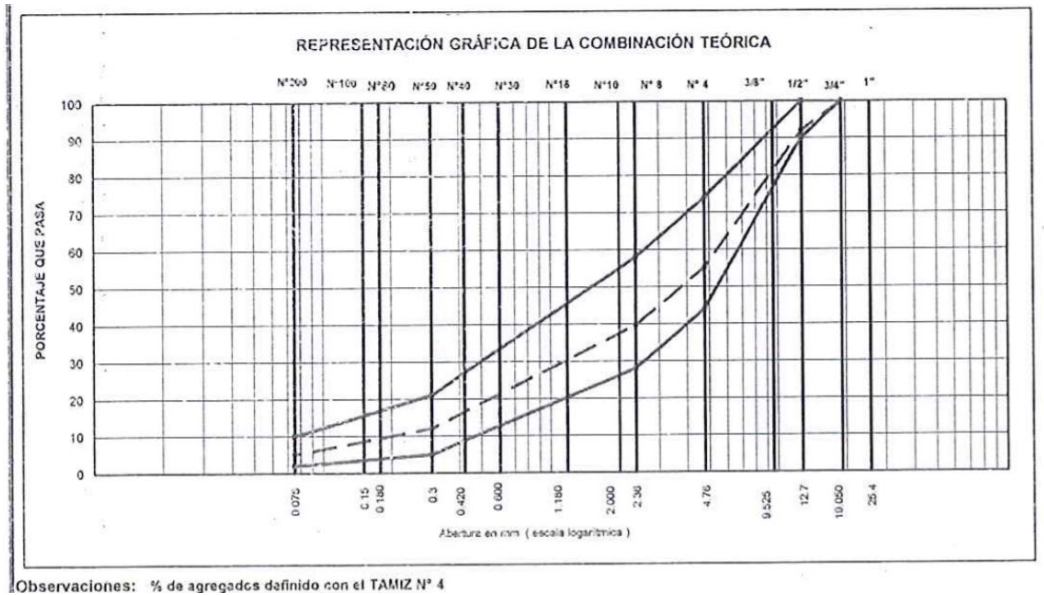


Figura 19 grafica muestra patrón MAC2-D5

Fuente: (Construcciones Delheal S.A.C.)

Una vez analizadas las granulometrías de ambas muestras se prosiguió hacer las combinaciones teóricas de la mezcla reciclada y mezcla en caliente MAC2 – D5 en las proporciones de 10% y 90% - 20% y 80% - 30% y 70% respectivamente con el fin de determinar la dosificación ideal para el nuevo diseño de mezcla.

Dosificación teórica de agregado reciclado 10% - 90% MAC2 – D5

Tabla 12 dosificación teorica 10% rec. – 90% MAC2-D5

TAMICEZ		Fajas por agregados a intervenir				Mezcla MAC			Chequeo
		Mezcla Reciclada RAP 5.42% cemento asfáltico	Mezclas Asfáltica Convencional 5.50% cemento asfáltico	Comb. teórica	Especificación Huso D5 ASTM 3515				
		10.0%	90.0%						
1"	25.400	100.0	100.0	100.0					
3/4"	19.050	98.7	100.0	99.9	100	100	Ok		
1/2"	12.700	89.6	92.1	91.9	90	100	Ok		
3/8"	9.525	82.0	76.3	76.9					
#4	4.760	62.6	55.3	56.0	44	74	Ok		
#8	2.360	40.9	39.7	39.8	28	58	Ok		
#10	2.000								
#16	1.180	27.2	26.7	26.8					
#30	0.600	18.8	18.8	18.8					
#40	0.420								
#50	0.300	12.8	12.0	12.1	5	21	Ok		
#80	0.180								
#100	0.150	8.1	7.6	7.7					
#200	0.075	5.6	5.1	5.2	2	10	ok		

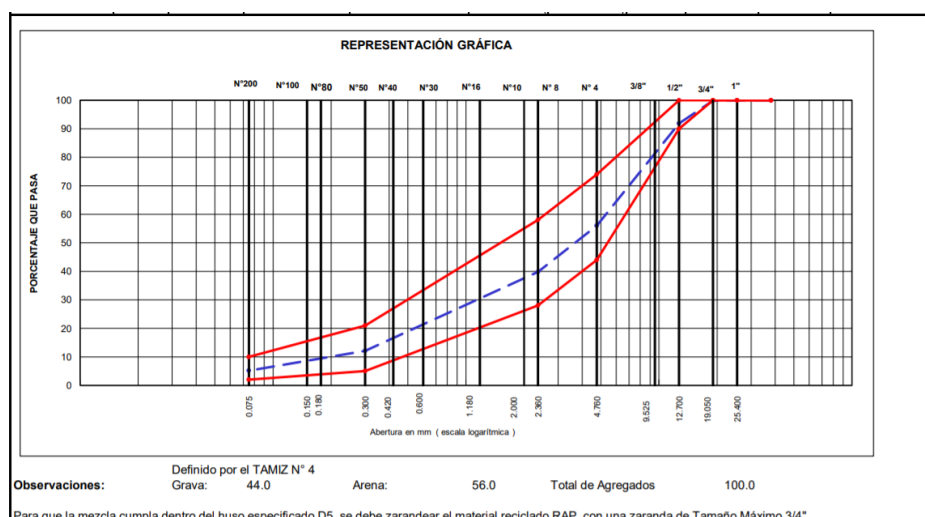


Figura 20 Rep. Grafica 10% RAP-90% MAC2-D5

Fuente: laboratorio (INTERCAV S.A.C)

Dosificación teórica de agregado reciclado 20% - 80% MAC2 – D5

Tabla 13 dosificación teorica 20% rec. – 80% MAC2-D5

TAMICEZ		Fajas por agregados a intervenir				Mezcla MAC			Chequeo
			Mezcla Reciclada RAP 5.42% cemento asfáltico	Mezclas Asfáltica Convencional 5.50% cemento asfáltico		Comb. teórica	Especificación Huso D5 ASTM 3515		
		20.0%	80.0%						
1"	25.400	100.0	100.0		100.0				
3/4"	19.050	98.7	100.0		99.7	100	100	Ok	
1/2"	12.700	89.6	92.1		91.6	90	100	Ok	
3/8"	9.525	82.0	76.3		77.4				
#4	4.760	62.6	55.3		56.8	44	74	Ok	
#8	2.360	40.9	39.7		39.9	28	58	Ok	
#10	2.000								
#16	1.180	27.2	26.7		26.8				
#30	0.600	18.8	18.8		18.8				
#40	0.420								
#50	0.300	12.8	12.0		12.2	5	21	Ok	
#80	0.180								
#100	0.150	8.1	7.6		7.7				
#200	0.075	5.6	5.1		5.2	2	10	ok	

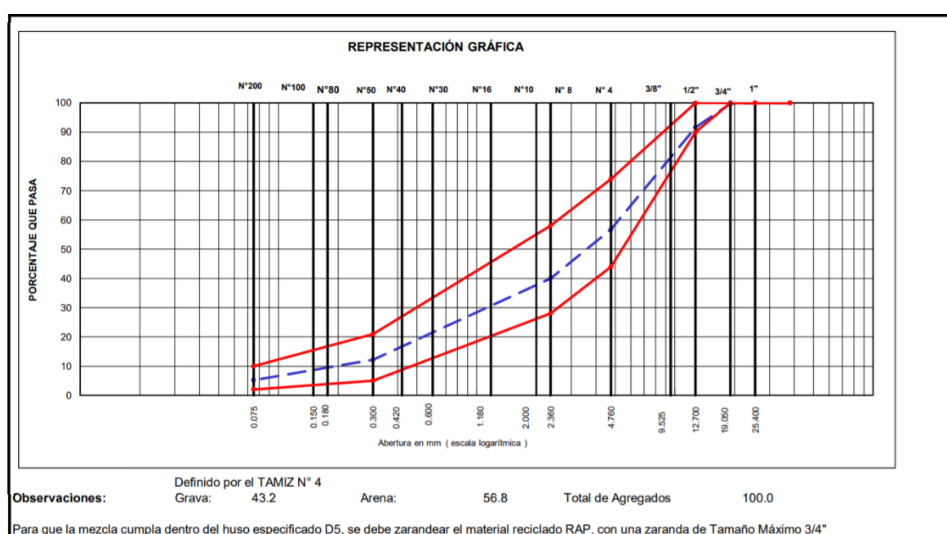


Figura 21 Rep. Grafica 20% RAP-80% MAC2-D5

Fuente: laboratorio (INTERCAV S.A.C.)

