



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Chaca Limache, Cristhian Manuel <https://orcid.org/0000-0002-7105-0959>

Choquecagua Cahuana, Yoselin Nicol <https://orcid.org/0000-0003-4203-8501>

ASESOR:

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo <https://orcid.org/0000-0001-8625-3989>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A nuestros padres, quienes con su amor incondicional nos brindaron su apoyo y nos guiaron en este largo camino para así nosotros cumplir nuestras metas.

CARÁTULA	i
Dedicatoria	ii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Trabajos Previos	3
2.2 Teorías relacionadas al tema	5
2.3 Formulación del Problema	15
2.4 Justificación del estudio	15
2.5 Hipótesis	16
2.6 Objetivos	17
2.6.1 Objetivo General	17
2.6.2 Objetivo Especifico	17
III METODOLOGÍA	18
3.1 Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3 Población, muestra y muestreo	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5 Procedimientos	23
3.6 Método de análisis de datos	23
3.7 Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
4.1 Diseño de emulsión asfáltica espumada	25
4.2 Ensayo granulométrico	25
4.3 Resultados del Objetivo General	26
4.4 Resultados del Objetivo 1	27
Ensayo Marshall con emulsión asfáltica espumada (ASTM D 1559 y AASHTO T 245)	27
4.5 Resultados del Objetivo 2	28

4.6 Resultados del Objetivo 3	28
4.6.1 Mezcla asfáltica en caliente.....	29
4.6.2 Mezcla de asfalto espumado	29
V. DISCUSIÓN.....	31
VI.CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXO N°1 MATRIZ DE INVESTIGACIÓN.....	42
ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	43
Anexo N° 3 RESULTADOS.....	44
ANEXO N° 4: ENSAYO DE LABORATORIO y CERTIFICADO	61
Anexo N°5 Galería de Fotos.	71
Anexo N° 6 Validacion de Juicio de expertos.....	74

Índice de tablas

Tabla 1. Grafico del análisis granulométrico.....	25
Tabla 2. Resumen general de valores obtenidos en el diseño.....	26
Tabla 3. Tabla resumen de los ensayos Marshall para asfalto espumado.	27
Tabla 4. Cuadro de valores obtenidos de las características del ensayo Marshall. .:	28
Tabla 5. Resumen del presupuesto planteado de asfalto convencional.....	29
Tabla 6. Resumen del presupuesto planteado de asfalto espumado.....	29
Tabla 7. Contenido de agua al 2.5%	45
Tabla 8. Contenido de agua al 2.5%	45
Tabla 9. Contenido de agua al 2.5%	46
Tabla 10. Contenido de agua al 2.5%	46
Tabla 11. Contenido de agua al 2.5%	47
Tabla 12. Resultados de análisis granulométrico. Fuente: Propia.....	48
Tabla 13. Tabla resumen de los ensayos Marshall para asfalto espumado.	50
Tabla 14. Tabla de peso unitario vs % de agua.....	51
Tabla 15. Tabla de vacíos vs % de agua.....	52
Tabla 16. Tabla de Vacíos del mineral vs % de agua.....	52

Tabla 17.	Tabla de vacíos llenos de asfalto vs % de agua.....	53
Tabla 18.	Tabla polvo/ asfalto vs % de agua.....	54
Tabla 19.	Tabla N°15. Tabla de flujo vs % de agua.....	54
Tabla 20.	. Tabla de estabilidad vs % de agua.....	55
Tabla 21.	Contenido óptimo de agua para el diseño con Emulsión asfáltica espumada. Fuente: Propia	56
Tabla 22.	Resumen del presupuesto planteado de asfalto convencional.....	57
Tabla 23.	Cuadro de Análisis de precios de la partida de pavimento convencional.	58
Tabla 24.	Cuadro de Análisis de precios de la partida de pavimento convencional.	59
Tabla 25.	Cuadro de Análisis de precios de la partida de pavimento con emulsión asfáltica espumada.	60

Índice de figuras

Figura 1.	Ubicación de la Carretera Central Km 12+250-18+573.....	2
Figura 2.	Proceso de obtención de asfalto espumado.....	5
Figura 3.	Proceso de Fresado con la maquinaria Wirtgen.....	6
Figura 4.	Planta móvil de reciclado en frío.....	7
Figura 5.	Volumen de expansión. Fuente : https://www.lanamme.ucr.ac.cr/	8
Figura 6.	Optimización de la razón de expansión y vida media.....	9
Figura 7.	Deterioro del pavimento en paradero Gloria, Ate. Fuente: googleearth.com.....	12
Figura 8.	Tipos de fallas. Fuente : https://www.lanamme.ucr.ac.cr/	13
Figura 9.	Recicladoras y estabilizadoras de suelos Wirtgen. Fuente : Wirtgen-Group.com14	
Figura 10.	El proceso de reciclado. Fuente : https://www.lanamme.ucr.ac.cr/ ... 14	
Figura 11.	Muestras de las briquetas con sus respectivos % de agua.	49
Figura 12.	Ensayo Marshall.	50
Figura 13.	Proceso de fresado.....	71
Figura 14.	Selección de muestras	72
Figura 15.	Briquetas con distintas dosificaciones de agua.	72
Figura 16.	Lavado asfáltico.....	73

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento. Se utilizó la siguiente metodología de tipo aplicada ya que se planteó una solución de los problemas en el pavimento mediante un diseño que reutilice los recursos existentes. Asimismo el trabajo de investigación es de diseño no experimental ya que trato de un diseño donde se manipulo intencionalmente la variable para obtener los resultados deseados adicionando emulsión asfáltica al pavimento reciclado. La población se constituyó en el tramo de la Carretera Central Km 12+250-18+573 y la muestra está conformada por el fresado de la carpeta asfáltica recuperada de un tramo de 100 metros lineales de la Carretera Central entre los Km 12+250 y 18+573, conformando así 15 broquetas con 5 distintas dosificaciones de porcentaje de agua 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%. Se concluyó que se puede diseñar concreto asfáltico reciclado espumado adicionando PEN 60/70 al 3% y agua con porcentaje de 2.5% mediante el método Marshall ASTN D1559, con lo cual se obtuvo un correcto resultado de relación estabilidad flujo de 2696 kg/cm y una relación de vacíos de 4.5%.

Palabras claves: Asfalto espumado, Emulsión asfáltica, Concreto asfáltico, Diseño, RAP

ABSTRACT

The purpose of this work was to design recycled asphalt concrete by adding foamed asphalt emulsion for pavement rehabilitation. The following applied methodology was used since a solution to the pavement problems was proposed by means of a design that reuses existing resources. Likewise, the research work is of non-experimental design since it is a design where the variable was intentionally manipulated to obtain the desired results by adding asphalt emulsion to the recycled pavement. The population was constituted in the stretch of the Central Highway Km 12+250-18+573 and the sample is formed by the milling of the recovered asphalt layer of a stretch of 100 linear meters of the Central Highway between Km 12+250 and 18+573, thus forming 15 spits with 5 different dosages of percentage of water 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%. It was concluded that recycled foamed asphalt concrete can be designed by adding PEN 60/70 at 3% and water with a percentage of 2.5% using the Marshall ASTN D1559 method, which gave a correct result of a flow stability ratio of 2696 kg/cm and a void ratio of 4.5%.

Keywords: Foamed Asphalt, Asphalt Emulsion, Asphalt Concrete, Design, RAP

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática: Muchos de los pavimentos flexibles diseñados a lo largo de la historia han sufrido deterioro, por una infinidad de razones por las cuales no se logran cumplir el periodo de vida útil de estos ya sea por factores como vicios en su construcción, diseño incorrecto, cargas iterativas, un mayor volumen de tránsito, el no dar un mantenimiento al pavimento, etc.

A todo esto, se despertó el interés por disminuir la incidencia del daño que se ocasiona al pavimento, implementando nuevas tecnologías aplicadas a la rehabilitación y reutilización de pavimentos flexibles con asfalto espumado, de manera que se le retorne las características y objetivos por la cual fueron diseñados, así también al aplicar esta tecnología, se obtendrá ventajas tanto económicas, sociales y ambientales.

La tecnología del reciclado mediante la emulsión asfáltica espumada ha atesorado un auge en diversos países como España, Alemania, Austria y entre otros, dado que actualmente además de construir importa el impacto al medio ambiente que esta genera y el uso de esta técnica lo que propone es reducir el impacto ambiental de manera que se reutilizará la carpeta asfáltica existente bajo el principio de sostenibilidad el que es reducir, reciclar y reutilizar para contribuir a la reducción de la producción y acumulación de residuos.

También es importante mencionar que para el desarrollo de este método se usara la técnica RAP, que en vez de utilizar materiales nuevo de canteras, se reutilizara los mismos materiales pétreos. Mediante este método se manipulo el RAP para aprovechar el material pétreo del pavimento reciclado, asimismo se evaluara que la técnica logrea acotar los tiempos de ejecución de rehabilitación por la manera de trabajo del asfalto espumado, la descripción de la tecnología de producción, aplicaciones y ventajas en el campo del embalaje. Para los estudios y pruebas de laboratorio realizadas en el diseño de mezclas de hormigón asfáltico de espuma, se muestran los resultados obtenidos y se presentaron las conclusiones y recomendaciones para el trabajo de laboratorio.

Para la ejecución del trabajo de investigación se utilizó parte de la Carretera Central Km 12+250-18+573 en el distrito de Ate, debido a que se evidencio este tramo deteriorado y se observan fallas por fatiga como piel de cocodrilo, baches y fisuras

y grietas en bloque, Por esta razón, este estudio se centró en el uso de asfalto burbujeante. Esta es una de las tecnologías de reciclaje a baja temperatura que se utilizan para estabilizar las instalaciones hidroeléctricas con materiales reciclados., y poder ser aplicado en el tramo que necesita rehabilitación y poder ver mejoras en la estructuración de pavimento.

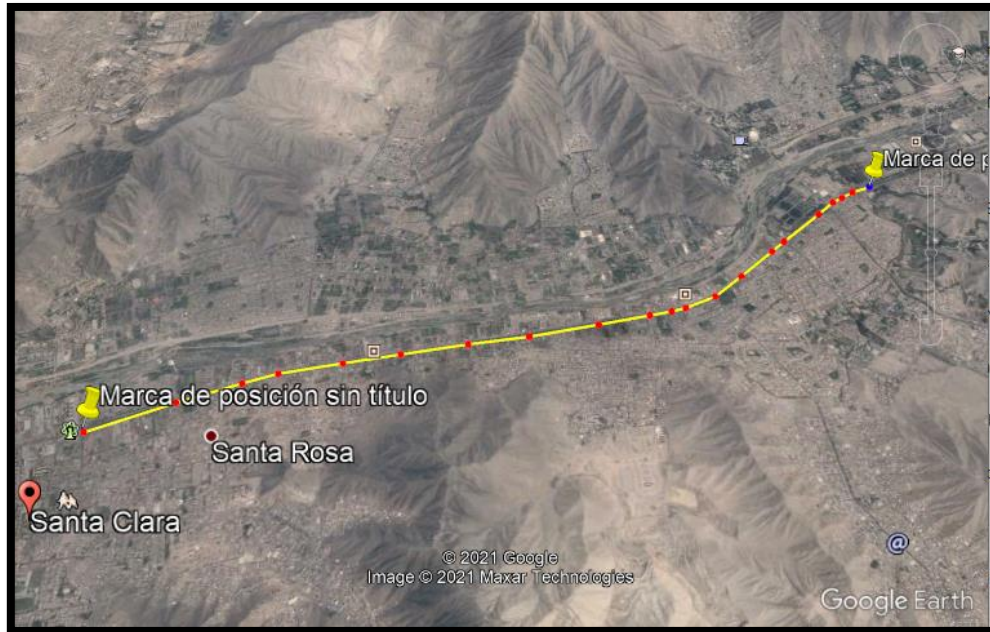


Figura 1. Ubicación de la Carretera Central Km 12+250-18+573.
Fuente: Propia, Google earth

II. MARCO TEORICO

2.1 Trabajos Previos

Antecedentes Internacionales: La investigación para su tesis de titulación donde se realizó en Bogotá Colombia, con el título de Evaluación técnica y económica del uso de Pavimento asfáltico reciclado (RAP) en vías colombianas, el cual dio a entender que el mundo actual se viene implementando modernos métodos de ingeniería, donde el autor afirma que por medio de ese método innovador se disminuyó la contaminación y los costos de producción rehabilitando con pavimento asfáltico reciclado. Méndez, A. (2015).

La siguiente investigación internacional llevó por título Caracterización del rap e identificación de su influencia en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente, realizada en Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia , el autor dio a conocer cómo influye la caracterización del RAP en el comportamiento de las mezclas asfálticas recicladas, además de lograr obtener los porcentajes de agregados reciclados y de cantera, para un adecuado diseño con el fin de obtener excelentes comportamientos mecánicos. Buitrago J. y Gonzales A. (2015).

Desde el punto de vista de Valdez A. (2019) presento su trabajo profesional que lleva por título Asfalto espumado, realizado en la Universidad Nacional Autónoma de México, dio a conocer la tecnología del asfalto espumado desde sus orígenes hasta la actualidad así como su correcto empleo, al autor concluyó que las mezclas con asfalto espumado pudieron lograr ser una buena alternativa para estabilizar las capas estructurales de los pavimentos flexibles, también dio a conocer lo importante que es definir una granulometría en el RAP.

Antecedentes Nacionales: En la tesis, Propuesta para la mejora de los pavimentos asfálticos utilizando el método del asfalto espumado realizada en la universidad de Católica de Santa María, en su objetivo principal investigo sobre el diseño del asfalto reciclado espumado con el fin de poder mejorar el comportamiento mecánico y reducir costos en comparación a los asfaltos

convencionales, por consiguiente concluyo que bajo el método de asfalto espumado no se requieren asfaltos especiales o aditivos dado que la mezcla de asfalto con espuma logro tener mejor trabajabilidad en un nivel micro con partículas lubricadas. Gonzales M. (2017).

En la tesis nacional Propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento reciclado para el mejoramiento de Av. Mesones Muro km+000-2+066 Chiclayo, tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo, en su objetivo principal analizo las características mecánicas del pavimento asfaltico reciclado (RAP) antes de ser utilizado en el diseño de una nueva carpeta asfáltica. Donde concluyó que para el mejoramiento de la carpeta asfáltica se tendrá un espesor de 3" con una gradación de mezcla MAC-2, para lo cual se requirió un 35% de grava chancada, 20% de arena chancada y 45% de arena zarandeada y un 5.8% de optimo contenido de cemento asfaltico PEN 60/70. Fustamante J. (2018)

Desde el punto de vista de Abad H. (2016) presento su trabajo de investigación titulado Análisis comparativo del reciclado con asfalto espumado y la técnica convencional en la conservación periódica de la carretera Conococha Huaraz 2010-2011 tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Su objetivo principal fue establecer cuáles fueron las ventajas encontrados del uso de reciclado con asfalto espumado en comparación a la técnica convencional, de la de la carretera Conococha – Huaraz , donde concluyo que resulta beneficioso aplicar la tecnología del asfaltó espumado reciclado , aportando en gran medida su capacidad portante mecánica lo que hace un pavimento más duradero.