Dosificación teórica de agregado reciclado 30% - 70% MAC2 – D5

Tabla 14 dosificación teorica 30% rec. – 70% MAC2-D5

TAMICEZ		Fajas por agregados a intervenir			Mezcla MAC			Chequeo
		Mezcla Reciclada RAP 5.42% cemento asfáltico	Mezclas Asfáltica Convencional 5.50% cemento asfáltico		Comb. teórica	Especificación Huso D5 ASTM 3515		
		30.0%	70.0%					
1"	25.400	100.0	100.0		100.0			
3/4"	19.050	98.7	100.0		99.6	100	100	Ok
1/2"	12.700	89.6	92.1		91.4	90	100	Ok
3/8"	9.525	82.0	76.3		78.0			
#4	4.760	62.6	55.3		57.5	44	74	Ok
#8	2.360	40.9	39.7		40.1	28	58	Ok
#10	2.000							
#16	1.180	27.2	26.7		26.9			
#30	0.600	18.8	18.8		18.8			
#40	0.420							
#50	0.300	12.8	12.0		12.2	5	21	Ok
#80	0.180							
#100	0.150	8.1	7.6		7.8			
#200	0.075	5.6	5.1		5.3	2	10	ok

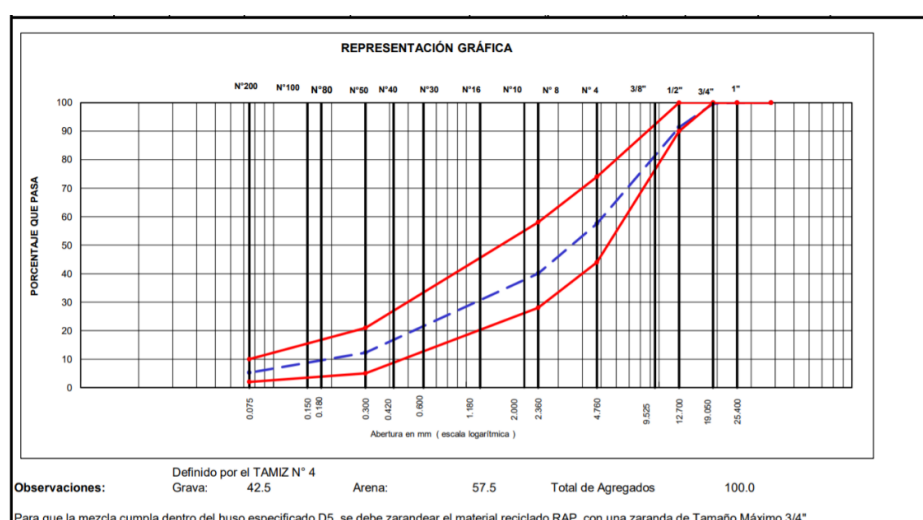


Figura 22 Rep. Grafica 20% RAP-80% MAC2-D5

Fuente: laboratorio (INTERCAV S.A.C.)

Una vez analizadas nuestras dosificaciones teóricas se pasó a realizar el diseño de la mezcla, por los antecedentes encontrados y estudios confirmados se tomó como referencia la dosificación del 20% de material reciclado y 80% de material de nuestra muestra patrón.

Peso acumulado de agregados para del diseño de mezcla patrón MAC2 – D5 a combinar.

Tabla 15 peso acumulado de agregado para el nuevo diseño

	Acumulado (gr)
1"	0
3/4"	0
1/2"	447.9
3/8"	1343.8
#4	2534.5
#8	3419.0
<8	5670.0
total	5670.0 +
Asfalto PEN	330
RT	= 6000.0

Para moldear las briquetas del nuevo diseño de mezcla se simuló las proporciones de material como se aprecia en la tabla anterior.

El siguiente paso fue compensar el asfalto PEN (300gr) para homogenizar con los materiales y obtener la mezcla asfáltica MAC2 – D5.

Para moldear las briquetas del nuevo diseño de mezcla se necesitó una muestra de 6000.0 (gr) de asfalto reciclado que luego pasó a ser dividido para obtener el porcentaje en (gr).

Caracterización del nuevo diseño mezcla asfáltica Marshall

Tabla 16 caracterización del nuevo diseño de mezcla

DESCRIPCIÓN MEZCLA ASFÁLTICA	
	Proporción.
Agregados – pétreos:	Diseño patrón
Mezcla asfáltica reciclada	20%
Mezcla asfáltica en caliente MAC2-D5	80%
Bitumen – aditivo:	Proporción

Contenido de cemento asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)	5.5%
--	------

Resultados Marshall promedio

Caracterización de la mezcla asfáltica compuesta por 20%reciclada y 80% MAC2 – D5

Numero de golpes	75	
% de mezcla asfáltica reciclada	20.0	
% de mezcla asfáltica en caliente MAC2 – D5	80.0	
Contenido óptimo de cemento asfáltico, %	5.50	±0.2
Peso específico, g/cm ³	2.375	
Estabilidad, KN	16.3	8.14 Min.
Estabilidad, kgf	1667.2	830 Min.
Flujo, (0.01 pulg.)	14.2	8-14(0.01 pulg)
Vacíos de aire, %	5.8	3% -5 %
V.M.A, %	18.1	14 Min.
V.LL.CA, %	68.1	-
Absorción de asfalto, %	0.00	-
Estabilidad / flujo (kg/cm)	4607.0	1700-4000(kg/cm)
Temperatura máxima de muestra, °C	165	160-165 °C
relación polvo 0.074/asfalto efectivo	0.9	1.3
Recubrimiento, %	100.0	100 %
Desprendimiento, % retenido	+95.0	+ 95.0

Peso específico teórico máximo de las mezclas asfálticas

Tabla 17 descripción del nuevo diseño de mezcla

DESCRIPCIÓN NUEVO DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	
	Proporción.
Agregados – pétreos:	Diseño patrón
Mezcla asfáltica reciclada	20%
Mezcla asfáltica en caliente MAC2-D5	80%
Bitumen – aditivo:	Proporción
Contenido de cemento asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)	5.5%
Resultados	
Contenido de cemento asfáltico, %	5.5
1. Peso de material, g	1500.0

2. peso agua + frasco, g	11,295.0
3. peso de agua + frasco + material (1+2), g	12,795.0
4. peso de agua + frasco + material (ensayo), g	12,200.0
5. volumen (3 – 4), g	595.0
Peso específico máximo MAC, g/cm ³	2.521

Ensayo MARSHALL combinación de mezclas asfálticas

Tabla 18 ensayo marshall M.A 20% Mat. Rec. – 80% MAC2-D5

DESCRIPCIÓN				PROMEDIO	
PORCENTAJES DE MEZCLA ASFÁLTICA					
	% DE MEZCLA ASFÁLTICA REICLADA	20			
	% DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL	80			
	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	
1	% cemento asfáltico en peso de la mezcla total	5.5			
2	% agregado grueso (>N°4) en peso de la mezcla	53.68			
3	% agregado fino (<N°4) en peso de la mezcla	40.82			
4	% filler (mínimo 65%pasa N°200) en peso de la mezcla	0.0			
5	Peso específico cemento asfáltico – aparente, g/cm ³	1.1616			
6	Peso específico agregado grueso – Bulk (<1"), g/cm ³	2.732			
7	Peso específico agregado fino – Bulk, g/cm ³	2.751			
8	Peso específico filler - aparente, g/cm ³	0.000			
9	Altura promedio de la briqueeta, cm	6.7	6.7	6.7	6.7
10	Peso de la briqueeta al aire, g	1213.3	1213.4	1213.2	1213.3
11	Peso de la briqueeta saturada en el aire, g	1217.9	1215.4	1215.7	1216.3
12	Peso de la briqueeta saturada en el agua, g	707.6	705.2	703.9	705.6
13	Volumen de la briqueeta, cm ³	510.3	510.2	511.8	510.8
14	Peso de la parafina, g	-	-	-	
15	Volumen de parafina, cm ³	-	-	-	
16	Volumen de la briqueeta, cm ³	510.3	510.2	511.8	510.8
17	Peso específico bulk de la briqueeta, g/cm ³	2.378	2.378	2.370	2.375
18	Peso específico máximo – ASTM D 2041, g/cm ³	2.521			2.521
19	Porcentajes de vacíos de aire, %	5.7	5.7	6.0	5.8
20	Peso específico bulk del agregado total, g/cm ³	2.740			2.740
21	Volumen mineral agregado, %	18.0	18.0	18.3	18.1
22	Vacíos llenos con cemento asfáltico, %	68.5	68.5	67.3	68.1
23	Peso específico efectivo agregado total g/cm ³	2.740			2.740
24	Asfalto absorbido por el agregado total, %	0.000			0.000
25	Porcentaje de asfalto efectivo, %	5.50			5.5
26	Flujo (0.01 Pulgada)	14.0	14.2	14.5	14.2
27	Flujo (0.25 milímetros)	3.6	3.6	3.7	3.6
28	Estabilidad sin corregir, lecturas.	320.0	330.0	390.0	346.7
29	Factor de estabilidad	1.00	1.00	1.00	1.0
30	Estabilidad corregida, KN	15.2	15.6	18.3	16.3
31	Relación estabilidad flujo (kg/cm)	4345.0	4411.0	5065.0	4607.0

V. DISCUSIÓN

En el trabajo de (BALBIN ARCHI & CHOCHON GOMEZ, 2019). Realizó un estudio para diseñar un pavimento con material reciclado para mejorar el comportamiento mecánico del nuevo diseño de mezcla, demostrando que los ensayos previos al material reciclado determinaron su reutilización, además agregando material virgen y cemento asfáltico obtuvo un aumento en la rigidez y estabilidad. Así mismo, en el presente trabajo de investigación se determinó que el agregado asfáltico reciclado influyó de manera positiva en el diseño de pavimento aumentando la estabilidad a 16.3 KN superando los parámetros mínimos del diseño de una mezcla convencional.

En el trabajo de (FANO DESCALZI & CHÁVEZ CÉSPEDES , 2017). En el estudio de presentar la estructura de un pavimento reciclado y mejorado con portland para diferentes dosificaciones; demostró que el cemento portland resulta ser un agente estabilizador con el mejor comportamiento debido a que los agregados encontrados en la vía cumplen con los requisitos de diseño. Sin embargo, en la presente investigación su busco mejorar el diseño de un pavimento flexible con material reciclado de una carpeta asfáltico por el método (RAP) demostrando que sus componentes son óptimos para la reutilización en un 100%.

En el trabajo de (ESPINOZA JURO & VILDOSO FLORES, 2014). En el estudio para demostrar las ventajas técnicas, del reciclado de asfalto espumado respecto a las técnicas convencionales; demostró que, la resistencia estructural superó los parámetros mínimos estimados del proyecto. En contraste con la tesis mencionada, en el presente trabajo de investigación se demostró que el material reciclado aportó de manera positiva en el incremento de la densidad del nuevo diseño de mezclas, de la misma manera superando los parámetros mínimos de diseño.

En el trabajo de (SANCHEZ ANGEL, 2009). Realizo estudios para señalar los beneficios de reciclado IN SITU en caliente de pavimentos flexibles; demostrando que la tecnología del reciclado IN SITU en caliente aporta beneficios ingenieriles, económicas y ambientales como la reducción de materia prima y la contaminación del medio ambiente. En concordancia con el trabajo anterior los beneficios de reciclar la carpeta asfáltica generaría un importante ahorro en la producción de materia prima y contribuiría con la conservación del medio ambiente.

En el trabajo de (ROBLES DIAZ, 2009). Realizo un estudio para entregar una guía la cual indique los conocimientos para la rehabilitación de pavimentos reciclados en frío IN SITU demostrando que, los criterios más importantes para recuperar una vía son el porcentaje de agua y la granulometría del asfalto; así, para esta tesis se demostró la importancia de llevar un buen control granulométrico del agregado asfáltico reciclado debido a que las partículas pueden venir en diferentes tamaños.

VI. CONCLUSIONES

En la presente tesis se determinó que, el agregado asfáltico reciclado influyó de manera positiva en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – Callao 2021. De manera que, a pesar de sus 15 años de uso continuo el material reciclado mantuvo muchas de sus propiedades intactas.

Lo más importante fue, que los componentes del material reciclado fueron aprovechadas en su totalidad ya que los ensayos realizados a la muestra lo calificaron como un material óptimo.

Lo más complicado fue, el proceso de toma de muestra del material reciclado debido a que fue necesario gestionar los permisos de trabajo dentro del terminal 1 de Ransa Comercial.

En la presente tesis se determinó que, la granulometría del agregado asfáltico influyó de manera negativa en la densidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – Callao 2021. De manera que, al realizar la dosificación del 20% de asfalto reciclado se notó un incremento en el porcentaje de vacíos del 5.8% quedando fuera de los parámetros MARSHALL los cuales sugieren un valor de 3% a 5% en laboratorio.

En la presente tesis se determinó que, la granulometría del agregado asfáltico reciclado influyó de manera positiva en la estabilidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – Callao 2021. De manera que, el agregado presentado por el material reciclado cumple con la granulometría de diseño, permitiendo una buena cohesión en las partículas de esta forma aumenta la capacidad de resistir las deformaciones, lo cual beneficia a la estabilidad.

En la presente tesis se determinó que, la dosificación del agregado asfáltico reciclado influyó en la densidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – Callao 2021. De manera que, a mayor proporción de asfalto reciclado presentó un mayor porcentaje de aire en la mezcla y viceversa, el cual

afecta de manera directa en la densidad del nuevo diseño de pavimento.

Lo más importante fue, determinar que la mezcla asfáltica por más que presente un alto contenido de vacíos fuera del rango del 3% al 5% es aprovechable, ya que en campo al colocar las mezclas se maneja un porcentaje de vacíos del 6% al 8%.

En el presente trabajo de investigación se determinó que, la dosificación del agregado asfáltico reciclado influyó en la estabilidad del diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – Callao 2021. De manera que, de acuerdo a los datos obtenidos por el ensayo MARSHALL se notó un incremento de los valores de estabilidad de 16.3 KN sobre pasando los valores mínimos de un diseño convencional.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar agentes rejuvenecedores en la mezcla reciclada con la finalidad de generar una buena cohesión en las partículas del agregado reciclado con el agregado virgen, por otro lado, trabajar la mezcla en planta con una temperatura del 155°C A 160°C.

Se recomienda realizar un proceso de chancado al material reciclado separando la grava de los materiales finos con la finalidad de tener un mejor control de la granulometría. Asu vez realizar ensayos de lavado asfaltico a la mezcla previo a salir de la planta de asfalto.

Se recomienda asegurar mayores ciclos de compactación en campo con las maquinarias pertinentes, rodillos de doble y rodillos neumáticos en direcciones lineales y rotacionales con la finalidad de aumentar la densidad en la carpeta asfáltica. Adicionalmente para complementar el estudio de la densidad se recomienda ensayar con dosificaciones menores de asfalto reciclado.

Se recomienda realizar ensayos de mezcla con la dosificación del 10% y 30% de asfalto reciclado con el fin de obtener un mejor esquema del comportamiento de la estabilidad del nuevo diseño de mezcla.

Se recomienda que los materiales reciclados o recuperados no presentes fallas del tipo (exudación) o deformaciones plásticas, también es importante mencionar que deberá estar libre de contaminantes ya sean orgánicos o plásticos

REFERENCIAS

- BALBIN ARCHI, R., & CHOCHON GOMEZ, V. H. (2019). *Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del nuevo pavimento en el tramo KM90+00 al KM95+00 de la carretera Canta-Huayllay ubicado en el distrito y provincia de canta en el departamento de lima 2019*. Lima.
- Cauas, D. (2015). *Definición de las variables enfoque y tipo de investigación*.
- ESPINOZA JURO, P., & VILDOSO FLORES, J. (2014). *ESTUDIO DE LA TÉCNICA DE RECICLADO CON ASFALTO ESPUMA EN LAS CARRERTERAS LA ORYA - CHICRÍN - HUÁNUCO - TINGO MARIA - D.V TOCACHE Y CONOCOCHA - YANACANCHA*. LIMA.
- FANO DESCALZI , J. C., & CHÁVEZ CÉSPEDES , M. (2017). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO BÁSICO RECICLADO Y MEJORADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL PROYECTO DE CONSERVACIÓN VIAL DE HUANCAVELICA*. LIMA.
- FONSECA, A. M. (2002). INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRERTERAS. En A. M. FONSECA, *INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRERTERAS* (pág. 733). BOGOTA D.C: STELLA VALBUENA DEL FIERRO.
- *MANUAL DE CARRERTERAS*. (2018). LIMA.
- MINAYA GONZÁLEZ, S., & ORDÓÑEZ HUAMÁN, A. (2006). DISEÑO MODERNO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS. En *DISEÑO MODERNO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS* (pág. 487). LIMA.
- MONSALVE ESCOBAR, L. M., GIRALDO VASQUEZ, L. C., & MAYA GAVIRIA, J. (2012). En *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO*. ARMENIA.