2.2 Teorías relacionadas al tema

Asfalto espumado también conocido como betún espumado, se le considera así por el estado temporal que logra el asfalto al disminuir su viscosidad, el cual se logra al inyectar en pequeña proporción agua a temperatura ambiente, 1%-3% y aire comprimido a la emulsión asfáltica (120°C – 160°C) en medio del proceso. Cuando el agua hace contacto con la emulsión asfáltica caliente produce un shock térmico en ambos materiales evaporando el agua instantáneamente logrando una espuma y aumento del volumen considerablemente. Las burbujas de asfalto generadas por pocos segundos lubrican en mejor medida a los agregados pétreos por la baja viscosidad momentánea.

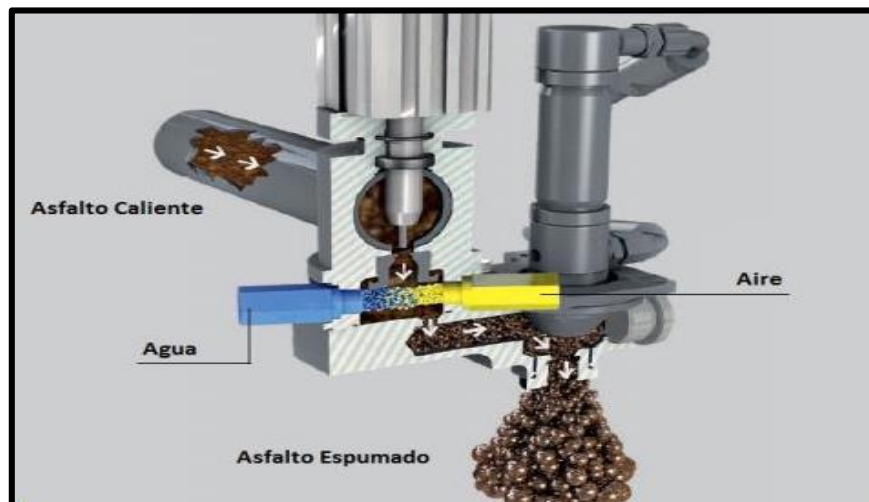


Figura 2. Proceso de obtención de asfalto espumado.
Fuente: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/>

Emulsión espumada reciclada Se puede utilizar en combinación con diversos materiales como nuevos materiales, materiales reciclados y materiales con alto índice de plasticidad. La emulsión asfáltica espumada espumado se puede aplicar de dos maneras, fabricadas en fábricas extraíbles en el campo, a menudo recicladas.” Gonzales (2017, p.20)

El asfalto espumado reciclado se fundamenta en reutilizar los materiales y/o agregados existentes en el pavimento flexible añadiendo a la mezcla emulsión asfáltica espumada para obtener una mezcla asfáltica que será colocada ya se en el mismo lugar de frezado.



Figura 3. Proceso de Fresado con la maquinaria Wirtgen.
Fuente: Propia

Para minimizar los recursos utilizados para diseñar pavimentos flexibles, se ha propuesto inyectar agua fría e investigar la mezcla de asfalto caliente y materiales reciclados cuando ocurren estos cambios de temperatura. El uso de bituminosos y el buen recubrimiento de partículas pétreas mejoran la trabajabilidad de la muestra esta es otra ventaja del diseño.

Por tanto, el asfalto espumado es una tecnología que se ha convertido en una mejor alternativa en la conservación de vías ya que logra para reducir significativamente el derroche energético y los costos finales en una rehabilitación..



Figura 4. Planta móvil de reciclado en frío.

Fuente : Wirtgen-Group.com

Propiedades del asfalto espumado se constituye por presentar tres propiedades prácticas: **Vida media:** $(T/2)$ es el tiempo medido en segundos que demora el asfalto en disminuir su volumen a la mitad del volumen que se ha expandido, la vida media no muestra la estabilidad de la espuma y nos dice cuánto tiempo la espuma asfáltica puede mezclarse con el agregado antes de que la espuma se cierre. Este método implica la espectrometría de masas máxima del asfalto espumado. También tenga en cuenta el momento en el que se redujo el volumen de expansión máximo, y recomendamos al menos 15 segundos. **Razón de expansión (Ex)** Es la relación entre la masa del betún espumado y la masa del asfalto no espumado. Esta propiedad representa la trabajabilidad del encofrado y su capacidad para mezclar y recubrir agregados. **Volumen de expansión** Para calcular la expansión de masa teórica de la espuma de asfalto en el laboratorio, es necesario comprender cómo se produce el intercambio de energía en el sistema de agua de asfalto. Puede definir un volumen extendido. Utilice la ley universal de los gases ($P * V = n * R * T$).

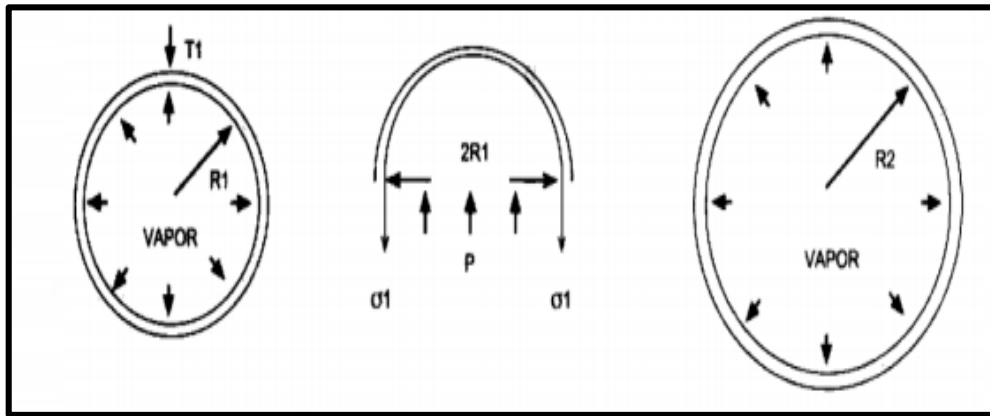


Figura 5. Volumen de expansión. Fuente : <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/>

Estas propiedades mencionadas dependen de muchos factores entre ellos esta:

- Dosis de agua inyectada: En general, es necesario equilibrar las propiedades, ya que a un mayor volumen de agua, mayor será expansión generada y menor vida útil.
- Temperatura del asfalto, si se tiene mayor temperatura se tendrá mayor cantidad de espuma, es propio del asfalto tener una buena trabajabilidad en temperaturas medias y altas que rodeen los 120- 180 °C °C.
- La presión a la que se inyecta la emulsión asfáltica en la cámara de expansión: la baja presión (menos de 3 bar) no lograra alcanzar una buena tasa de expansión para la vida útil de la espuma.
- Todos los asfaltos deben pasar por un laboratorio especializado con el fin de conocer sus propiedades. El objetivo es hallar la mayor razón de expansión y vida media. Sera necesario plasmarlo en un grafico estas propiedades mencionadas para la optimización de dichas cantidades de agua y temperaturas pata la obtención de asfalto espumado.

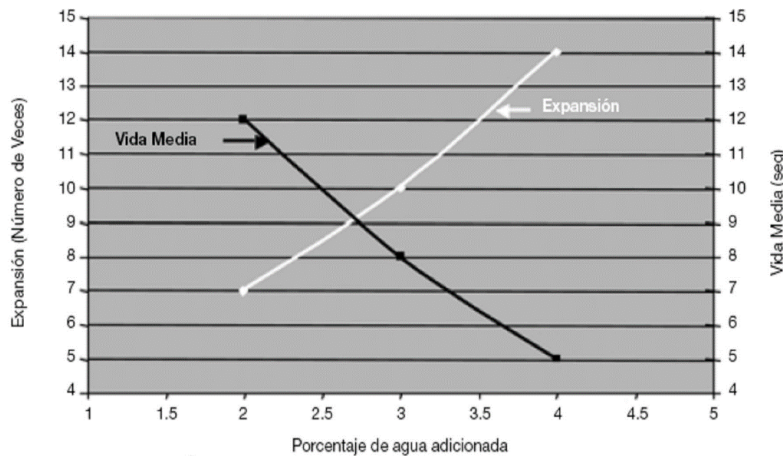


Figura 6. Optimización de la razón de expansión y vida media.

Fuente : <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/>

De la imagen se observa que cuanto mayor sea la esparcimiento y la vida media, sobresaliente será la calidad del espumado.

Desde el punto de vista de Espinoza y Vildoso (2014) se concluye que en general para perfeccionar dichas propiedades no existen especificaciones estándar sin embargo se recomendó aumentar ligeramente el valor recomendable de la Vida media, a partir del punto de confluencia, aún perjudique la Razón de Expansión.

Reciclado de pavimento flexible

Con respecto a este tema, según Russell Edgar, en todo el país el uso de pavimento de asfalto reciclado (RAP) está aumentando debido a sus ventajas ambientales y económicas sobre el uso de agregados primarios y aglutinantes. Los recursos limitados del mundo han hecho de los PAR la opción más económica para empresarios y funcionarios. RAP le permite reducir la pureza del aglutinante requerido reemplazando el adhesivo ya usado en la mezcla. (2014, p. 81)

Según lo mencionado por Russell, se concibe que este método favorece la parte económica ya que los materiales que se emplearan son los mismos provenientes del tramo de carretera o vía que se quiere ejecutar, en este caso, rehabilitar y así mismo; en la parte estructural por que se diseñara una resistencia que soportara mayores cargas a su diseño preliminar.

Características mecánicas del RAP, El autor manifestó que para un pavimento asfáltico reciclado llegue a ser reutilizado, fue ineludible que se realizaran ensayos

en el laboratorio para poder conocer su granulometría RAP, densidad y la cantidad de asfalto que se logrado recuperar. (Galván, 2015, P.60).

Todo ello permite analizar las propiedades presentadas y establecer las condiciones iniciales de entrada del material con nuevos diseños para asfalto y moqueta. En el material reciclado se realizan los mismos ensayos como si fuera el tradicional con agregados nuevos.

% de vacíos (ATM) En la página 25 de la tesis de Fustamante (2014) manifestó que los vacíos de aire eran pequeñas burbujas de aire que se encontraron presentes en los agregados pétreos revestidos en dicha mezcla. La norma estableció que el % de vacíos (en muestras de laboratorio) para capas superficiales circula del 3 y 5 por ciento, asimismo contenido de vacíos y la densidad están directamente relacionados, en este caso mientras más elevada sea la densidad, menor fue el porcentaje de vacíos en la mezcla y viceversa.

% de vacíos del agregado mineral en el agregado (VMA), se calculado con respecto al peso específico integral del agregado pétreo se expresó en porcentaje con respecto al volumen total tomado de la mezcla compactada. Entonces el VMA se calculó de la diferencia del volumen del agregado y del volumen total de esta. Además el autor manifiesta que para un correcto cálculo el valor debe oscilar como mínimo un 14% Galván, Luis (2015).

% de vacíos llenos de asfalto desde el punto de vista de Méndez, Angélica manifiesto en la página 32 que el porcentaje de vacíos inter granulares que hay entre las partículas de los agregados pétreos, las cuales se encuentran llenas de contenido de asfalto. El % de vacíos del agregado mineral (VMA) se obtiene al restar los vacíos de aire del agregado mineral y dividirlos entre el VMA siendo expresado el resultado en porcentaje (2015).

Granulometría según el autor se pudo realizar de dos formas: en la primera, se logró por método del tamizado para poder separar las partículas grandes y pequeñas, después mediante un proceso húmedo se lavó las partículas finas en el tamiz N°200 . Logrando determinar la granulometría de los elementos del RAP, se encontraron dentro de los parámetros establecidos se tiene que graficar mediante

una curva granulométrica y así determinar si están dentro de los valores establecidos en la norma, Fustamante (2018, p.23).

Densidad En este caso, la densidad se define como la unidad de masa de la mezcla (la masa de un volumen particular de la mezcla). La densidad es la propiedad más importante que los supervisores deben tener en cuenta, ya que el paquete terminado es esencial para proporcionar alta densidad. Puedes conseguir un pavimento sólido. Por lo tanto, se obtuvo la densidad estándar en el laboratorio, el cual ayudo como criterio para establecer si la densidad del paquete terminado es la adecuada., Galván (2015, p.61).

Estabilidad y flujo se determinó directamente con la maquina Marshall, donde determinó la estabilidad que es la resistencia que tiene la mezcla a la deformación, y su fluencia que mide la deformación de mezcla bajo cargas (Molero, 2014, p.20)

2.2.2 Variable Dependiente: Rehabilitación de pavimento flexible Desde el punto de vista de Hernández y Rosero (2015), se determinó que han establecido procedimientos para realizar el mantenimiento o mejoramiento de carreteras para mejorar las condiciones de movilidad, seguridad y comodidad. Aunque solemos utilizar mezcla en caliente de tipo MDC2, que es un material adecuado para este tipo de trabajos, buscamos ampliar la aplicación útil de pavimentos mejorados dirigidos al polímero utilizado en función de las condiciones de uso. Se sugiere el uso de mezclas bituminosas aditivas..(p.13).

Pavimento Flexible Consisten en una capa granular (subcapa, soporte) y un ligante rodante compuesto por materiales bituminosos como ligantes y agregados. Disponemos de dos tipos de mezclas, mezcla fría y mezcla caliente. El equilibrio de carga está determinado por la naturaleza del sistema de capas. (Gonzales, 2017, p.17)

Base: Es la estructura más pequeña es la capa superior de asfalto y juega un papel importante en soportar, compartir y transmitir cargas dependiendo del tamaño del vehículo. Con este reconocimiento, la estructura está hecha de un material granular (CBR \geq 80%) que también puede ser soportado por cal o cemento. ". (M.T.C , 2013 pág. 24).