- Proccsa. (2020). *PROCCSA INGENIERIA CIVIL/VIAS TERRESTRES*. Obtenido de PROCCSA INGENIERIA CIVIL/VIAS TERRESTRES: WWW.PROCCSA.COM.MX/DISEÑO-DE-PAVIMENTOS
- ROBLES DIAZ, R. A. (2009). *GUÍA PARA DISEÑAR LA REHABILITACIÓN DE UNA RUTA MEDIANTE EL USO DE ASFALTO ESPUMA; RECICLADO EN EL PAVIMENTO ASFALTO EXISTENTE*. VALDIVIA.
- rojas, H. A. (2019). *EVALUACION DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO COMO SUSTITUTO DE AGREGADO VIRGEN EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE*. SAN JOSE.
- SANCHEZ ANGEL, J. C. (2009). *ESTUDIO DE LAS VENTAJAS DEL RECICLADO IN SITU EN CALIENTE DE PAVIMENTOS FLEXIBLES*. BOGÓTA.
- SÁNCHEZ CARLESSI, H., REYES ROMERO, C., & MEJÍA SÁENZ, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. lima.
- SOLLUASFALT. (OCTUBRE de 2017). Obtenido de SOLUASFALT: <https://asfaltomadrid.com/asfalto-verde-reciclado/>
- Zampieri, R. H. (2018). *Metodología de la Investigación* . Mexico.

ANEXOS

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	TÉCNICAS
Variable Independiente (X) Agregado Asfáltico Reciclado.	Por definición comprendemos que son residuos de asfalto los cuales serán reciclados con la finalidad de rehabilitar los pavimentos de manera competitiva y sostenible.	Se medirá el porcentaje de agregados finos, gruesos, asfalto y se determinará la granulometría del material reciclado.	Granulometría	Lavado asfáltico	Ficha técnica de ensayos
					Panel fotográfico Reciclaje
			Dosificación	20 % material reciclado 80 % MAC2-D5	Observación directa
Variable Dependiente (Y) Diseño De Pavimento Flexible.	Consiste en determinar un modelo o tipo de pavimento el cual será definido de acuerdo a las especificaciones del proyecto.	Se analizará el nuevo diseño de pavimento agregando los materiales reciclados y paralelamente serán sometidos a diferentes ensayos.	Densidad	% de vacíos	
					Fichas de laboratorio
			Estabilidad	Deformación	

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín Terminal 1– Callao 2021

Problema	Objetivo	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera el Agregado Asfáltico Reciclado influye en el Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>PE.1 ¿De qué manera la granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la densidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021?</p> <p>PE.2 ¿De qué manera la granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la estabilidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar de qué manera el Agregado Asfáltico Reciclado influye en el Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>OE.1 Determinar de qué manera la granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la densidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p> <p>OE.2 Determinar de qué manera la granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la estabilidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El Agregado Asfáltico Reciclado influye en el Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>HE.1 La granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la densidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p> <p>HE.2 La granulometría del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la estabilidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Agregado Asfáltico Reciclado.</p>	<p>Granulometría</p> <p>Dosificación</p>	<p>Lavado asfáltico</p> <p>20% material reciclado</p> <p>80 % MAC2-D5</p>	<p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño de la Investigación</p> <p>Experimental</p>	<p>Observación directa</p> <p>Panel fotográfico</p> <p>Ficha técnica de ensayos</p> <p>Reciclaje</p>	<p>Fichas de observación</p> <p>Fichas de clasificación</p>

<p>PE.3 ¿De qué manera la dosificación del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la densidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021?</p> <p>PE.4 ¿De qué manera la dosificación del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la estabilidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021?</p>	<p>OE.3 Determinar de qué manera la dosificación del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la densidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p> <p>OE.4 Determinar de qué manera la dosificación del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la estabilidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p>	<p>HE.3 La dosificación del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la densidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p> <p>HE. 4 La dosificación del Agregado Asfáltico Reciclado influye en la estabilidad del Diseño De Pavimento Flexible Ransa, San Agustín Terminal 1 – callao 2021</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Diseño De Pavimento Flexible.</p>	<p>Densidad</p> <p>Estabilidad</p>	<p>% de vacíos</p> <p>Deformación</p>	<p>Población de Estudio:</p> <p>Terminal 1 con un área asfaltada de 28000 m2</p> <p>Muestra:</p> <p>Área a analizar 2800 m2</p> <p>Muestreo:</p> <p>6 briquetas con diámetro de 4"</p>	<p>Fichas de laboratorio</p>	<p>Fichas de laboratorio</p>
--	--	---	---	------------------------------------	---------------------------------------	---	------------------------------	------------------------------

FICHA DE ESTUDIOS Y RECOLECCIÓN DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LAVADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

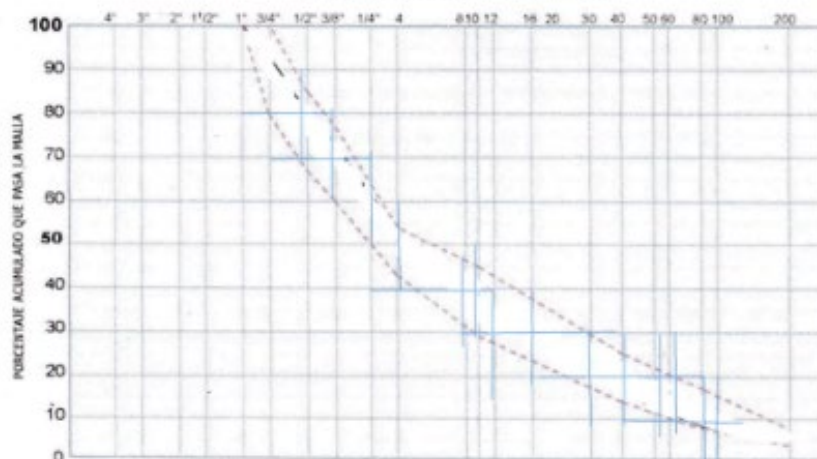
SOLICITANTE:		UBICACIÓN:	
PROYECTO:		FECHA:	

PRUEBA DE EXTRACCIÓN DE CENTRÍFUGA CERTIFICADO N°1730

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	CONTENIDO DEL ASFALTO
4"				MAC - 3	LAVADO ASFÁLTICO
3"					PESO MAT. SIN LAVAR =
2 1/2"					PESO MAT. LAVADO =
2"					Peso de Asfalto (Pen 60/70) =
1 1/2"					Temperatura de la Mezcla =
1"				100	
3/4"				80-100	
1/2"				67-85	N. DE ASFALTO
3/8"				60-77	
N°4				43-54	COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA
N°8					Grava
N°10				29-45	Arena
N°16					Finos
N°20					
N°30					Observaciones:
N°40				14-25	Temperatura de 150°C llega a obra
N°50					Cemento asfáltico PEN 60/70
N°60				8-17	
N°100					
N°200				4-8	
<200					
TOTAL					

PESO INICIAL

TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORISTA

[Signature]

[Signature]
VICTOR ANDRÉS PAREDES MARINOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 71755

JEFE DE LABORATORIO

[Signature]
ELIAS ENOC MACEDO MENESES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 71755

FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA ENSAYOS

ENSAYO MARSHALL ASTM D 1559

CERTIFICADO N°


OBRA :
PROCEDENCIA :
MUESTRA :
TRAMO :
CONTRATISTA :
SUPERVISION :
FECHA :

ESPECIFICACIÓN IV - B

C.A. En peso de mezcla =
% Agregado Grueso en peso de la Mezcla =
% Agregado Fino en peso de la Mezcla =
% Peso Especifico del C.A. =
ESTABILIDAD EN LIBRAS =
Flujo =
% Vacios =
Peso Especifico promedio de áridos =
Temperatura de mezcla de ensayo =

OBSERVACIONES:


RICARDO SAMUEL VIZCARRA LEVANO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 188178


VICTOR ANDRES
PAREDES MARIÑOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 71765


ELIAS ENOC
MACEDO MENESES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 219686