Sub base: Es un material desarrollado por diseño y soporta el pavimento de la capa de drenaje, así como la cimentación y soporte. Esta estructura se puede implementar con materiales granulares. $CBR \geq 40\%$.(M.T.C , 2013 pág. 23)

Carpeta de rodadura: La superficie del embalaje es blanda, destinada a soportar la carga de los vehículos es de asfalto, el cemento en la superficie de la carretera dura forma la parte superior del embalaje.M.T.C , 2013 pág. 23)

Comportamiento mecánico

Falla funcional: Esto incluye defectos de la superficie del pavimento relacionados con el índice de servicio y afecta la capacidad de la carretera para permitir que el usuario conduzca de manera cómoda y segura. Desde el punto de vista de Medina y De la Cruz (2015) son los defectos que se observan en el pavimento, los cuales pueden ser clasificados y medidos sin el requerimiento de equipos. Aunque inicialmente estas fallas no representan un inconveniente en el servicio del pavimento, pueden llegar a desencadenar un desperfecto acelerado sino se detectan a tiempo, también es importante, por lo tanto, será de gran importancia identificar y contabilizar de forma adecuada las fallas del pavimento mediante la observación visual con sus respectivos formatos según las normas del MTC

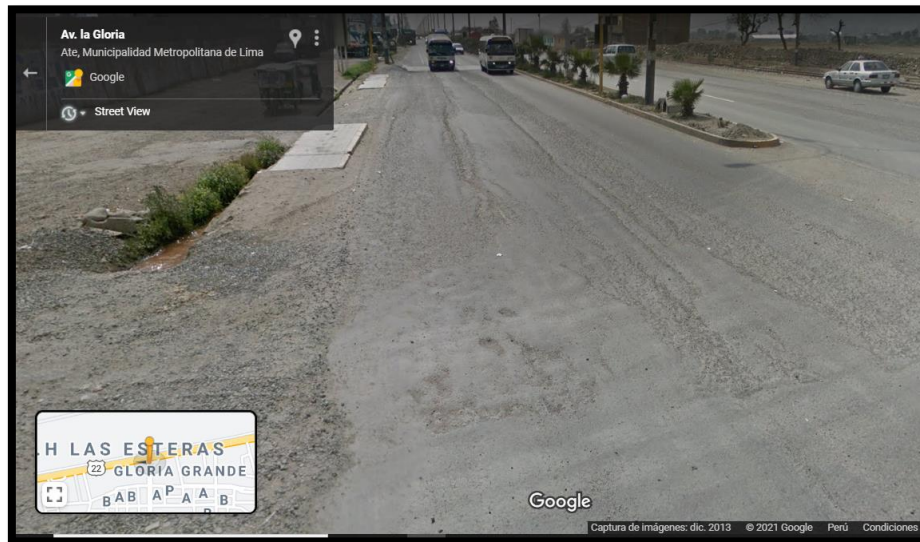


Figura 7. Deterioro del pavimento en paradero Gloria, Ate. Fuente: googleearth.com

Tipos de fallas superficiales

TIPO DE FALLA	ASFALTO	HORMIGÓN
FISURAS Y GRIETAS	X	X
BACHES	X	X
ASENTAMIENTOS	X	X
FALLAS EN LAS JUNTAS		X
DESCONCHAMIENTO		X
DESGASTE SUPERFICIAL		X
ESCALONAMIENTO		X
PERDIDA DE ÁRIDO	X	
PELADURAS	X	
AHUELLAMIENTO	X	
EXUDACION	X	

Figura 8. Tipos de fallas. Fuente : <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/>

Ensayo Marshall, Este método se usa ampliamente en el diseño de asfalto caliente. Se trata de un experimento que implica diseñar una mezcla bituminosa mediante el análisis de estabilidad, fluidez y densidad. El método Marshall es una serie de pasos para probar una muestra estandarizada. Una serie de probetas, cada una con la misma cantidad de áridos, pero con un contenido de betún espumado diferente. El objetivo de diseño de este método es determinar la relación de proporciones correctas en el diseño para proporcionar estabilidad para cumplir con los requisitos del servicio con la finalidad de dar garantía de una vía con calidad de servicio. Remond, G. (2018, p.88)

Resistencia a la compresión Según el MTC: Manual de ensayo de materiales (2016 p.635) hace reseña a la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas tupidas para usos con muestras de lotes, mezclados, pesados y elaborados en laboratorio [...] ASTM D 1074

Cemento asfáltico todos los pavimentos al pasar por la fresadora para luego ser reutilizados como material de aporte en el diseño de nuevas mezclas asfálticas nos

proporcionan un ahorro muy significativo, ya que en el diseño de un nuevo pavimento asfáltico con RAP solo se requerirían entre 1% y 3% de cemento asfáltico adicional, y por el contrario una nueva mezcla asfáltico convencional necesita alrededor de un 6% de cemento asfáltico nuevo Fustamante (2018, p.16).

Maquinaria Wirtgen



Figura 9. Recicladoras y estabilizadoras de suelos Wirtgen. Fuente : Wirtgen-Group.com

Esta recicladora a través del tiempo ha ido mejorando, desde las primeras maquinarias que se utilizaron para frezar y estabilizar, estos son fundamentalmente diseñados para conseguir la capacidad de reciclar capas de pavimento asfáltico en una sola pasada. Las máquinas de reciclaje modernas tienden a ser máquinas grandes y potentes que se pueden montar en camiones y neumáticos flotantes. El elemento más importante de la máquina de reciclaje es el rotor triturador que se mezcla con una gran cantidad de virutas específicamente diseñadas para el proceso.

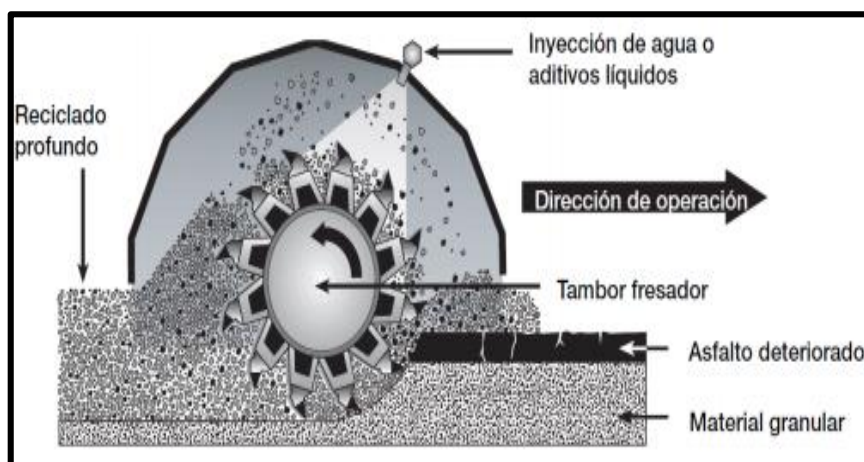


Figura 10. El proceso de reciclado. Fuente : <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/>

Costos de ejecución:

-Reducción de costos

Desde el punto de vista de Abad (2016), mencionó que en el proceso de rehabilitación del pavimento con asfalto espumado se usara maquinaria especialidad para dicho proceso, pero se reducirá significativamente los costos al ser reciclado en su totalidad los material existentes de la carpeta asfáltica (p.72).

2.3 Formulación del Problema

2.3.1 Problema general

¿Cómo podemos diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada?

2.3.2. Problemas específicos

¿De qué manera el uso de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsiones asfálticas espumadas puede ser utilizado en rehabilitación de pavimentos flexibles?

¿Cómo podemos determinar los porcentajes de mezcla de asfalto reciclado para obtener los parámetros de resistencia requeridos por el MTC?

¿Cómo podemos colocar de manera adecuada el concreto asfáltico reciclado con emulsiones asfálticas espumadas para la rehabilitación de pavimento flexible de forma óptima en cuanto a calidad y costo?

2.4 Justificación del estudio

2.4.1 Importancia de la investigación:

El Perú a lo largo de su territorio cuenta con infraestructura vial, donde prevalecen el pavimento flexible diseñada convencionalmente, dicho esto, la estructura de estas carreteras al pasar los años cuya función es mantener una buena calidad de servicio durante el tiempo desde que fue diseñado no llegan a su límite, y es ahí donde incurre la necesidad de que estas vías sean rehabilitadas dependiendo el tipo de falla o desgaste que se analice. Es por ello la importancia de esta investigación, porque se propone usar mezclas en frío, utilizando el material

reciclado de pavimento flexible con la técnica del asfalto espumado, proponiendo ventajas especiales frente a las técnicas convencionales. Asimismo la presente investigación permitirá aportar la reducción de los costos de rehabilitación de pavimentos flexibles al utilizar pavimentos reciclados (RAP).

2.4.2 Viabilidad de la investigación:

Se justifica que, para realización de la presente investigación sobre el uso de la técnica de asfalto espumado para la rehabilitación de pavimentos flexibles, cuenta con los recursos materiales y financieros, así como acceso a la información; entre otros que son necesarios para poder desarrollarla.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

Se puede diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada en forma óptima para rehabilitar pavimento flexible.

2.5.2 Hipótesis específico

Se puede diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando el porcentaje adecuado de emulsiones asfálticas espumadas para la rehabilitación de pavimento flexible.

El uso de asfalto reciclado aplicando emulsiones asfálticas espumadas cumple con los parámetros de diseño exigidos por las normas nacionales del MTC.

Colocando adecuadamente el concreto asfáltico reciclado aplicando emulsiones asfálticas espumadas se rehabilita el pavimento flexible con costos adecuados y favoreciendo al medio ambiente.

2.6 Objetivos

2.6.1 Objetivo General

Diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento.

2.6.2 Objetivo Especifico

Determinar el porcentaje de emulsión asfáltica espumada para diseñar concreto asfáltico reciclado.

Evaluar los resultados del diseño por el método Marshall para verificar estabilidad, flujo y relación de vacíos en las curvas correspondientes.

Detallar colocación, costos y puesta en servicio de concreto asfálticos reciclados en rehabilitación de pavimento flexibles.

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El proyecto de investigación es de tipo aplicada ya que se plantea una solución de los problemas en el pavimento mediante un diseño que reutilice los recursos existentes.

Asimismo el trabajo de investigación es de diseño no experimental ya que trato de un diseño donde se manipulo intencionalmente la variable para obtener los resultados deseados adicionando emulsión asfáltica al pavimento reciclado.

3.2. Variables y operacionalización

Variables:

Variable independiente: Diseño de concreto asfáltico reciclado

Variable dependiente: Rehabilitación de pavimento flexible

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V1: Diseño de concreto asfáltico reciclado	Gonzales manifiesta que el asfalto espumado se utiliza con gran variedad de materiales que pueden ser nuevos y reciclados, inclusive con aquellos que tengan altos índices de plasticidad (2017,p.42)	La emulsión asfáltica espumada se logra mediante un proceso físico, donde se inyecta agua fría en pequeñas proporciones y aire comprimido a la masa de cemento asfáltico caliente dentro de una cámara de expansión logrando así la espuma. El reciclado se obtiene utilizando una máquina fresadora, que recuperara la carpeta asfáltica y lo llevara a una planta móvil de reciclado .espumado. (N.T.P CE. 010)	Reciclado	% de vacíos (ATM)	R a z ó n
				% de vacíos del agregado mineral	
				% de vacíos llenos de asfalto	
				Granulometría	
				Densidad	
			Propiedades del asfalto espumado	Vida media	
				Razón de expansión	
				Dosis de agua inyectada	
				Estabilidad	

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V2: Rehabilitación de pavimento flexible	Hernández y Rosero manifiesta que si desea mejorar las condiciones de movilidad, confort y seguridad en los pavimentos, se deben establecer procedimientos de trabajo de mantenimiento o rehabilitación de carpetas asfálticas, material que es fundamental para este tipo de trabajos, además se busca prolongar la vida puesta en servicio de los pavimentos flexibles a rehabilitar, es por ello que se busca mejorar los costos y tiempos de ejecución cuando se pretende rehabilitar vías existentes(2014,p.13).	Para la rehabilitación del pavimento flexible, se analizara las dimensiones de comportamiento mecánico, estabilización de la base y los costos de ejecución, basándose en el manual de ensayo de materiales del MTC. (D.G. 2018)	Comportamiento mecánico	Estabilidad	R a z ó n
				Flujo	
			Fresado de la carpeta asfáltica existente	Trituración del residuo del fresado	
				Lavado asfáltico y adición de emulsión espumada en la pavimentadora Wirtgen	
				Maquinaria Wirtgen	
			Costos de ejecución	Nivelación y control de espesores	
				Granulometría del fresado	
				Preparación de la emulsión asfáltica espumada	
				Mezclado de la emulsión asfáltica	
				Colocación de concreto asfáltico	
	Limpieza y puesta en servicio.				

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Desde el punto de vista del autor Arias (2012) definió a la población como un conjunto mínimo o ilimitado con peculiaridades similares, el cual será limitado por los objetos y el problema de investigación.

La presente investigación tiene por población a la Carretera Central Km 12+250-18+573.

Muestra simple

Desde el punto de vista del autor Arias (2012) Se ha mencionado que un subconjunto reducido específico y limitado de la población se define como muestra.

La muestra de la presente investigación está conformada por un tramo de 100 metros lineales de la Carretera Central entre los Km 12+250 y 18+573.

Muestreo no probabilístico

En la metodología del autor Arias (2012) En este caso, asignamos una muestra no aleatoria intencionalmente en el sentido de que en este caso, los elementos se seleccionan de acuerdo con un criterio o juicio establecido por el investigador.

Para la presente investigación, el tipo de muestro es no probabilístico, ya que los investigadores lo manejarán de forma intencional.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Desde el punto de vista del el autor, Arias (2012), afirma que este método es una forma útil de recopilar información sobre el proyecto en consideración. Sirve como complemento a los métodos científicos comúnmente aplicados. En el proyecto de investigación se usaran las siguientes técnicas para la recopilación de información.

Técnica virtual: en la cual se recopilo información sobre el manual de ensayos de materiales, normas técnicas peruanas y uso de la web internacional.

Técnica bibliográfica: se recurrió al uso de libros, artículos científicos, antecedentes sobre el uso de asfalto espumado, ya sea físico o virtual.

Técnica observación: este tipo de técnica consentirá elegir datos que se obtendrán por medio de los ensayos de laboratorio del asfalto espumado.

Instrumentos

Según Arias (2012, p.68) Describe los recursos utilizados para facilitar la recopilación de datos y el almacenamiento de información tanto en papel como en formato digital como herramientas.

Ensayo Marshall

Para poder absolver la primera variable usaremos el ensayo Marshall para emulsiones asfálticas, ya que con este tipo de ensayo podremos determinar distintos indicadores mencionados en la matriz de operacionalización, que tienen relación con el objetivo del proyecto de investigación, como la obtención de % de vacíos del agregado mineral, % de vacíos llenos de asfalto, estabilidad, flujo y la resistencia al corte.

Ensayo granulométrico

Por medio de este ensayo obtendremos los distintos tipos de granulometría que está compuesto el material a trabajar en la pavimentación, ya que es muy importante utilizar el tamaño de agregado a utilizar.

Manual Wirtgen

Para poder conocer y saber manejar la información de rehabilitación de pavimento flexible con uso de asfalto espumado, nos basaremos en el manual propio de la maquinaria wirtgen, como punto de salida.

Análisis de costos unitarios

Se utilizará el software S10 presupuestos, como herramienta para poder realizar en gabinete, la comparación de costos unitarios de un proyecto de rehabilitación con asfalto espumado y uno convencional.

Validez y confiabilidad del instrumento

Se entiende por validez y confiabilidad de instrumento a la consulta de expertos profesionales de la materia, llamado juicio de expertos.

Para ello se contará con la evaluación y firma de profesionales competentes en el área:

Validez y confiabilidad de los profesionales.

APELLIDO Y NOMBRES	REGULAR	BUENA	ACEPTABLE	EXCELENTE
ALVAREZ VILLAR PERCY ENRIQUE			X	

Fuente: elaboración propia

Se evidencia la validez y confiabilidad a través de juicio de expertos, quienes determinaron que los formatos son aceptables o excelentes, mostrando coherencia, amplitud de contenidos, tamaño de la muestra, precisión de los indicadores, excelente ortografía y una excelente presentación.

3.5 Procedimientos

Los ensayos requeridos en este proyecto de investigación, serán realizados dentro de un laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos, donde cada ensayo tendrá su respectivo formato certificado por un técnico.

3.6 Método de análisis de datos

Según Arias (2012, p.111) se explican los distintos procedimientos a los que estarán sometidos los datos que se adquieran como son registro, clasificación y tabulación; además las metodologías estadísticas y lógicas incumbirán ser definidas ya que serán usadas para juzgar lo que muestran los datos recogidos.

La presente investigación es cuantitativa, se realizó un análisis de datos el cual sirvió para poder comparar las ventajas del uso de emulsión asfáltica espumada en la rehabilitación de pavimentos flexibles y así realizar evaluaciones pertinentes de los resultados derivados en el laboratorio de pavimentos.

3.7 Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación se redactó respetando la originalidad de los autores referidos de las tesis y/o antecedentes, asimismo, no guarda relación alguna con la tesis de Gonzales, M. (2017) "Propuesta para la mejora de los pavimentos asfálticos utilizando el método de asfalto espumado". Para ello se utilizó el software Turnitin que revisó y procesó todo el contenido validando la originalidad. Asimismo, la investigación se ha redactado regido bajo la norma ISO 690.

IV. RESULTADOS

4.1 Diseño de emulsión asfáltica espumada.

Para el diseño con emulsión asfáltica espumada, se realizó una serie de etapas desde los ensayos previos, como obtener la granulometría del material (RAP). Martínez (2017) afirma que para obtener el porcentaje de agua, se saca un porcentaje a la mezcla asfáltica (agr.Fino, agr. Grueso, filler y pen), de acuerdo sea el caso.

Se usó el 100% de material extraído del pavimento asfáltico reciclado y se realizó distintas dosificaciones en % de agua y se elaboraron 6 probetas de asfalto espumado con distintas dosificaciones (1.0 % , 1.5%, 2.0% , 2.5% ,3.0%), por consiguiente se obtuvo 30 briquetas.

4.2 Ensayo granulométrico

Se procedió con el ensayo granulométrico para poder controlar rigurosamente la granulometría del fresado.

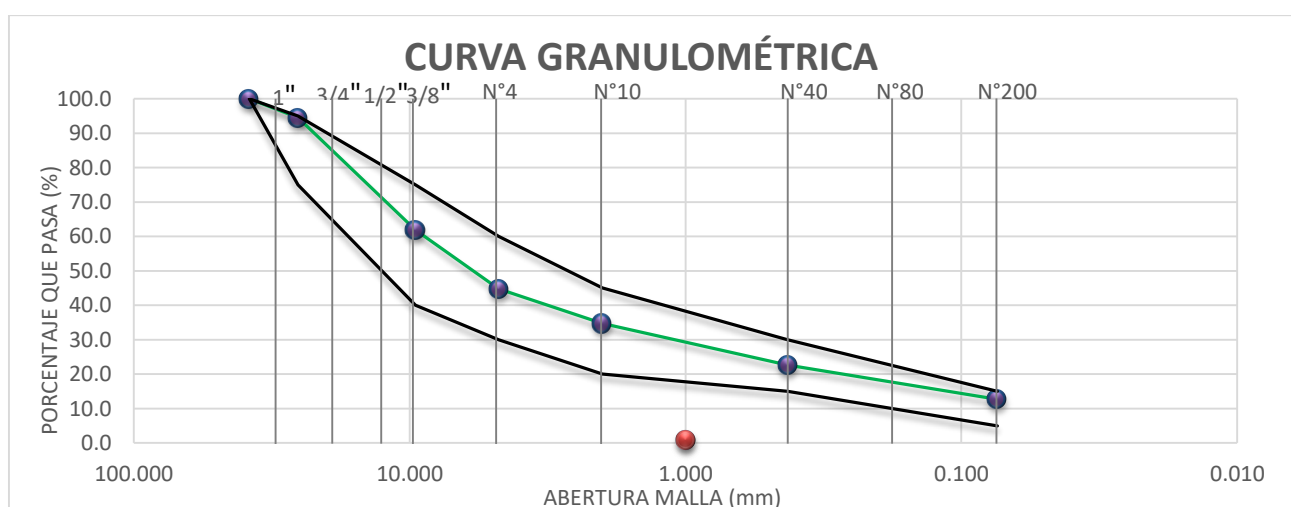


Tabla 1. Gráfico del análisis granulométrico.
Fuente: Propia

En la tabla 1 del gráfico de la curva granulométrica se observó que los porcentajes de pasa % se encuentran dentro de los límites permisibles de los tamices utilizados según la norma.

4.3 Resultados del Objetivo General

En el objetivo general se solicitó diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento, donde según la norma del MTC, todo diseño de carpeta asfáltica se debe realizar mediante el ensayo Marshall según los parámetros de EG-2013, justamente se obtuvieron resultados del ensayo como se muestra en la tabla N°2 , resultados como el porcentaje de cemento asfáltico 3% , el valor de agua necesaria para generar la espuma deseada 2.5%, valores que son importantes a tomar en cuenta en un diseño de carpeta de concreto asfáltico.

Variación del porcentaje de humedad		% Óptimo
GOLPES	N°	75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	3.0
HUMEDAD	%	2.5
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.408
VACIOS	%	4.5
V.M.A.	%	5.4
V. LL.C.A.	%	15.3
POLVO / ASFALTO	%	0.0
FLUJO	mm	14
ESTABILIDAD	KN	9.5
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	2696

Tabla 2. Resumen general de valores obtenidos en el diseño.

La tabla N°2 se muestra los valores obtenidos en el desarrollo del ensayo Marshall donde los valores más importantes resaltan la cantidad de asfalto espumado 3% y el valor de 2.5% que corresponde al agua añadida, 4.5% de vacíos, un flujo de 14mm y relación de estabilidad - flujo 2696 kg/cm para la generación de espuma fundamental para la adherencia de los materiales pétreos.

4.4 Resultados del Objetivo 1

Ensayo Marshall con emulsión asfáltica espumada (ASTM D 1559 y AASHTO T 245)

En el primer objetivo se solicitó determinar el porcentaje de emulsión asfáltica espumada para diseñar concreto asfáltico reciclado, el cual por medio del ensayo Marshall se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla N°3, donde se muestra las distintas dosificaciones de agua y asfalto para poder crear la emulsión asfáltica espumada, obteniendo los valores de 3% de emulsión asfáltica y 2.5% de contenido óptimo de agua, los cuales cumplen con los parámetros de la norma EG-2013.

% HUMEDAD	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
% C.A.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
P.U. BRIQUETA (gr/cc)	2.378	2.393	2.400	2.409	2.408
VACIOS %	5.7	5.1	4.8	4.5	4.5
V.M.A. %	6.5	5.9	5.7	5.3	5.4
V.LLA %	12.5	13.9	14.6	15.7	15.6
POLVO / ASF. %	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLUJO mm	11.9	12.7	13.7	15.3	16.3
ESTABILIDAD Kg	1189.3	1174.2	1017.5	965	920

Tabla 3. Tabla resumen de los ensayos Marshall para asfalto espumado.
Fuente: Propia

De la tabla N°3 se muestra los distintos valores obtenidos de las briquetas ensayadas con sus respectivas dosificaciones de porcentaje de agua, obteniendo distintos resultados, donde tomaremos como resultado válido el de la dosificación de 2.5% de agua.

4.5 Resultados del Objetivo 2

Se tuvo como segundo objetivo evaluar los resultados del diseño por el método Marshall para verificar estabilidad, flujo y relación de vacíos en las curvas correspondientes, tal como se aprecia en la tabla N°4 los resultados de 2.408 gr/cm³ en peso específico, , 9.5Kn de estabilidad , 14 mm de flujo y 4.5% de relación de vacíos, los cuales se encuentran dentro de los parámetros de la norma EG-2013.

Variación del porcentaje de humedad		- 0.5 %	% Optimo	+0.5 %
GOLPES	N°		75	
CEMENTO ASFÁLTICO	%	3.0	3.0	3.0
HUMEDAD	%	2.0	2.5	3.0
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.402	2.408	2.409
VACIOS	%	4.8	4.5	4.4
V.M.A.	%	5.6	5.4	5.3
V. LL.C.A.	%	14.5	15.3	16.1
POLVO / ASFALTO	%	0.0	0.0	0.0
FLUJO	mm	12.7	14	15.3
ESTABILIDAD	KN	10.5	9.5	9.1
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3280.5	2695.8	2378.4

Tabla 4. Cuadro de valores obtenidos de las características del ensayo Marshall. Fuente: Propia

En la tabla N°4, se muestra los valores obtenidos para el diseño de concreto asfáltico espumado añadiendo un 2.5 % de agua a la emulsión asfáltica.

4.6 Resultados del Objetivo 3

En el tercer objetivo se pide detallar colocación y costos del diseño de concreto asfáltico con emulsión espumada, donde se mostró un cuadro de comparación de precios entre asfalto convencional y espumado.

Solo se tomara en cuenta el proceso de producción de la carpeta asfáltica.

4.6.1 Mezcla asfáltica en caliente

Presupuesto: **Diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.**

Subpresupuesto: Carpeta Asfáltica

Lugar : Ate-Lima

Costo al : 19/06/21

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	PAVIMENTOS				
1.1	Producción de mezcla asfáltica en caliente	m3	9863.88	S/ 444.32	S/ 4,382,761.77

Costo directo	S/ 4,382,761.77
Gastos generales (10%)	S/ 438,276.18
Utilidad (10%)	S/ 438,276.18
Subtotal	S/ 5,259,314.12
Impuesto (IGV 18%)	S/ 946,676.54
Total	S/ 6,205,990.67

Tabla 5. Resumen del presupuesto planteado de asfalto convencional.
Fuente: Propia

En la tabla N°5 se muestra el presupuesto obtenido en el diseño de asfalto convencional para un metrado de 9863.88m³ como referencia, donde se obtuvo un costo de S/ 6, 205,990.67 soles.

4.6.2 Mezcla de asfalto espumado

Presupuesto: **Diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.**

Subpresupuesto: Carpeta con emulsion asfaltica espumada

Lugar : Ate-Lima

Costo al : 19/06/21

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	PAVIMENTOS				
1.2	Producción de mezcla con emulsion asfaltica espumada	m3	9863.88	S/ 294.34	S/ 2,903,377.44

Costo directo	S/ 2,903,377.44
Gastos generales (10%)	S/ 290,337.74
Utilidad (10%)	S/ 290,337.74
Subtotal	S/ 3,484,052.93
Impuesto (IGV 18%)	S/ 627,129.53
Total	S/ 4,111,182.46

Tabla 6. Resumen del presupuesto planteado de asfalto espumado.
Fuente: Propia

En la tabla N°6 , se muestra el presupuesto obtenido en el diseño con emulsión asfáltica espumada, para un metrado de 9863.88m³ como referencia, donde se obtuvo un costo de S/ 4,111,182.46 soles.

V. DISCUSIÓN

- Según el objetivo general donde se solicita diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitar pavimento flexible, donde se obtuvieron valores importantes para el diseño, como el porcentaje de cemento asfáltico 3% y cantidad de agua para justamente generar la espumada fundamental para la adherencia de los materiales pétreos, cuyos valores coinciden con los obtenidos por los distintos autores citados, tales como Gonzales (2017), validando así la hipótesis general se puede diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada en forma óptima para rehabilitar pavimento flexible.
- Según el primer objetivo del diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada en el ensayo de granulometría del RAP teniendo en cuenta los parámetros de la norma EG-2013 –MTC, como se muestra en la tabla N°1 y 12 , el valor máximo del agregado obtenido es de 3/4", el cual es coincidente con los resultados de la tesis de Fustamante (2018), asimismo el tipo de emulsión asfáltica utilizado es de PEN 60/70 al 3% , con el cual se validó la hipótesis general que se puede diseñar concreto asfáltico reciclado aplicando emulsiones asfálticas espumadas para la rehabilitación de pavimento flexible.
- Los resultados del objetivo específico 1 obtenidos en la tabla N°2 muestra los valores para el diseño de concreto reciclado con emulsión asfáltica espumada con un 3% de cemento asfáltico y un óptimo contenido de agua del 2.5% los cuales cumplen con los parámetros de la norma EG-2013 y es coincidente con los resultados de la tesis de Gonzales (2017) validando la hipótesis específica que se puede diseñar concreto asfáltico reciclado adicionando el porcentaje adecuado de emulsiones asfálticas espumadas para la rehabilitación de pavimento flexible.
- Asimismo para determinar los porcentajes de agregados pétreos utilizados en el diseño del concreto asfáltico reciclado en base al objetivo específico 1 se realizó gradaciones a la granulometría del fresado hasta llegar al valor que cumplió con la norma EG-2013, manejando los sucesivos porcentajes de

agregados 53.57% de grava y 43.43% arena siendo similares a los valores obtenidos en la tesis de Fustamante (2018).

- Del segundo objetivo específico se obtuvieron los resultados del ensayo Marshall modificado donde puede observar en la tabla N°3 el peso específico de la muestra con un valor de 2.408 gr/cm³ en la tabla 11 el valor obtenido de 4.5% de vacíos , en la tabla N°19 el valor del flujo es de 14 mm y en la tabla N°20 un 9.5Kn de estabilidad los cuales se encuentran dentro de los parámetros de la norma EG-2013, validando la hipótesis que el uso de asfalto reciclado aplicando emulsiones asfálticas espumadas cumplen con los parámetros de diseño exigidos por las normas nacionales del MTC.
- Se observó en la tabla N°25 correspondiente al APU con emulsión asfáltica espumada que los costos de insumos de maquinaria es inferior al de la tabla N° 23 de asfalto convencional dado que en dicho diseño se requiere mayor implemento de maquinarias especializada, sin embargo presenta menor costo de materiales dado que reutiliza la misma carpeta de concreto asfáltico para su reciclaje.
- Con respecto al tercer objetivo específico de costos de producción, se realizó el presupuesto de producción de asfalto en caliente, es de S/ 6, 205,990.67 soles y el presupuesto de producción para asfalto espumado es de S/ 4, 111,182.46 soles. La diferencia entre los dos presupuestos es de S/ 2, 094,808.21. Esto implica un ahorro de 34 % de para la empresa, el cual es coincidente con los presupuestos planteados por los autores Gonzales (2017) y Espinosa y Vildoso (2014), dado que también lograron demostrar que con el uso de emulsión espumada se logra reducir significativamente los costos, validando así la hipótesis planteada que se puede colocar adecuadamente concreto asfáltico reciclado con emulsiones asfálticas espumadas para la rehabilitación de pavimento flexible con costos reducidos.