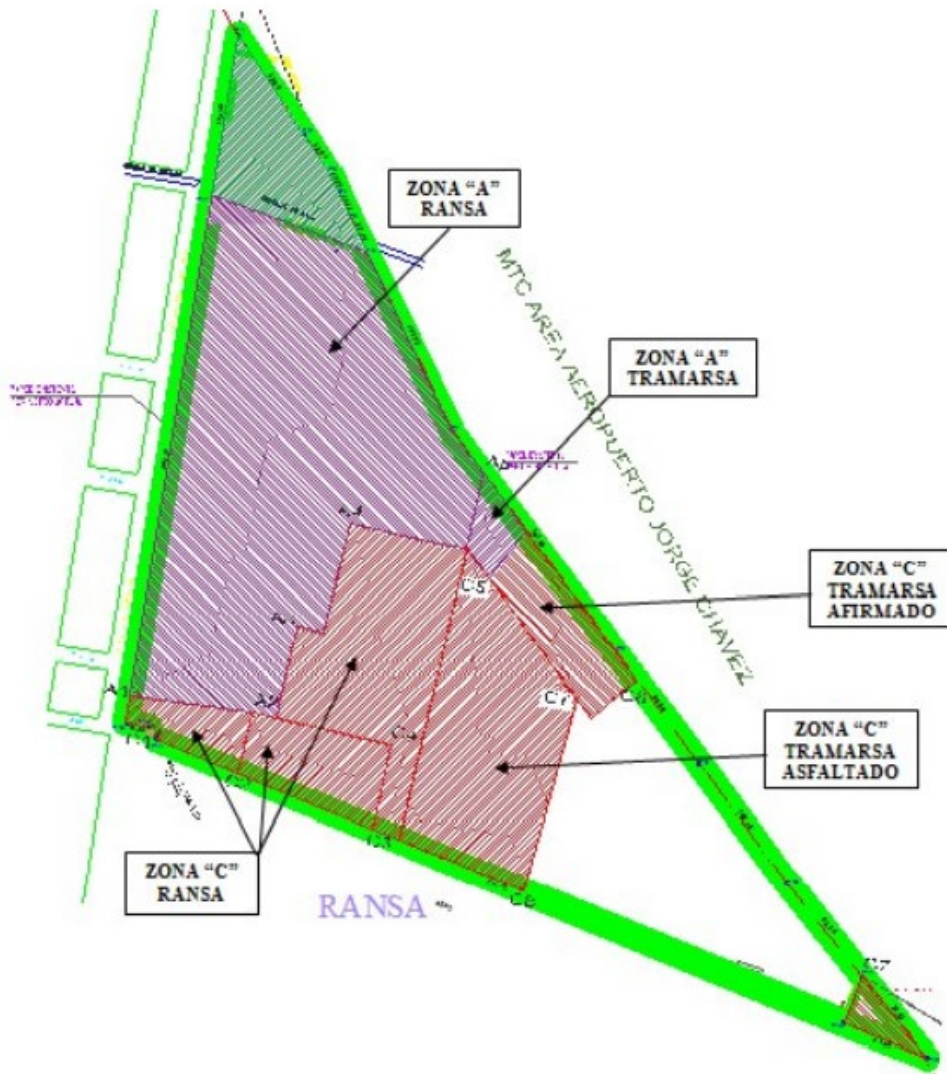
ZONA DE ESTUDIOS

Ubicado en la Av. Néstor Gambetta 3235 – Callao.



DELIMITACION TOPOGRAFIACA DEL ÁREA DE ESTUDIOS

Zona "C" terminal 1 Ransa.



Ensayos de laboratorio



INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
 FLEXIBLES Y RÍGIDOS, DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 SUMINISTRO DE INSUMOS, ADITIVOS Y AGREGADOS PARA OBRAS CIVILES
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL PARA CARRETERAS
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

INFORME DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS Y ENSAYO GRANULOMÉTRICO

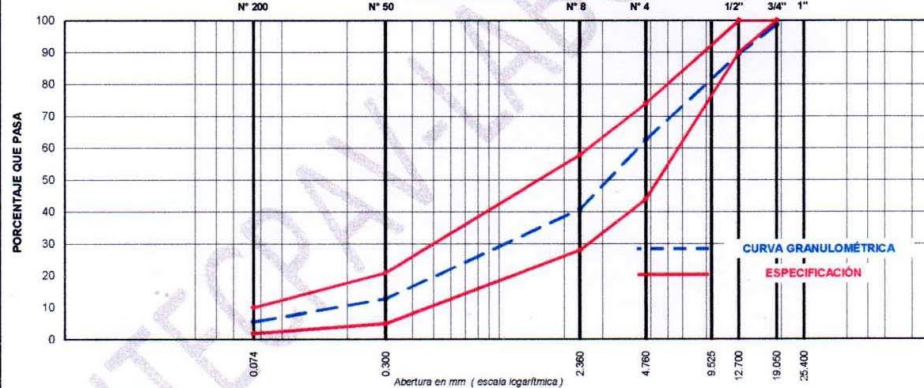
MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-184
 MTC E-503 - ASTM D-546 - MTC E-204 - ASTM D-422 - AASHTO T-30 - AASHTO T 88

PROYECTO : Tesis: "Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín terminal 1- Callao 2021" **RESP. LAB. :** D.C.N.
SOLICITANTE : Max Conan Moisés Gonzales **ING° RESP. :** D.C.N.
MATERIAL : Mezcla Asfáltica en Caliente Reciclada **FECHA :** 18/11/2021
PROCEDENC. : Muestra proporcionada por el solicitante **CERTIFICADO :** CMAC-001

LAVADO ASFÁLTICO DE MEZCLA RECICLADA

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC- D5 ASTM D 3515	DESCRIPCION DE LA MUESTRA TAMAÑO MAXIMO 3/4"
			retenido	acumulado	que pasa		
							Hora de lavado y Temperatura: 08:55 a.m. / 145 °C
							Peso de material sin lavar 1009.1 gr
							Peso de material lavado 954.4 gr
							Peso mat.lav.+filtro+extracto 1009.8 gr
							Peso del asfalto -0.7 gr
3/4"	19.050	12.6	1.3	1.3	98.7	100	Peso inicial del filtro 19.1 gr
1/2"	12.700	67.1	9.1	10.4	89.6	90 - 100	Peso final del filtro 19.8 gr
3/8"	9.525	72.1	7.6	18.0	82.0		Peso del filler en filtro 0.7 gr
N°4	4.780	185.1	19.4	37.4	62.6	44 - 74	Peso del asfalto 54.7 gr
N° 8	2.380	207.0	21.7	59.1	40.9	28 - 58	Contenido de asfalto 5.42 %
N° 16	1.180	130.6	13.7	72.8	27.2		
N° 30	0.600	80.1	8.4	81.2	18.8		
N° 50	0.300	57.3	6.0	87.2	12.8	5 - 21	
N° 100	0.150	45.0	4.7	91.9	8.1		
N° 200	0.074	24.1	2.5	94.4	5.6	2 - 10	Observaciones:
< 200	-	53.4	5.6	100.0	0.0		

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



OBSERVACIONES: Producción con porcentajes de Diseño MAC-ASTM D 3515
 Agregado Grueso 37.4 % Muestra proporcionado por el solicitante.
 Agregado Fino 57. %
 Relleno Mineral 5.6 %

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castillo Neyra
 JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y ASFALTO

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castillo Neyra
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243518



INTECPAV S.A.C.
"CONSTRUYENDO CON TECNOLOGÍA"

INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS, DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
SUMINISTRO DE INSUMOS, ADITIVOS Y AGREGADOS PARA OBRAS CIVILES
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL PARA CARRETERAS
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

INFORME DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO MARSHALL

MTC E-604 ASTM D-1559

PROYECTO : Tesis: "Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín terminal 1- Callao 2021" RESP. LAB. : D.C.N.
SOLICITANTE : Max Conan Moisés Gonzales ING° RESP. : D.C.N.
MATERIAL : Mezcla Asfáltica en Caliente Reciclada FECHA : 18/11/21
PROCEDENC. : Muestra proporcionada por el solicitante CERTIFICADO : CMAC-001

Marshall - 01

BRIQUETAS		Nº	1	2	3	4	PROMEDIO	ESPECIF.
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.42	5.42	5.42		5.42	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	35.37	35.37	35.37			
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	59.21	59.21	59.21			
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00			
5	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1223.0	1220.5	1219.5			
6	PESO DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (gr)	gr	1223.5	1221.0	1220.2			
7	PESO DE LA BRIQUETA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (gr)	gr	715.2	714.2	712.5			
8	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO	c.c.	508.3	506.8	507.7			
9	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA	gr/c.c.	2.406	2.408	2.402		2.405	

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionado por el solicitante.