VI.CONCLUSIONES

- Se logró diseñar concreto asfáltico reciclado espumado adicionando PEN 60/70 al 3% y agua con porcentaje de 2.5% mediante el método Marshall ASTN D1559, con lo cual se obtuvo un correcto resultado de relación estabilidad flujo de 2696 kg/cm y una relación de vacíos de 4.5%.
- Para el diseño de concreto asfáltico reciclado se determinó que añadiendo un 3% de emulsión asfáltica espumada al concreto asfáltico reciclado se puede rehabilitar el pavimento flexible de la carretera central Ate 2021.
- Se evaluó los resultados de las curvas de compactación mediante el ensayo Marshall obteniendo una relación estabilidad / flujo óptimo de 2696 kg/cm con un porcentaje de humedad del 2.5% y una relación de vacíos de 4.5% con el cual si cumple con los parámetros de Diseño según las normas del MTC.
- Se logró detallar los costos de ejecución para el diseño se concretó reciclado con emulsión asfáltica espumada, donde se obtuvo una reducción de costo de S/ 2,094,808.21 en las partidas de pavimento en comparación a una rehabilitación con asfalto convencional

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del diseño de concreto asfáltico reciclado ya que esto implica la reutilización del 100% de la carpeta asfáltica disminuyendo el uso de nuevos agregados.
- Se recomienda la utilización del método de asfalto espumado dado que se ha demostrado que al añadir un porcentaje de agua esta generó una espuma de baja viscosidad para permitir que los agregados pétreos se puedan mezclar mejor a nivel micro.
- Con respecto al porcentaje de emulsión asfáltica se recomienda encontrar un % óptimo que cumpla con los parámetros de la norma EG-2013, en el caso de la tesis presentada se utilizó un 3% de cemento asfáltico.
- En base a los resultados de los ensayos Marshall, se recomienda usar la variación de 2.5% de agua añadida a la emulsión asfáltica para generar el asfalto espumado, dado que esto arrojó una relación estabilidad / flujo óptimo de 2696 kg/cm.

REFERENCIAS

1. ABAD, Hilario. Análisis comparativo del reciclado con asfalto espumado y la técnica convencional en la conservación periódica de la carretera Conococha Huaraz 2010-2011. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo , 2016.
2. ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación. 6.ed. Caracas: Episteme, 2012. 143 pp.
3. BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación.2.a ed. Pearson: Universidad de la Sabana,2010. ISBN: 978-958-699-125-5
4. BUITRAGO J. y GONZALES A. Caracterización del rap e identificación de su influencia en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente. Tesis (Ingeniero Civil). Bogota : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015.
Disponible en <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3207/1/>
5. CASTILLO, Jakeline. Diseño del pavimento para el mejoramiento de la transitabilidad vial entre los jirones Helmes y Ortiz- Los Olivos,2018. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
6. Conceptos básicos de la metodología de la investigación. Ferrer, J. [en línea]. Lima, 2010. [fecha de consulta: 17 de mayo 2020]. Disponible en : <http://metodologia02.blogspot.com/p/justificacion-objetivos-y-bases.html>
7. CONTRERAS, Rainer. Comparación técnico-económica y ecológica del reciclado in-situ, empleando asfalto espumado, con métodos convencionales de mantenimiento periódico de pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas,2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/322174>
8. CHÁVEZ, Janina. Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil)

9. Chen, Zhang, et al. "Improved Design Method of Emulsified Asphalt Cold Recycled Mixture." *Frontiers in Materials*, 2020, p. NA. Gale Academic OneFile, link.gale.com/apps/doc/A631757171/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=1162f7d9. Accessed 24 Apr. 2021.
10. Escalas de medición y variables. Anderson, Mauricio. [en línea]. Lima, 2020. [fecha de consulta: 09 de Junio 2020]. Disponible en: <https://mauricioanderson.com/escalas-de-medicion-estadistica/>
11. FERNANDEZ, José. Estudio definitivo y ejecución de la carretera Conococha-Yanacancha reciclado con asfalto espumado. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2010. Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/139?show=full>
12. FONDO EDITORIAL. Referencias estilo ISO 690 y 690-2. Universidad Cesar Vallejo. Lima, 2017. [en línea]. Disponible en : https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf
13. FUSTAMANTE, Jhonatan. Propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento reciclado para el mejoramiento de Av. Mesones Muro km+000-2+066 Chiclayo. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo.
14. HERNANDEZ, Juan y ROSERO, Darwin. Rehabilitación de pavimentos con mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímeros en la malla vial del municipio de Itagüí. Tesis (Especialista en vías y transporte). Medellín: Universidad de Medellín, 2014. Disponible en https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/2158/TG_EVT_11.pdf?sequence=1
15. GONZALEZ, Mario. Propuesta para la mejora de los pavimentos asfálticos utilizando el método del asfalto espumado. Tesis (Ingeniero Civil) Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2017. Disponible en https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_6ab95a2831f6c4a18bb

16. LÓPEZ, Vesabe. Influencia del reciclado de pavimento flexible para mejorar la conservación vial entre calles 6 y 7 de ventanilla alta, 2018. Tesis (Ingeniero Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
17. JAVER, Esteban. Rehabilitación de pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto WHIPETOPPING –calle Moquegua, Omat Moquegua, 2017. Tesis Ingeniero Civil, Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
18. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras: Diseño Geométrico. [en línea]. Lima, 2018. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
19. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de ensayos de Materiales. [en línea]. Lima, 2016. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras
20. MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (Perú). Norma ce.010. Pavimentos Urbanos. Lima, 2010. 79 pp.
21. MIRANDA, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis (Ingeniero Constructor). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2010. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
22. MEDINA Palacios .Evaluación superficial del pavimento flexible del jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil)
23. MENDEZ, Angélica. Evaluación técnica y económica del uso de pavimento asfáltico reciclado (RAP) en vías colombianas. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad de Nueva Granada, 2015. Disponible en <http://hdl.handle.net/10654/13208>
24. RENGIFO ,Kimiko. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189). Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5826/REGI>

25. ROBLES, Ricardo. Guía para diseñar la rehabilitación d una ruta mediante el uso de asfalto espumado; reciclando el pavimento asfaltico existente. Tesis (Ingeniero Constructor). Valdivia: Universidad Austral de Chile,2009.
26. ROJAS, Marco. Aplicación de la tecnología del Asfalto espumado reciclado de pavimentos Asfálticos. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
27. SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. 5ta ed.Mexico: McGrawHill,2010.
28. Shadmani, Ali, et al. "Durability and microstructure properties of SBR-modified concrete containing recycled asphalt pavement." Construction and Building Materials, vol. 185, 10 Oct. 2018, p. 380+. Gale Academic OneFile, link.gale.com/apps/doc/A554288584/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=3ee6381d. Accessed 24 Apr. 2021.
29. SANCHEZ, María. Diseño y comparación del pavimento flexible mejorado por el método del reciclaje en la carretera Lima-Canta (km 78+000 al km 79+000), Lima 2017. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo,2017.
30. THENOUX,Guillermo y JAMET,Andres. Tecnologia del asfalto espumado y diseño de mezcla.[en línea] Santiago,2017 .[Fecha de consulta: 25 de Junio del 2020].
Disponble en :
http://www2.udec.cl/~provincial/trabajos_pdf/28ThenouxAsfaltoEspumado.pdf
31. Valdez Ángel. Asfalto Espumado. Tesina (Especialista en vías terrestres) Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
32. VILDOSO, Julio y ESPINOZA Paola. Estudio de la técnica del reciclado con asfalto espumado en las carreteras la Oroya-Chicrin-Huánuco-Tingo Maria-Dv.Tocache y Conococha-Yanacancha. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2014. Disponible en :

- http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2173/espinoza_pk-vildoso_je.pdf?sequence=1
33. Viyanant, Chirayus, et al. "Creep of compacted recycled asphalt pavement." *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 44, no. 6, 2007, p. 687+. Gale Academic OneFile, Disponible en: <http://link.gale.com/apps/doc/A167628281/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=a05ad0d6>. Accessed 24 Apr. 2021.
 34. Zhao, Sheng, et al. "Investigation on binder homogeneity of RAP/RAS mixtures through staged extraction." *Construction and Building Materials*, vol. 82, 1 May 2015, p. 184+. Gale Academic OneFile, Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A420323775/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=d0311009>. Accessed 24 Apr. 2021.
 35. Dong, Fuqiang, et al. "Influence of foaming water and aging process on the properties of foamed asphalt." *Construction and Building Materials*, vol. 153, 30 Oct. 2017, p. 866+. Gale Academic OneFile, Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A510653082/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=f9175306>. Accessed 4 May 2021.
 36. Kim, Yongjoo, and Tae-Soon Park. "Reinforcement of recycled foamed asphalt using short polypropylene fibers." *Advances in Materials Science and Engineering*, 2013. Gale Academic OneFile, Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A369068962/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=6ba0574b>. Accessed 4 May 2021.
 37. Hasan, Mohd Rosli Mohd, et al. "Characterizations of foamed asphalt binders prepared using combinations of physical and chemical foaming agents." *Construction and Building Materials*, vol. 204, 20 Apr. 2019, p. 94+. Gale Academic OneFile, Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A583894703/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=26dcc314>. Accessed 4 May 2021.
 38. Abdullaha, Gamil M.S., and Hamad I. Al-Abdul Wahhab. "Evaluation of foamed sulfur asphalt stabilized soils for road applications." *Construction and Building Materials*, vol. 88, 30 July 2015, p. 149+. Gale Academic OneFile, Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A420197232/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=>

[d=d5312f78. Accessed 4 May 2021.](#)

39. Mousa, E., et al. "Laboratory characterization of reclaimed asphalt pavement for road construction in Egypt." *Canadian Journal of Civil Engineering*, vol. 44, no. 6, 2017, p. 417+. Gale Academic OneFile, Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A497612162/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=ab7c0505>. Accessed 4 May 2021.
40. Xu, Jinzhi, et al. "Investigation of reclaimed asphalt pavement blending efficiency based on micro-mechanical properties of layered asphalt binders." *Construction and Building Materials*, vol. 163, 28 Feb. 2018, p. 390+. Gale Academic OneFile, Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A531467058/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=9ce49a25>. Accessed 4 May 2021.

ANEXOS

ANEXO Nº1 MATRIZ DE INVESTIGACIÓN

Diseño de concreto asfaltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	
¿Como podemos diseñar concreto asfaltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada ?	Diseñar concreto asfaltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento.	Se puede diseñar concreto asfaltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada en forma óptima para rehabilitar pavimento flexible.	V. I : Diseño de concreto asfaltico reciclado	Reciclado insitu	% de vacíos (ATM)	Tipo de investigación: Cuantitativo	
					% de vacíos del agregado mineral		
					% de vacíos llenos de asfalto		
					Granulometría		
				Propiedades del asfalto espumado	Densidad	Diseño de la investigación: No Experimental	
				Vida media			
				Razón de expansión			
					Dosis de agua inyectada		
¿De qué manera el uso de concreto asfaltico reciclado adicionando emulsiones asfálticas espumadas puede ser utilizado en rehabilitación de pavimentos flexibles ?	Determinar el porcentaje de emulsión asfáltica espumada para diseñar concreto asfaltico reciclado.	Se puede diseñar concreto asfaltico reciclado adicionando el porcentaje adecuado de emulsiones asfálticas espumadas para la rehabilitación de pavimento flexible.	V. D : Rehabilitación de pavimento flexible	Comportamiento mecánico	Estabilidad	Nivel de investigación: Descriptivo - explicativo	
							Flujo
¿Cómo podemos determinar los porcentajes de mezcla de asfalto reciclado para obtener los parámetros de resistencia requeridos por el MTC?	Evaluar los resultados del diseño por el método marshall para verificar estabilidad, flujo y relación de vacíos en las curvas correspondientes .	El uso de asfalto reciclado aplicando emulsiones asfálticas espumadas cumplen con los parámetros de diseño exigidos por las normas nacionales del MTC.			Fresado de la carpeta asfáltica existente	Trituración del residuo del fresado	Enfoque: cuantitativo
						Lavado asfaltico y adición de emulsión espumada en la pavimentadora Wirtgen	
					Maquinaria Wirtgen		
				Costos de ejecución	Nivelación y control de espesores.		
¿Como podemos colocar de manera adecuada el concreto asfaltico reciclado con emulsiones asfálticas espumadas para a rehabilitación de pavimento flexible de forma óptima en cuanto a calidad y costo ?	Detallar colocación, costos y puesta en servicio de concreto asfalticos reciclados en rehabilitación de pavimento flexibles.	Colocando adecuadamente el concreto asfaltico reciclado aplicando emulsiones asfálticas espumadas se rehabilita el pavimento flexible con costos adecuados y favoreciendo al medio ambiente .				Granulometría del fresado	
						Preparación de la emulsión asfáltica espumada.	
				Mezclado de la emulsión asfáltica			
					Colocación de concreto asfaltico		
					Limpieza y puesta en servicio		

ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V1: Diseño de concreto asfáltico reciclado	Gonzales manifiesta que el asfalto espumado se utiliza con gran variedad de materiales que pueden ser nuevos y reciclados, inclusive con aquellos que tengan altos índices de plasticidad (2017,p.42)	La emulsión asfáltica espumada se logra mediante un proceso físico, donde se inyecta agua fría en pequeñas proporciones y aire comprimido a la masa de cemento asfáltico caliente dentro de una cámara de expansión logrando así la espuma. El reciclado se obtiene utilizando una máquina fresadora, que recuperara la carpeta asfáltica y lo llevara a una planta móvil de reciclado .espumado. (N.T.P CE. 010)	Reciclado	% de vacíos (ATM)	R a z ó n
				% de vacíos del agregado mineral	
				% de vacíos llenos de asfalto	
				Granulometría	
			Propiedades del asfalto espumado	Densidad	
				Vida media	
				Razón de expansión	
Dosis de agua inyectada	Estabilidad				

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V2: Rehabilitación de pavimento flexible	Hernández y Rosero manifiesta que si desea mejorar las condiciones de movilidad, confort y seguridad en los pavimentos, se deben establecer procedimientos de trabajo de mantenimiento o rehabilitación de carpetas asfálticas, material que es fundamental para este tipo de trabajos, además se busca prolongar la vida puesta en servicio de los pavimentos flexibles a rehabilitar, es por ello que se busca mejorar los costos y tiempos de ejecución cuando se pretende rehabilitar vías existentes(2014,p.13).	Para la rehabilitación del pavimento flexible, se analizara las dimensiones de comportamiento mecánico, estabilización de la base y los costos de ejecución, basándose en el manual de ensayo de materiales del MTC. (D.G. 2018)	Comportamiento mecánico	Estabilidad	R a z ó n
				Flujo	
			Fresado de la carpeta asfáltica existente	Trituración del residuo del fresado	
				Lavado asfáltico y adición de emulsión espumada en la pavimentadora Wirtgen	
				Maquinaria Wirtgen	
			Costos de ejecución	Nivelación y control de espesores	
				Granulometría del fresado	
				Preparación de la emulsión asfáltica espumada	
				Mezclado de la emulsión asfáltica	
				Colocación de concreto asfáltico	
Limpeza y puesta en servicio.					

ANEXO N° 3 RESULTADOS

Para la realización de los ensayos necesarios para el desarrollo de la presente tesis, se extrajo la carpeta asfáltica por medio del fresado con la maquinaria Wirtgen.

4.1 Contenido de Asfalto extraído del R.A.P

En la obtención del asfalto de la carpeta asfáltica se realizó a una muestra representativa de 1210 gr de pavimento reciclado (RAP), el cual arrojó un resultado de contenido de asfalto, que representa un 4.2 %.

4.2 Diseño de emulsión asfáltica espumada.

Para el diseño con emulsión asfáltica espumada, se realizó una serie de etapas desde los ensayos previos, como obtener la granulometría del material (RAP). Cabe señalar que se tuvieron en cuenta los siguientes puntos para el diseño en asfalto espumado:

Se uso el 100% de material extraído del pavimento asfaltico reciclado

No se utilizó filler dado que en el ensayo de granulometría se cuenta con presencia de finos.

Para las briquetas de emulsión asfáltica espumada se realizó el ensayo Marshall.

Bajo el criterio de Martínez (2017), Los siguientes pasos resumen los procedimientos básicos del diseño de mezclas de asfalto espumado:

- Diseñar la emulsión asfáltica espumada en el laboratorio.
- Caracterización de propiedades mecánicas de las briquetas.
- Determinar el porcentaje óptimo de agua para el diseño..

Martínez (2017) afirma que para obtener el porcentaje de agua, se saca un porcentaje a la mezcla asfáltica (agr.Fino , agr. Grueso, filler y pen), de acuerdo sea el caso.

Se realizó distintas dosificaciones en % de agua y se elaboraron 6 probetas de asfalto espumado con distintas dosificaciones (1.0 % , 1.5% , 2.0% , 2.5% ,3.0%), por consiguiente se obtuvo 30 briquetas.

4.2.1 Emulsión asfáltica espumada con 1.0% de agua.

Asfalto Espumado		Dosificación de Agua (%)
Materiales	Pesos (gr.)	1.00%
% asfalto	3.0	
Peso de asfalto	36.3	
Peso de grava	293.4	
Peso de arena	880.3	
filler	0	
Agua	12.10	

Tabla 7. Contenido de agua al 2.5%
Fuente: Propia

4.2.2 Emulsión asfáltica espumada con 1.5% de agua.

Asfalto Espumado		Dosificación de Agua (%)
Materiales	Pesos (gr.)	1.5%
% asfalto	3.0	
Peso de asfalto	36.3	
Peso de grava	293.4	
Peso de arena	880.3	
filler	0	
Agua	18.20	

Tabla 8. Contenido de agua al 2.5%
Fuente: Propia

4.2.3 Emulsión asfáltica espumada con 2.0% de agua.

Asfalto Espumado		Dosificación de Agua (%)
Materiales	Pesos (gr.)	2.0%
% asfalto	3.0	
Peso de asfalto	36.3	
Peso de grava	293.4	
Peso de arena	880.3	
filler	0	
Agua	24.2	

Tabla 9. Contenido de agua al 2.5%
Fuente: Propia

4.2.4 Emulsión asfáltica espumada con 2.5% de agua.

Asfalto Espumado		Dosificación de Agua (%)
Materiales	Pesos (gr.)	2.5%
% asfalto	3.0	
Peso de asfalto	36.3	
Peso de grava	293.4	
Peso de arena	880.3	
filler	0	
Agua	30.3	

Tabla 10. Contenido de agua al 2.5%
Fuente: Propia

4.2.5 Emulsión asfáltica espumada con 3.0% de agua.

Asfalto Espumado		Dosificación de Agua (%)
Materiales	Pesos (gr.)	3.0%
% asfalto	3.0	
Peso de asfalto	36.3	
Peso de grava	293.4	
Peso de arena	880.3	
filler	0	
Agua	36.3	

Tabla 11. Contenido de agua al 2.5%
Fuente: Propia

4.3 Ensayo granulométrico

Se procedió con el ensayo granulométrico para poder controlar rigurosamente la granulometría del fresado.

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			% Pasa	Base granular "B"	
	ABERT. mm	RAP	Filler			
1 1/2"	38.100	100.0		100.0	100.0	100.0
1"	25.400	92.3		94.5	75.0	95.0
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525	48.5		61.8	40.0	75.0
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	27.8		44.8	30.0	60.0
N° 6	3.360					
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	12.7		34.7	20.0	45.0
N°16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.426	4.8		22.6	15.0	30.0
N° 50	0.297					
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	3.1		12.7	5.0	15.0
-200	-					

Tabla 12. Resultados de análisis granulométrico. Fuente: Propia

En el control granulométrico del fresado del material RAP, se procedió con el ensayo de granulometría basándose según la norma de las Especificaciones Generales 2013 **EG-2013**. Como se aprecia en la tabla del gráfico granulométrico, los parámetros de los agregados pétreos obtenidos están en el rango según la norma.

4.4 Ensayo Marshall con emulsión asfáltica espumada (ASTM D 1559 y AASHTO T 245)

Martínez (2017) manifiesta que el objetivo del diseño por este método es demostrar si el asfalto espumado cumplirá con los requerimientos mínimos de acuerdo a la norma.

Se realizó el ensayo Marshall ASTM D 1559 y AASHTO T 245 para poder conocer si el diseño de asfalto reciclado con emulsión asfáltica espumada cumple con los requerimientos mínimos según la norma además que por ese medio se determinó el porcentaje óptimo de agua para el diseño.

Equipos a emplear:

- Recipientes
- Horno
- Moldes de acero, para las probetas de diámetro de 4” y de altura 3”
- Termómetro
- Cocina
- Espátulas
- Jeringas
- Cuchara
- Martillo mecánico de 10lb.
- Desmoldador
- Máquina de baño maría

- Maquina Marshall



Figura 11. Muestras de las briquetas con sus respectivos % de agua.
Fuente: Propia

En la Figura 11, se observa las distintas briquetas realizadas para el ensayo Marshall, cada uno de los 5 porcentaje de agua (1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%) cuenta con 03 briquetas lo que da un total de 15 muestras para el respectivo ensayo.

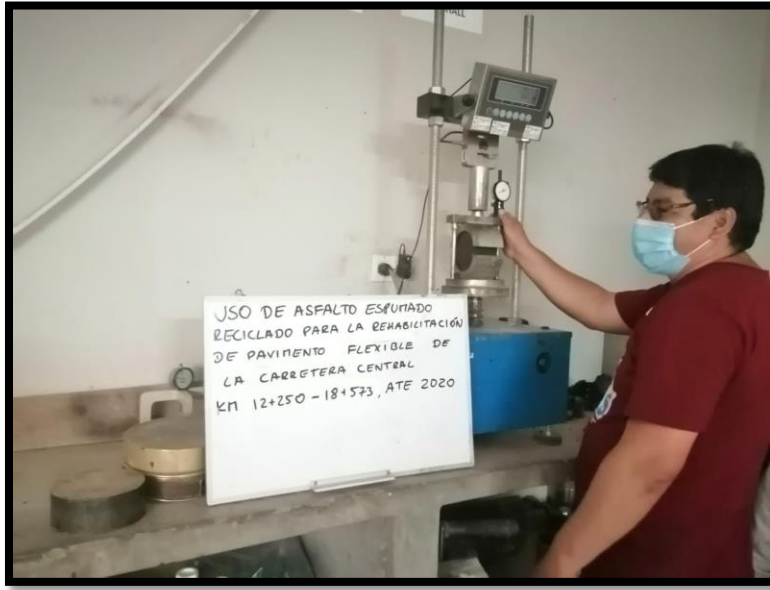


Figura 12. Ensayo Marshall.
Fuente: Propia

En la figura 12, se muestra el proceso del ensayo Marshall, donde se determinara los resultados de flujo y estabilidad. Esto se realizó de la misma manera para toda la muestra de 15 briquetas.

% HUMEDAD	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
% C.A.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
P.U. BRIQUETA (gr/cc)	2.378	2.393	2.400	2.409	2.408
VACIOS %	5.7	5.1	4.8	4.5	4.5
V.M.A. %	6.5	5.9	5.7	5.3	5.4
V.L.L.A %	12.5	13.9	14.6	15.7	15.6
POLVO / ASF. %	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLUJO mm	11.9	12.7	13.7	15.3	16.3
ESTABILIDAD Kg	1189.3	1174.2	1017.5	965	920

Tabla 13. Tabla resumen de los ensayos Marshall para asfalto espumado.
Fuente: Propia

En la tabla N13, se muestra el resumen de los valores obtenidos en los ensayos Marshall realizados a las briquetas según cada porcentaje de agua añadido, donde se aprecia con un 2.5% de agua se obtiene un peso unitario de 2.409 gr/cm³ , y relación estabilidad flujo de 2696 kg/cm³ .

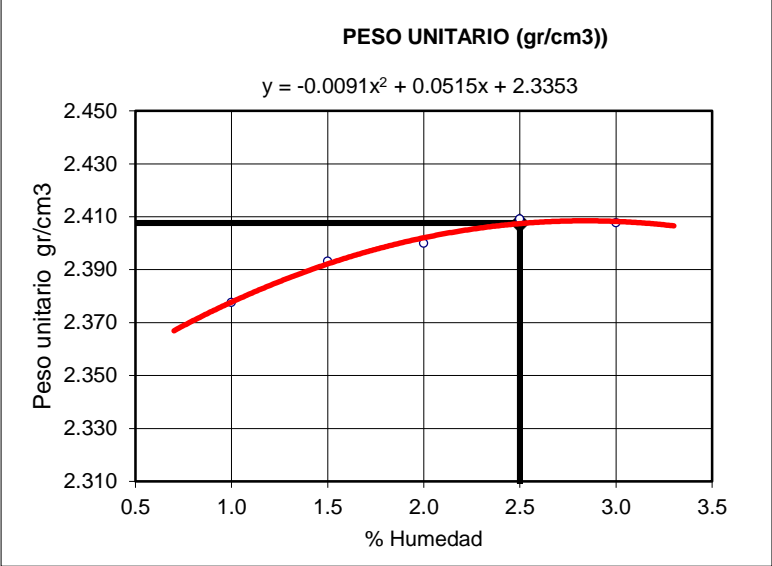


Tabla 14. Tabla de peso unitario vs % de agua.
Fuente: Propia

En la tabla N°14, se muestra los valores obtenidos del peso unitario de las briquetas en el ensayo Marshall con las distintas variaciones del % de agua según el diseño, donde con un 2.5% de agua se obtuvo 2.408 gr/cm³.

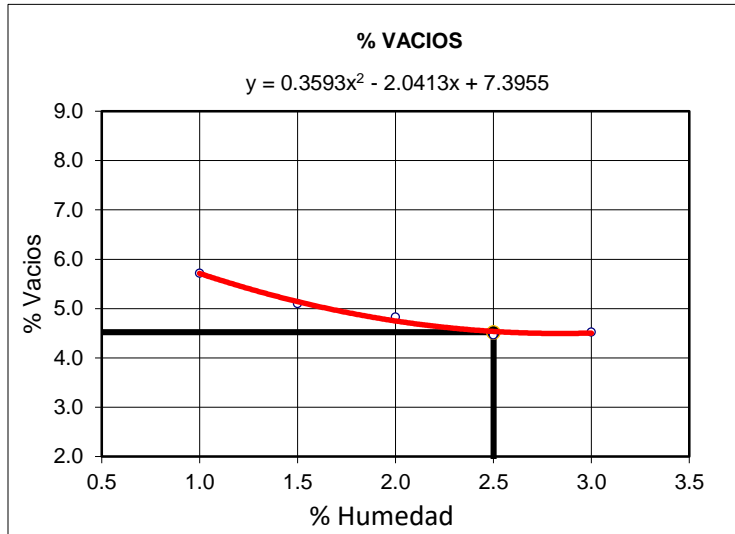


Tabla 15. Tabla de vacios vs % de agua.
Fuente: Propia

En la tabla N°15, se muestra los valores obtenidos del % de Vacíos de las briquetas en el ensayo Marshall con las distintas variaciones del % de agua según el diseño, donde con un 2.5% de agua se obtuvo 4.5 %.

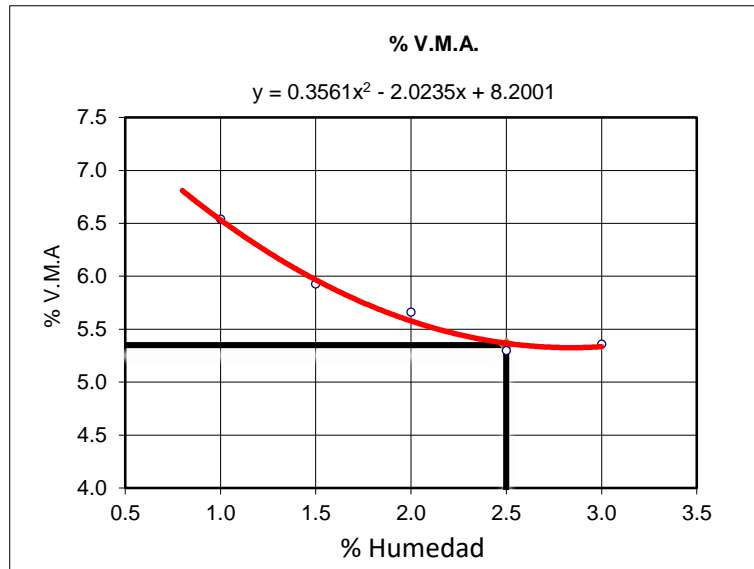


Tabla 16. Tabla de Vacíos del mineral vs % de agua.
Fuente: Propia

En la tabla N°16, se muestra los valores obtenidos del % V.M.A de las briquetas en el ensayo Marshall con las distintas variaciones del % de agua según el diseño, donde con un 2.5% de agua se obtuvo 5.4%.