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
Darwin Grábel Castillo Neyra
JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y ASFALTO

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
Darwin Grábel Castillo Neyra
Ingeniero Civil
CIP Nº 243518

Muestra patrón diseño de asfalto MAC2-D5



MOVIMIENTO DE TIERRAS ■ PAVIMENTACIÓN ■ TRITURACIÓN DE AGREGADOS ■ TRANSPORTE Y ALQUILER DE EQUIPOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88						
OBRA : CONSTRUCCION DE ALMACENES - ZONA TRAMARSA - CALLAO				N° ENSAYO : 001		
CLIENTE : NICKOVER SAC. INGENIERIA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS				RESP. LAB. : D.C.N.		
MATERIAL : Arena Chancada para asfalto < 1/4"				ING° RESP. : D.C.N.		
MUESTRA : M-1				HECHO POR : D.C.N.		
CANTERA : Gloria				FECHA : 1 07 2021		
UBICACION : Acopio (Planta de Asfalto - Zona Industrial Portillo-Cercas Viejas)						
TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	% RET. P.A.P.	% RET. A.C.	% O' P.A.F.A.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.800					PESO TOTAL = 799.2 gr
6"	152.400					PESO LAVADO = 731.0 gr
5"	127.000					PESO FINO = 764.9 gr
4"	101.600					% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad
3"	76.200					808.1 799.2 1.1%
2 1/2"	63.500					Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado 200%
2"	50.800					799.2 731.0 8.5
1 1/2"	38.100					% Grava = 4.3 %
1"	25.400					% Arena = 87.2 %
3/4"	19.050					% Fino = 8.5 %
1/2"	12.700					MÓDULO DE FINURA = 3.29 %
3/8"	9.525				100.0	
# 4	4.760	34.3	4.3	4.3	95.7	
# 8	2.360	224.7	28.1	32.4	67.6	
# 10	2.000					
# 16	1.180	177.3	22.2	54.6	45.4	
# 30	0.600	118.1	14.8	59.4	30.6	
# 40	0.420					
# 50	0.300	88.2	11.0	60.4	19.6	
# 80	0.180					
# 100	0.150	60.3	7.5	68.0	12.0	
# 200	0.075	28.1	3.5	91.5	8.5	
< # 200	FONDO	68.2	8.5	100.0	0.0	
FINO		764.9				
TOTAL		799.2				

OBSERVACIONES:
Muestra de acopio de planta de asfalto.

CURVA GRANULOMÉTRICA

Sieve Size (mm)	Percentage that passes (%)
75	100
4.75	95.7
2.36	67.6
1.18	45.4
0.60	30.6
0.30	19.6
0.15	12.0
0.075	8.5

CONSTRUCCIONES DELHEAL S.A.C.

[Signature]

Darwin Gabriel Castillo Neyra
Jefe de Laboratorio
Suelo y Asfalto
Ingeniero Civil
CIP N° 243518



MOVIMIENTO DE TIERRAS ■ PAVIMENTACIÓN ■ TRITURACIÓN DE AGREGADOS ■ TRANSPORTE Y ALQUILER DE EQUIPO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

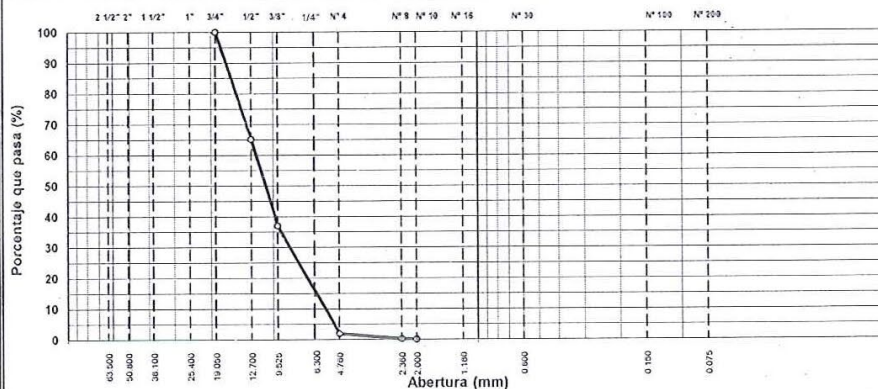
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

OBRA : CONSTRUCCION DE ALMACENES - ZONA TRAMARSA - CALLAO
 CLIENTE : NICKOVER SAC. INGENIERIA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS
 MATERIAL : Grava < 3/4" - 1/2"
 MUESTRA : M-1
 CANTERA : Gloria
 UBICACIÓN : Acopio (Planta de Asfalto - Zona Industrial Portillo-Caraengo)

Nº ENSAYO : 001
 RESP. LAB. : D.C.N.
 INGº RESP. : D.C.N.
 HECHO POR : D.C.N.
 FECHA : 1 07 2021

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Qº PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 5.210,0 gr
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.700	1.115.0	21.4	21.4	78.6	
3/8"	9.525	1.829.0	34.9	56.3	43.7	
1/4"	6.300					
# 4	4.750	2.090.0	40.1	96.5	3.6	
# 8	2.360	170.0	3.3	99.7	0.3	
# 10	2.000	5.0	0.1	99.8	0.2	
FCNDO	10.0		0.2	100.0	0.0	
						% HUMEDAD
						P.S.H.
						5225.0
						P.S.S.
						5210.0
						% Humedad
						0.3
OBSERVACIONES:						
Muestra de acopio de planta de asfalto.						
TOTAL		5.210.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONSTRUCCIONES DELHEAL S.A.C.

Darwin Gabriel Casillo Neyra
 Darwin Gabriel Casillo Neyra
 Jefe de Laboratorio
 Suelo y Asfalto
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243518



MOVIMIENTO DE TIERRAS ■ PAVIMENTACIÓN ■ TRITURACIÓN DE AGREGADOS ■ TRANSPORTE Y ALQUILER DE EQUIPOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

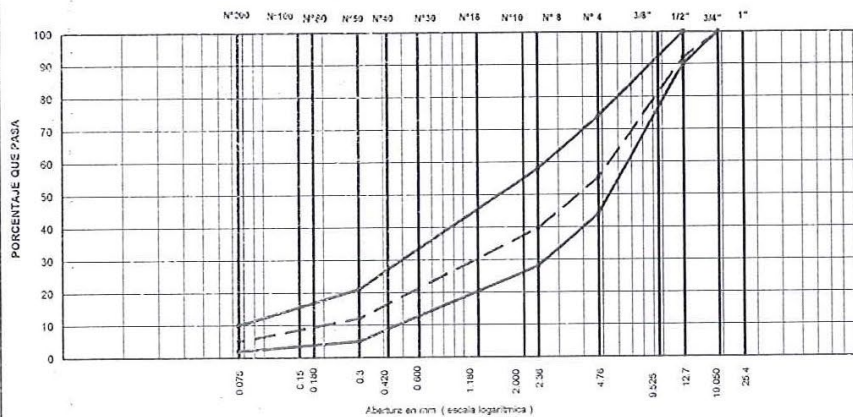
COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515

OBRA	: CONSTRUCCION DE ALMACENES - ZONA TRAMARSA - CALLAO	RESP. LAB.	: D.C.N.
SOLICITANTE	: NICKOVER SAC, INGENIERIA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS	ING° RESP.	: D.C.N.
CANTERA	: GLORIA (PIEDRA CHANCADA Tmáx 3/4") - GLORIA (ARENA CHANCADA 1/4")	FECHA	: 1 07 2021
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica en Caliente		
PROCEDENC.	: Planta de Asfalto CONSTRUCCIONES DELHEAL S.A.C		
UBICACIÓN	: Zona Industrial Portillo-Carapongo		

TAMICEZ	Fajas por agregados a intervenir		Mezcla MAC		Chequeo
	Arena Triturada Gloria < 1/4"	Grava Triturada Gloria < 3/4" - 1/2"	Comb. Teórica	Especific. Huso D5 ASTM D 3515	
11 1/2"	33.100		100.0		
1	25.400		100.0		
3/4"	19.050		100.0	100	100
1/2"	12.700		52.3	90	100
3/8"	9.525		47.4	76.3	
# 4	4.750		4.9	55.3	44
# 8	2.360		0.2	39.7	28
# 10	2.000				
# 16	1.180		48.5	0.1	26.7
# 30	0.600		33.1	0.0	18.2
# 40	0.420				
# 50	0.300		21.9	0.0	12.0
# 60	0.177				
# 100	0.150		13.8	0.0	7.6
# 200	0.075		9.3	0.0	5.1

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA COMBINACIÓN TEÓRICA



Observaciones: % de agregados definido con el TAMIZ N° 4
 Grava: 44.7 %
 Arena: 55.3 %
 Total de Agregados: 100.0 %