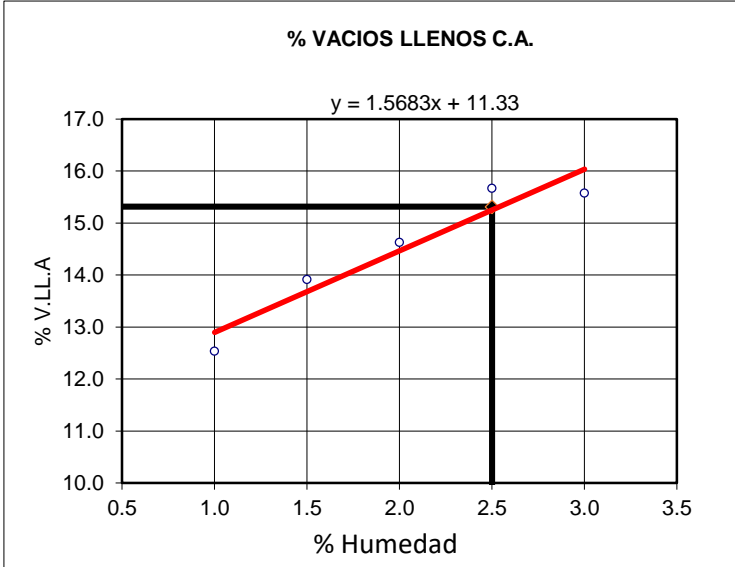


Tabla 17. Tabla de vacíos llenos de asfalto vs % de agua.
Fuente: Propia

En la tabla N°17, se muestra los valores obtenidos del % V.LL.CA. de las briquetas en el ensayo Marshall con las distintas variaciones del % de agua según el diseño, donde con un 2.5% de agua se obtuvo 15.3 %.

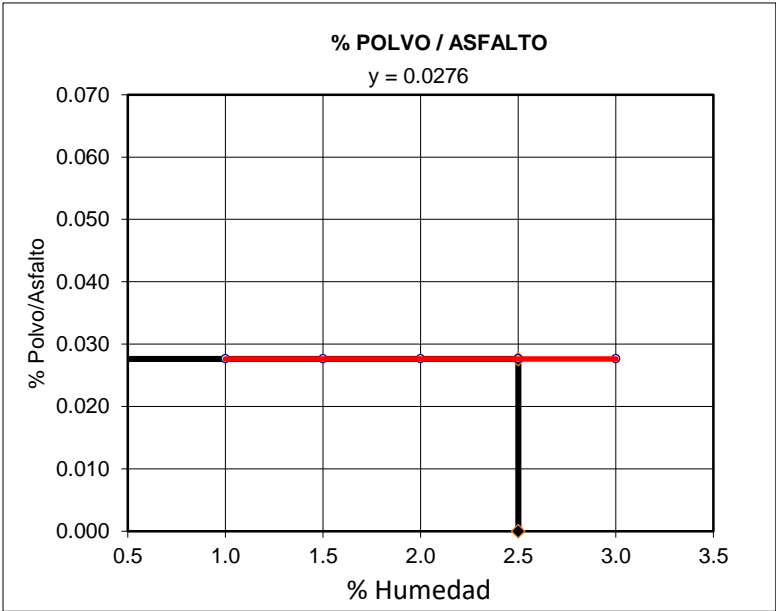


Tabla 18. Tabla polvo/ asfalto vs % de agua.
Fuente: Propia

En la tabla N°18, se muestra los valores obtenidos del % de Polvo/ Asfalto de las briquetas en el ensayo Marshall con las distintas variaciones del % de agua según el diseño, donde con un 2.5% de agua se obtuvo 0%.

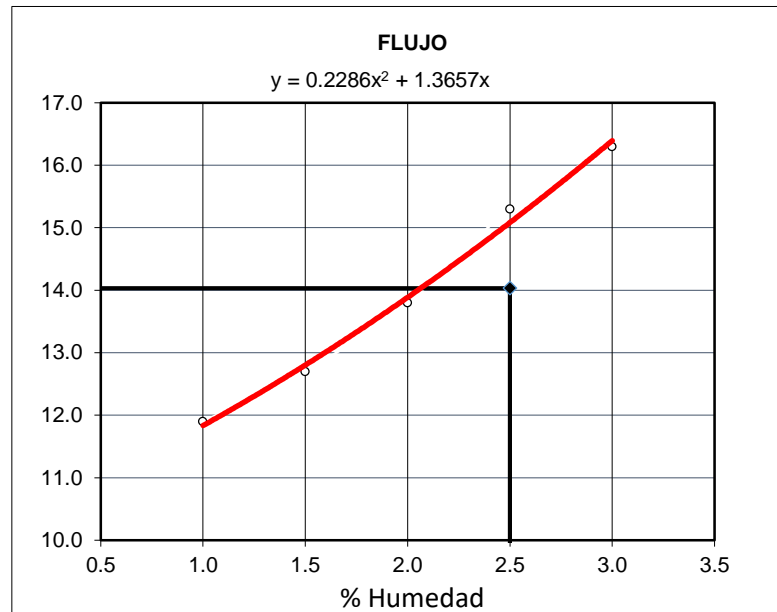


Tabla 19. Tabla de flujo vs % de agua.
Fuente: Propia

En la tabla N°19, se muestra los valores obtenidos del flujo de las briquetas en el ensayo Marshall con las distintas variaciones del % de agua según el diseño, donde con un 2.5% de agua se obtuvo 14 mm.

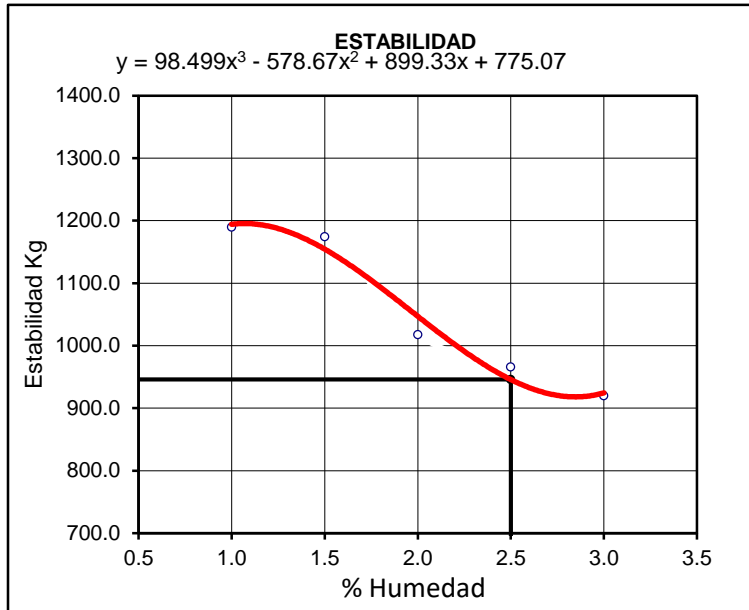


Tabla 20. . Tabla de estabilidad vs % de agua.
 Fuente: Propia

En la tabla N°20, se muestra los valores obtenidos de la estabilidad de las briquetas en el ensayo Marshall con las distintas variaciones del % de agua según el diseño, donde con un 2.5% de agua se obtuvo 965.0 kg .

Variación del porcentaje de humedad		- 0.5 %	% Óptimo	+0.5 %
GOLPES	N°		75	
CEMENTO ASFÁLTICO	%	3.0	3.0	3.0
HUMEDAD	%	2.0	2.5	3.0
PESO UNITARIO	kg/m3	2.402	2.408	2.409
VACIOS	%	4.8	4.5	4.4
V.M.A.	%	5.6	5.4	5.3
V. LL.C.A.	%	14.5	15.3	16.1
POLVO / ASFALTO	%	0.0	0.0	0.0
FLUJO	mm	12.7	14	15.3
ESTABILIDAD	KN	10.5	9.5	9.1
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3280.5	2695.8	2378.4

Tabla 21. Contenido óptimo de agua para el diseño con Emulsión asfáltica espumada. Fuente: Propia

En la tabla N°21, se muestra los valores obtenidos para el diseño de concreto asfáltico espumado añadiendo un 2.5 % de agua a la emulsión asfáltica.

4.5 Costos de ejecución

4.5.1 Generalidades

En este capítulo se mostró los dos propuestas de presupuesto de diseño de carpeta asfáltica para tener un punto de comparación y demostrar que el diseño de emulsión asfáltica espumada es más rentable que un diseño convencional en costos, se tuvo en cuenta las partidas de mano de obra, maquinaria y equipo pesado y materiales pétreos, propios de un obra de pavimentos.

Se elaboró el APU (análisis de precios unitarios) de las partidas de asfalto priorizando la carpeta asfáltica espumada, asimismo en el costo directo resultado de la suma de

costos de materiales, mano de obra, herramientas, maquinaria y demás elementos propios de una pavimentación.

4.5.2 Mezcla asfáltica en caliente

En el presupuesto planteado se muestra el costo de pavimentar con asfalto convencional en la ciudad de Lima, teniendo como unidad de medida el m³ , se muestra los costos (costos unitarios y presupuesto) para la mezcla asfáltica en caliente convencional.

Solo se tomara en cuenta el proceso de producción de la carpeta asfáltica.

Presupuesto: **Diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.**

Subpresupuesto: Carpeta Asfáltica

Lugar : Ate-Lima

Costo al : 19/06/21

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	PAVIMENTOS				
1.1	Producción de mezcla asfáltica en caliente	m3	9863.88	S/ 444.32	S/ 4,382,761.77

Costo directo	S/ 4,382,761.77
Gastos generales (10%)	S/ 438,276.18
Utilidad (10%)	S/ 438,276.18
Subtotal	S/ 5,259,314.12
Impuesto (IGV 18%)	S/ 946,676.54
Total	S/ 6,205,990.67

Tabla 22. Resumen del presupuesto planteado de asfalto convencional.
Fuente: Propia

En la tabla N°22 se muestra el presupuesto obtenido en el diseño de asfalto convencional para un metrado de 9863.88m³ como referencia, donde se obtuvo un costo de S/ 6, 205,990.67 soles.

1. Produccion de mezcla asfaltica en caliente			S/.		444.32
1.1. Mezcla asfaltica en caliente E= 2"			Rendimiento:m3/dia		MO: 338.0 EQ: 338.0
Descripcion Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
CAPATAZ	HH	1.000	0.0237	28.19	0.667
OPERADOR EQUIPO	HH	5.000	0.1183	24.30	2.876
OFICIAL	HH	1.000	0.0237	18.57	0.440
PEON	HH	2.000	0.0473	16.79	0.795
					4.777
Materiales					
ARENA GRUESA (MEZCLA ASFALTICA)	m3		0.55	17.93	9.86
PIEDRA CHANCADA (MEZCLA ASFALTICA)	m3		0.80	49.60	39.68
PEN 60-70	Gln		30.00	7.33	219.90
FILLER	Kg		11.37	1.80	20.47
PETROLEO	Gln		8.00	11.68	93.44
					383.35
Equipo					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.05	4.777	0.24
PLANTA DE ASFALTO CALIENTE 60 -115Tn/h	HM	1	0.0533	361.62	19.27
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 105 HP, 10	HM	1	0.0237	190.85	4.52
RODILLO VIB. LISO AUTOP. 101-135HP,10-12 TN	HM	1	0.0237	192.75	4.57
RODILLO NEUMATICO AUTOPRO 81-100HP,5.5-20 TN.	HM	1	0.0237	157.79	3.74
GRUPO ELECTROGENO 480 HP 300KW.	HM	1	0.0533	286.94	15.29
					47.64
1.2. Partida: Transporte de					
Descripcion Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
CAMION VOLQUETE 6X4 330 HP 15M3	HM	1	0.0267	320.66	8.56
					8.56

Tabla 23. Cuadro de Análisis de precios de la partida de pavimento convencional.
Fuente: Propia

En la tabla N°23 , se observa el cuadro de los análisis de precios unitarios de la partida pavimentos, donde se detalla los precios y cada insumo de mano de obra, materiales y maquinaria pesada empleado en el diseño de asfalto convencional.

4.5.3 Mezcla de asfalto espumado

Por consiguiente se presupuestó desarrollado para la mezcla de emulsión asfáltica espumada, que en similitud al diseño anterior su unidad de medida es en m3 , y desarrollada en la ciudad de Lima.

Presupuesto: **Diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.**

Subpresupuesto: Carpeta con emulsion asfáltica espumada

Lugar : Ate-Lima

Costo al : 19/06/21

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	PAVIMENTOS				
1.2	Producción de mezcla con emulsion asfáltica espumada	m3	9863.88	S/ 294.34	S/ 2,903,377.44

Costo directo	S/ 2,903,377.44
Gastos generales (10%)	S/ 290,337.74
Utilidad (10%)	S/ 290,337.74
Subtotal	S/ 3,484,052.93
Impuesto (IGV 18%)	S/ 627,129.53
Total	S/ 4,111,182.46

Tabla 24. Cuadro de Análisis de precios de la partida de pavimento convencional.
Fuente: Propia

En la tabla N°24 , se muestra el presupuesto obtenido en el diseño con emulsión asfáltica espumada, para un metrado de 9863.88m3 como referencia, donde se obtuvo un costo de S/ 4,111,182.46 soles.

2.0. Análisis de costos unitarios de producción de asfalto espumado

2.1 Produccion de asfalto espumado

				S/.	294.34
				Rendimiento:m3/día	MO: 338.0 EQ: 338.0
Descripcion Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra					
CAPATAZ	HH	1.000	0.0237	28.19	0.67
OPERADOR EQUIPO	HH	9.000	0.2130	24.30	5.18
OFICIAL	HH	1.000	0.0237	18.57	0.44
PEON	HH	6.000	0.1420	16.79	2.38
					8.67
Materiales					
PEN 60-70 3%	Gln		16.36	7.33	119.92
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 145-165 HP 2000 GAL	m3		0.0237	172.31	4.08
Petroleo	Gln	0.7	8	11.68	65.41
					189.41
Equipo					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.05	8.667	0.43
PLANTA MOVIL DE ASFALTO FRIO 60 -115Tn/h	HM	1	0.0237	560.1	13.27
FRESADORA 565 HP, 421 KW WIRTGEN	HM	1	0.0237	1049.19	24.87
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 224 HP, 10	HM	1	0.0237	365.47	8.66
CAMION CISTERNA ASFALTO 178-210 HP 2000 GAL	HM	1	0.0240	155.45	3.73
RODILLO VIB. LISO AUTOP. 101-135HP,10-12 TN	HM	1	0.0237	192.75	4.57
RODILLO NEUMATICO AUTOPRO 81-100HP,5.5-20 TN.	HM	1	0.0237	157.79	3.74
CAMION VOLQUETE 6X4 330 HP 15M3	HM	3	0.0267	233.62	6.24
CARGADOR S/LLANTA 200-250HP,4.0-4.1 Y3	HM	1	0.0533	290.08	15.46
GRUPO ELECTROGENO 480 HP 300KW.	HM	1	0.0533	286.94	15.29
					96.27

Tabla 25. Cuadro de Análisis de precios de la partida de pavimento con emulsión asfáltica espumada.