CONSTRUCCIONES DELHEAL S.A.C

Darwin Gabriel Castillo Neyra
 Jefe de Laboratorio
 Suelo y Asfalto
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243518

Combinaciones teóricas asfalto reciclado y muestra patrón



INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
 FLEXIBLES Y RÍGIDOS, DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 SUMINISTRO DE INSUMOS, ADITIVOS Y AGREGADOS PARA OBRAS CIVILES
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL PARA CARRETERAS
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO									
NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 28									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS									
COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE									
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - ASTM D 3515									
PROYECTO	: Tesis "Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín terminal 1- Calleo 2021"				RESP. LAB.	: D.C.N.			
SOLICITANTE	: Max Conan Moises Gonzales				ING° RESP.	: D.C.N.			
MATERIAL	: Combinación de Mezclas Asfálticas en Caliente (Mezcla Asfáltica Reciclada / Mezcla Asfáltica en Caliente)				FECHA	: 18/11/2021			
TAMICEZ	Fajas por agregados a intervenir					Mezcla MAC			Chequeo
		Mezcla Reciclada RAP		Mezcla Afáltica Convencional		Comb. Teórica	Especific. HUSO D5 ASTM D 3515		
		5.42 % Cemento Asfáltico		5.50 % Cemento Asfáltico					
		10.0%	90.0%						
3/4"	19 050	100.0	100.0			100.0	100	100	ok
1/2"	12 700	91.5	92.1			92.0	90	100	ok
3/8"	9 525	82.0	76.3			76.9			
# 4	4 780	62.6	55.3			56.0	44	74	ok
# 8	2 360	40.9	39.7			39.8	28	58	ok
# 10	2 000								
# 16	1 180	27.2	26.7			26.8			
# 30	0 600	18.8	18.8			18.8			
# 40	0 420								
# 50	0 300	12.8	12.0			12.1	5	21	ok
# 80	0 177								
# 100	0 150	8.1	7.6			7.7			
# 200	0 075	5.6	5.1			5.2	2	10	ok

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Observaciones: Definido por el TAMIZ N° 4
 Grava: 44.0 Arena: 56.0 Total de Agregados: 100.0

Para que la mezcla cumpla dentro del huso especificado D5, se debe zarandear el material reciclado RAP, con una zaranda de Tamaño Máximo 3/4"

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castillo Neyra
 JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y ASFALTO

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castillo Neyra
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243618

INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
 FLEXIBLES Y RÍGIDOS, DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 SUMINISTRO DE INSUMOS, ADITIVOS Y AGREGADOS PARA OBRAS CIVILES
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL PARA CARRETERAS
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO									
NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 28									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS									
COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE									
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - ASTM D 3515									
PROYECTO		: Tesis "Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín terminal 1- Callao 2021"				RESP. LAB.		: D.C.N.	
SOLICITANTE		: Max Conan Moisés Gonzales				ING° RESP.		: D.C.N.	
MATERIAL		: Combinación de Mezclas Asfálticas en Caliente (Mezcla Asfáltica Reciclada / Mezcla Asfáltica en Caliente)				FECHA		: 18/11/2021	
TAMICEZ	Fajas por agregados a intervenir				Mezcla MAC			Chequeo	
		Mezcla Reciclada RAP 5.42 % Cemento Asfáltico 20.0%	Mezcla Afáltica Convencional 5.50 % Cemento Asfáltico 80.0%		Comb. Teórica	Especific. HUSO D5 ASTM D 3515			
3/4"	19.050	100.0	100.0		100.0	100	100	ok	
1/2"	12.700	91.5	92.1		92.0	90	100	ok	
3/8"	9.525	82.0	76.3		77.4				
# 4	4.760	62.6	55.3		56.8	44	74	ok	
# 8	2.360	40.9	39.7		39.9	28	58	ok	
# 10	2.000								
# 16	1.180	27.2	26.7		26.8				
# 30	0.600	18.8	18.8		18.8				
# 40	0.420								
# 50	0.300	12.8	12.0		12.2	5	21	ok	
# 80	0.177								
# 100	0.150	8.1	7.6		7.7				
# 200	0.075	5.6	5.1		5.2	2	10	ok	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Definido por el TAMIZ N° 4
 Grava: 43.2 Arena: 56.8 Total de Agregados: 100.0

Para que la mezcla cumpla dentro del huso especificado D5, se debe zarandear el material reciclado RAP, con una zaranda de Tamaño Máximo 3/4"

INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castillo Neyra
 JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y ASFALTO

INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castillo Neyra
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243518

INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
 FLEXIBLES Y RÍGIDOS, DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 SUMINISTRO DE INSUMOS, ADITIVOS Y AGREGADOS PARA OBRAS CIVILES
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL PARA CARRETERAS
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO										
NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 28										
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS										
COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE										
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE- ASTM D 3515										
PROYECTO	:	Tesis "Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín terminal 1- Callao 2021"				RESP. LAB.	:	D.C.N		
SOLICITANTE	:	Max Conan Moisés Gonzales				ING° RESP.	:	D.C.N		
MATERIAL	:	Combinación de Mezclas Asfálticas en Caliente (Mezcla Asfáltica Reciclada / Mezcla Asfáltica en Caliente)				FECHA	:	18/11/2021		
TAMICEZ	Fajas por agregados a intervenir					Mezcla MAC			Chequeo	
		Mezcla Reciclada RAP 5.42 % Cemento Asfáltico	Mezcla Afáltica Convencional 5.50 % Cemento Asfáltico			Comb. Teórica	Especific. HUSO D5 ASTM D 3515			
		30.0%	70.0%							
3/4"	19.050	100.0	100.0			100.0	100	100	ok	
1/2"	12.700	91.5	92.1			91.9	90	100	ok	
3/8"	9.525	82.0	76.3			78.0				
# 4	4.760	62.6	55.3			57.5	44	74	ok	
# 8	2.360	40.9	39.7			40.1	28	58	ok	
# 10	2.000									
# 16	1.180	27.2	26.7			26.9				
# 30	0.600	18.8	18.8			18.8				
# 40	0.420									
# 50	0.300	12.6	12.0			12.2	5	21	ok	
# 80	0.177									
# 100	0.150	8.1	7.6			7.8				
# 200	0.075	5.6	5.1			5.3	2	10	ok	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA									
Observaciones: Definido por el TAMIZ N° 4 Grava: 42.5 Arena: 57.5 Total de Agregados: 100.0 Para que la mezcla cumpla dentro del huso especificado D5, se debe zarandear el material reciclado RAP, con una zaranda de Tamaño Máximo 3/4"									

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castilla Neyra
 JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y ASFALTO

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castilla Neyra
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243518

Ensayo MASHALL de muestra con 20% asfalto reciclado 80% MAC2-D5



INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
 FLEXIBLES Y RÍGIDOS, DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 SUMINISTRO DE INSUMOS, ADITIVOS Y AGREGADOS PARA OBRAS CIVILES
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL PARA CARRETERAS
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ENSAYO MARSHALL					
NORMA ASTM D 1559 / AASHTO T 245					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES					
PROYECTO	Tesis: "Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín terminal 1- Callao 2021"				
SOLICITANTE	Max Conan Moisés Gonzales				
MATERIAL	Combinación de Mezclas Asfálticas en Caliente (Mezcla Asfáltica Reciclada / Mezcla Asfáltica en Caliente)				
RESP. LAB. : D.C.N. ING° RESP. : D.C.N. FECHA : 26/11/2021					
Ensayo Marshall					
DESCRIPCION					
PORCENTAJES DE MEZCLA ASFÁLTICA				PROMEDIO	
% De Mezcla Asfáltica Reciclada	20.0			LABORATORIO	
% De Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional	80.0				
N° DE BRIQUETAS	1	2	3		
1 % CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.5				
2 % AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	53.68				
3 % AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	40.82				
4 % FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0.0				
5 PESO ESPECÍFICO CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE, g/cm³	1.1616				
6 PESO ESPECÍFICO AGREGADO GRUESO-BULK (< 1"), g/cm³	2.732				
7 PESO ESPECÍFICO AGREGADO FINO - BULK, g/cm³	2.751				
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE, g/cm³	0.000				
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA, cm.	6.7	6.7	6.7		6.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE, g	1,213.3	1,213.4	1,213.2		1213.3
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA EN EL AIRE, g	1,217.9	1,215.4	1,215.7		1216.3
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA EN EL AGUA, g	707.6	705.2	703.9		705.6
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA, cm³	510.3	510.2	511.8		510.8
14 PESO DE LA PARAFINA, g	-	-	-		-
15 VOLUMEN PARAFINA, cm³	-	-	-		-
16 VOLUMEN DE LA BRIQUETA, cm³	510.3	510.2	511.8		510.8
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA, g/cm³	2.378	2.378	2.370		2.375
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041, g/cm³	2.521				2.521
19 PORCENTAJE DE VACÍOS AIRE, %	5.7	5.7	6.0		5.8
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL, g/cm³	2.740				2.740
21 VOLUMEN MINERAL AGREGADO, %	18.0	18.0	18.3		18.1
22 VACÍOS LLENOS CON CEMENTO ASFÁLTICO, %	68.5	68.5	67.3		68.1
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO AGREGADO TOTAL, g/cm³	2.740				2.740
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL, %	0.000				0.000
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO, %	5.50				5.50
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	14.0	14.2	14.5		14.2
27 FLUJO (0.25 milímetros)	3.6	3.6	3.7		3.6
28 ESTABILIDAD SIN CORREGIR, Lecturas	320.0	330.0	390.0		346.7
29 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00	1.0	
30 ESTABILIDAD CORREGIDA, kN	15.2	15.6	18.3	16.3	
31 RELACION ESTABILIDAD/FLUJO (Kg/cm)	4,345.0	4,411.0	5,065.0	4607.0	
Nota : Los testigos para el ensayo Marshall fueron elaborados con el óptimo contenido de cemento asfáltico 5.5% y para a la combinación de agregados se empleo Mezcla Asfáltica Reciclada con una tasa del 20% y Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional una tasa del 80%.					

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castillo Neyra
 JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y ASFALTO

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.
 Darwin Gabriel Castillo Neyra
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243518

Ensayo RICE de Briquetas



INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
 FLEXIBLES Y RÍGIDOS, DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 SUMINISTRO DE INSUMOS, ADITIVOS Y AGREGADOS PARA OBRAS CIVILES
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL PARA CARRETERAS
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS	
ASTM D 2041/ AASHTO T 245 / ASTM D 1560	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
PROYECTO	Tesis: "Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín terminal 1- Callao 2021"
SOLICITANTE	Max Conan Moisés Gonzales
MATERIAL	Combinación de Mezclas Asfálticas en Caliente (Mezcla Asfáltica Reciclada / Mezcla Asfáltica en Caliente) Fecha : 26/11/2021
<u>Ensayo Rice</u>	
Descripción Mezcla Asfáltica	
Agregados - Pétreos:	Proporción.
Mezcla Asfáltica Reciclada	Diseño Patrón
Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional	20.0 %
	80.0 %
<hr/>	
Bitumen - Aditivo :	Proporción.
Contenido de Cemento Asfáltico PEN 60 - 70 [en peso de la mezcla asfáltica total]	5.5 %
<hr/>	
Resultados	
Contenido Cemento Asfáltico, %	5.5
1.- Peso del material, g	1,500.0
2.- Peso agua + frasco, g	11,295.0
3.- Peso agua + frasco + material [1 + 2], g	12,795.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo), g	12,200.0
5.- Volumen [3 - 4], g	595.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm ³	2.521
<hr/>	
Nota. Las muestra ensayada corresponde a la Mezcla Asfáltica en Caliente combinada con 20% de Mezcla Asfáltica Reciclada y 80% Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional.	

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.

Darwin Gabriel Castillo Neyra
 JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y ASFALTO

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.

Darwin Gabriel Castillo Neyra
 Ingeniero Civil
 CIP N° 243518

Caracterización de la mezcla



INVERSIONES & TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
 FLEXIBLES Y RÍGIDOS, DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 SUMINISTRO DE INSUMOS, ADITIVOS Y AGREGADOS PARA OBRAS CIVILES
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL PARA CARRETERAS
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO

CARACTERIZACIÓN MEZCLA ASFÁLTICA MARSHALL		
NORMA ASTM D 1559 / AASHTO T 245		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES		
PROYECTO	Tesis: "Agregado asfáltico reciclado en el diseño de pavimento flexible Ransa, San Agustín terminal 1- Callao 2021"	
SOLICITANTE	Max Conan Moisés Gonzales	
MATERIAL	Combinación de Mezclas Asfálticas en Caliente (Mezcla Asfáltica Reciclada / Mezcla Asfáltica en Caliente) Fecha : 26/11/2021	
Caracterización mezcla asfáltica		
Descripción Mezcla Asfáltica		
Agregados - Pétreos:	Proporción.	
Mezcla Asfáltica Reciclada	Diseño Patrón	
Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional	20.0 %	
	80.0 %	
Bitumen - Aditivo :	Proporción.	
Contenido de Cemento Asfáltico PEN 60 - 70 [en peso de la mezcla asfáltica total]	5.5 %	
RESULTADOS MARSHALL PROMEDIO		
Caracterización Mezcla Asfáltica en Caliente		
Número de Golpes	75	Espec.
% De Mezcla Asfáltica Reciclada	20.0	
% De Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional	80.0	
Contenido Óptimo Cemento Asfáltico, %	5.50	±0.2
Peso Específico, g/cm ³	2.375	
Estabilidad, kN.	16.3	8.14 Min.
Estabilidad, kgf	1667.2	830 Min.
Flujo, (0.01 pulg.)	14.2	8 - 14 (0.01 pulg.)
Vacios de aire, %	5.8	3% - 5 %
V.M.A., %	18.1	14 Min.
V.L.L.C.A., %	68.1	-
Absorción de Asfalto, %	0.00	-
Estabilidad / Flujo (Kg/cm)	4,607.0	1700 - 4000 (kg/cm)
Temperatura máxima mezcla, °C	165	160 - 165 °C
Relación Polvo _{0.075} /Asfalto Efectivo	0.9	1.3
Recubrimiento, %	100.0	100%
Desprendimiento, % retenido	+ 95.0	+ 95.0
Temperatura de Aplicación, °C		
Agregados - Mezclas Asfáltica Reciclada y Mezcla Asfáltica en Caliente	160.0	
Cemento Asfáltico PEN 60/70	155.0	
Nota.		
Los testigos para el ensayo Marshall fueron elaborados con el óptimo contenido de cemento asfáltico 5.5% y para a la combinación de agregados se empleo Mezcla Asfáltica Reciclada con una tasa del 20% y Mezcla Asfáltica en Caliente Convencional una tasa del 80%.		

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.

Darwin Grabiél Castillo Neyra
 INGENIERO DE LABORATORIO SUELOS Y ASFALTO

INVERSIONES & TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS S.A.C.

Darwin Grabiél Castillo Neyra
 Ingeniero Civil
 C.I.P. N° 243318

PANEL FOTOGRAFICO

ESTUDIOS BÁSICOS

Excavación e identificación del terreno natural RANSA Terminal 1

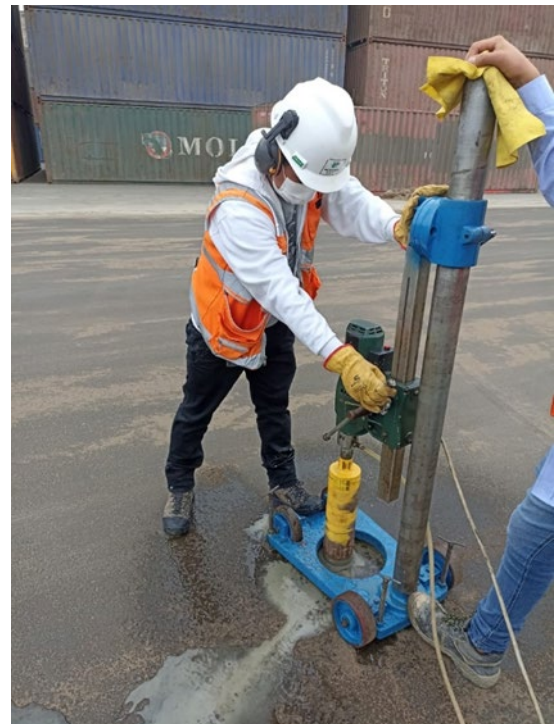


Conformación de plataformas RANSA Terminal 1

ESTUDIOS BÁSICOS



Toma de muestras asfalto reciclado



Recolección de datos de las muestras recicladas



Proceso de calentamiento de muestras recicladas



Centrifugado y control granulométrico de muestra reciclada



Diseño de mezcla 20% reciclado – 80% MAC2-D5

Moldeamiento de briquetas y compactación



Ensayo RICE



Ensayo MARSHALL