Fuente: Propia

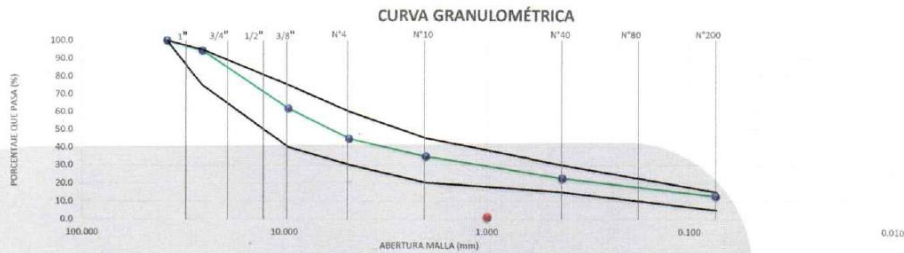
En la tabla N°25 , se observa el cuadro de los análisis de precios unitarios de la partida pavimentos, donde se detalla los precios y cada insumo de mano de obra, materiales y maquinaria pesada empleado en el diseño con emulsión asfáltica espumada.

ANEXO N° 4: ENSAYO DE LABORATORIO Y CERTIFICADO

SOLICITANTE : CHACA LIMACHE CRISTHIAN MANUEL / CHOQUECAHUA CAHUANA YOSELIN NICOL
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021.
UBICACIÓN : LIMA
FECHA : 24/05/2021

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				Base granular "B"	
	ABERT. mm	RAP	Mat. base	Filler	% Pasa	
11/2"	38.100	100.0	100.0		100.0	100.0
1"	25.400	92.3	95.2		94.6	95.0
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525	48.5	66.3		61.8	75.0
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	27.8	50.4		44.8	60.0
N° 6	3.380					
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	12.7	42.1		34.7	45.0
N°16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.426	4.8	28.6		22.6	30.0
N° 50	0.297					
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	3.1	15.9		12.7	15.0
-200	-					

Mezcla de agregados
Mezcla N° 01 25.0 75.0 0.0



OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

SOLICITANTE : CHACA LIMACHE CRISTHIAN MANUEL / CHOQUECAHUA CAHUANA YOSELIN NICOL
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021.
UBICACIÓN : LIMA
FECHA : 24/05/2021

Tipo de muestra : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado
Identificación : Mezcla de materiales RAP / Base granular
Descripción : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado variando porcentajes de humedad

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	2"	1"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	94.5		61.8	44.8	34.7	22.6		12.7
Especif. Bases Gran. EG 2013	100	75-95		40-75	30-60	20-45	15-30		5-15
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
% de humedad añadida a la mezcla					1.0	1.0	1.0		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					3.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					53.57			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					43.43			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.350			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.630			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1193.1	1203.8	1197.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1198.6	1208.2	1205.9		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				697.3	702.6	701.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				501.3	505.6	504.7		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.380	2.381	2.372	2.378	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.522			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.6	5.6	6.0	5.7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.468			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.642			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.73			
22	% de Asfalto Efectivo					0.35			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.03			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				6.4	6.4	6.8	6.5	14
25	% Vacios llenos con C.A.				12.7	12.8	12.1	12.5	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				18.0	18.0	17.0	17.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1196	1210	1162		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1196	1210	1162	1189	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2658	2689	2734	2694	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

SOLICITANTE : CHACA LIMACHE CRISTIAN MANUEL / CHOQUECAHUA CAHUANA YOSELIN NICOL
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021.
UBICACIÓN : LIMA
FECHA : 24/05/2021

Tipo de muestra : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado
Identificación : Mezcla de materiales RAP / Base granular
Descripción : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado variando porcentajes de humedad

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	94.5		61.8	44.8	34.7	22.6		12.7
ESPECIFICACIONES	100	75-95	0.0	40-75	30-60	20-45	15-30		5-15
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
% de humedad añadida a la mezcla									
					1.5	1.5	1.5		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					3.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					53.57			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					43.43			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.350			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.630			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					0.000			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1207.2	1196.7	1202.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1210.6	1199.1	1205.9		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				705.5	698.8	704.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				505.1	500.3	501.4		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.390	2.392	2.397	2.393	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.522			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.2	5.1	4.9	5.1	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.468			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.642			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.73			
22	% de Asfalto Efectivo					0.35			
23	Relacion Filler/Betun					0.03			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				6.1	6.0	5.8	5.9	14
25	% Vacios llenos con C.A.				13.6	13.8	14.3	13.9	
26	Flujo 0.01"(0.25 mm)				18.0	18.0	18.0	18.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1188	1132	1168		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1236	1132	1155	1174	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2746	2516	2567	2609	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

SOLICITANTE : CHACA LIMACHE CRISTHIAN MANUEL / CHOQUECAHUA CAHUANA YOSELIN NICOL
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021.
UBICACIÓN : LIMA
FECHA : 24/05/2021

Tipo de muestra : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado
Identificación : Mezcla de materiales RAP / Base granular
Descripción : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado variando porcentajes de humedad

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	94.5		61.8	44.8	34.7	22.6		12.7
ESPECIFICACIONES	100	75-95		40-75	30-50	20-45	15-30		5-15
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
% de humedad añadida a la mezcla					2.0	2.0	2.0		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					3.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					53.57			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					43.43			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.350			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.630			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					0.000			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.2	1201.4	1199.1		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1202.7	1205.4	1204.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				702.3	704.8	705.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				500.5	500.6	498.4		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.394	2.400	2.406	2.400	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.522			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.1	4.8	4.6	4.8	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.468			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.642			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.73			
22	% de Asfalto Efectivo					0.35			
23	Relacion Filler/Betun					0.03			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				5.9	5.7	5.4	5.7	14
25	% Vacios llenos con C.A.				14.0	14.6	15.3	14.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				20.0	20.0	19.0	19.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				921	1040	974		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				958	1082	1013	1017	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				1916	2163	2133	2070	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

SOLICITANTE : CHACA LIMACHE CRISTHIAN MANUEL / CHOQUECAHUA CAHUANA YOSELIN NICOL
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021.
UBICACIÓN : LIMA
FECHA : 24/05/2021

Tipo de muestra : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado
Identificación : Mezcla de materiales RAP / Base granular
Descripción : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado variando porcentajes de humedad



INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	94.5		61.8	44.8	34.7	22.6		12.7
ESPECIFICACIONES	100	75-95		40-75	30-60	20-45	15-30		5-15
BRIQUETA N°					1	2	3	PRMEDIO	ESPECIF.
% de humedad añadida a la mezcla					2.5	2.5	2.5		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					3.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					53.57			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					43.43			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.350			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.630			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					0.000			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1202.6	1201.9	1206.6		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1206.3	1204.3	1210.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				707.1	706.0	708.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				499.2	498.3	501.4		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.409	2.412	2.407	2.409	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.522			
18	% de Vacios = (17-16)/100/17 (ASTM D 3203)				4.5	4.4	4.6	4.5	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.468			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.642			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.73			
22	% de Asfalto Efectivo					0.35			
23	Relacion Filler/Betun					0.03			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				5.3	5.2	5.4	5.3	14
25	% Vacios llenos con C.A.				15.7	16.0	15.3	15.7	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				22.0	22.0	22.0	22.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				901	976	909		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				937	1014	945	965	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				1704	1844	1719	1755	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

SOLICITANTE : CHACA LIMACHE CRISTHIAN MANUEL / CHOQUECAHUA CAHUANA YOSELIN NICOL
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA
REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021.
UBICACIÓN : LIMA
FECHA : 24/05/2021

Tipo de muestra : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado
Identificación : Mezcla de materiales RAP / Base granular
Descripción : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado variando porcentajes de humedad

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	94.5		61.8	44.8	34.7	22.6		12.7
ESPECIFICACIONES	100	75-95		40-75	30-60	20-45	15-30		5-15
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
% de humedad añadida a la mezcla					3.0	3.0	3.0		
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					53.57			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					43.43			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc						1.020		
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc						2.350		
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc						2.630		
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc						0.000		
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.1	1204.6	1206.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1204.3	1210.4	1212.4		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				709.3	710.8	708.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				495.0	499.6	503.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.418	2.411	2.394	2.408	
17	Peso Especifico Maximo - Rize (ASTM D 2041)						2.522		
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.1	4.4	5.1	4.5	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total						2.468		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total						2.642		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado						2.73		
22	% de Asfalto Efectivo						0.35		
23	Relacion Filler/Betun						0.03		0.6 - 1.3
24	V.M.A.				4.9	5.2	5.9	5.4	14
25	% Vacios llenos con C.A.				16.9	15.9	14.0	15.6	
26	Flujo 0,01*(0,25 mm)				22.0	22.0	22.0	22.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				888	869	895		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				924	904	931	920	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				1680	1644	1692	1672	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

SOLICITANTE : CHACA LIMACHE CRISTHIAN MANUEL / CHOQUECAHUA CAHUANA YOSELIN NICOL
PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021.
UBICACIÓN : LIMA
FECHA : 24/05/2021

Tipo de muestra : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado
Identificación : Mezcla de materiales RAP / Base granular
Descripción : Diseño de base estabilizada con asfalto espumado variando porcentajes de humedad

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	8047.0				
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8191.0				
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7713.3				
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8818.0				
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1204.7				
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	477.7				
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (6) / (6)	2.522				
% CEMENTO ASFÁLTICO	3.0				

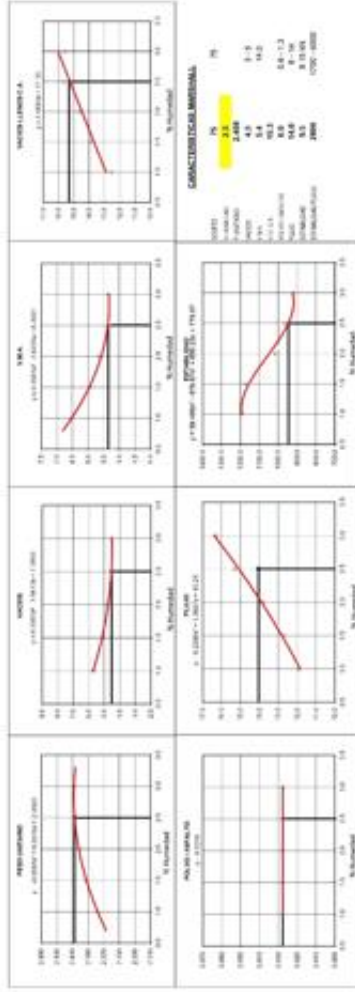
Observaciones :

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

SOLICITANTE: CHICA LIMACHE CONSTRUMAUER - CONDOCIENSA CAROLINA VOSSENT HCOA.
PROYECTO: DREDO DE CONCRETO APARTAMENTO REGULAR ADOSADO BARRIO APARTAMENTO ESPANOLA PANA.
UBICACION: REHABILITACION DE PAVIMENTO SUDBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 201.
FECHA: 18/04/2021

Tipo de sustrato: Doble, en estado natural
Numero de ensayos: 107 - 108 - 109 - 110 - 111 - 112
Descripción: Paveda, en estado natural, aparta pavimento de sustrato

**DETERMINACION DEL OPTIMO DE HUMEDAD
 CURVAS DE ENERGIA DE COMPACTACION CONSTANTE**



MOJOS EN LAS PROPORCIONES

MOJOS	10	15	20	25	30	35
Wp	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
Lp	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Uc	13	13	13	13	13	13
Uo	13	13	13	13	13	13
U	13	13	13	13	13	13
Umax	13	13	13	13	13	13
Umin	13	13	13	13	13	13
Umed	13	13	13	13	13	13

Elaborado por: 

Revisado por: 

Aprobado por: 

Jefe de Laboratorio

Ingeniero de Suelos y Pavimentos

MTL GEOTECNIA SAC
CENTRO DE CALIDAD

MTL GEOTECNIA SAC
CENTRO DE CALIDAD



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

SOLICITANTE : CHACA LIMACHE CRISTHIAN MANUEL / CHOQUECAHUA CAHUANA YOSELIN NICOL
 PROYECTO : DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021.
 UBICACIÓN : LIMA
 FECHA : 24/05/2021

Tipo de muestra : Diseño con asfalto espumado
 Identificación : Mezcla de materiales RAP / Base granular
 Descripción : Diseño con asfalto espumado variando porcentajes de humedad

DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
 (RESUMEN)

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Pavimento asfáltico recuperado (R.A.P.) : 100 %
 Filler : 0.0 %
 Gradación : A- "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (403)"



2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
 % Asfalto residual : 3.0
 % Optimo de humedad : 2.5

3.- Características marshall modificado

Variación del porcentaje de humedad	- 0.5 %	% Óptimo	+0.5 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	3.0	3.0	3.0	
HUMEDAD %	2.0	2.5	3.0	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.402	2.408	2.409	
VACIOS %	4.8	4.5	4.4	3 - 5
V.M.A %	5.6	5.4	5.3	14
V. L.L.C.A. %	14.5	15.3	16.1	
POLVO / ASFALTO %	0.0	0.0	0.0	0.6 - 1.3
FLUJO mm	12.8	14.0	15.3	8 - 14
ESTABILIDAD kN	10.5	9.5	9.1	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	3280.5	2695.8	2378.4	1700 - 4000

Observaciones:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO N°5 GALERÍA DE FOTOS.



Figura 13. Proceso de fresado.
Fuente: Propio

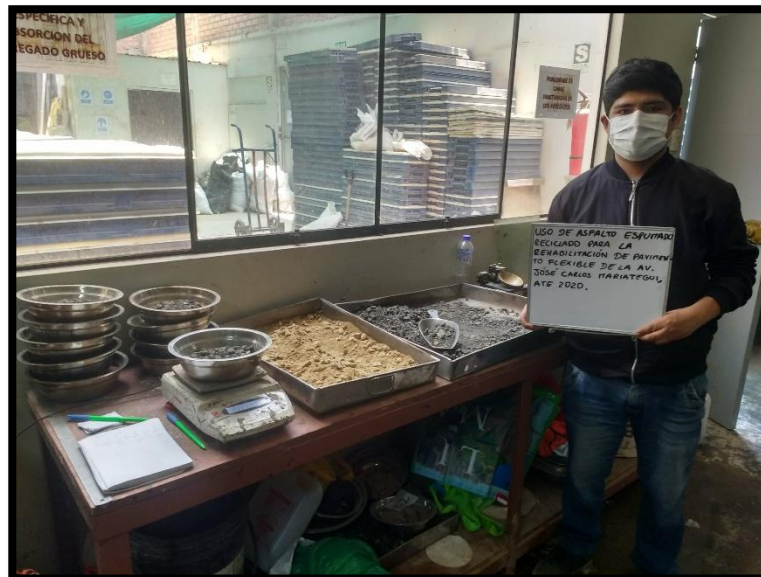


Figura 14. Selección de muestras
Fuente: Propio



Figura 15. Briquetas con distintas dosificaciones de agua.
Fuente: Propio



Figura 16. Lavado asfáltico
Fuente: Propio

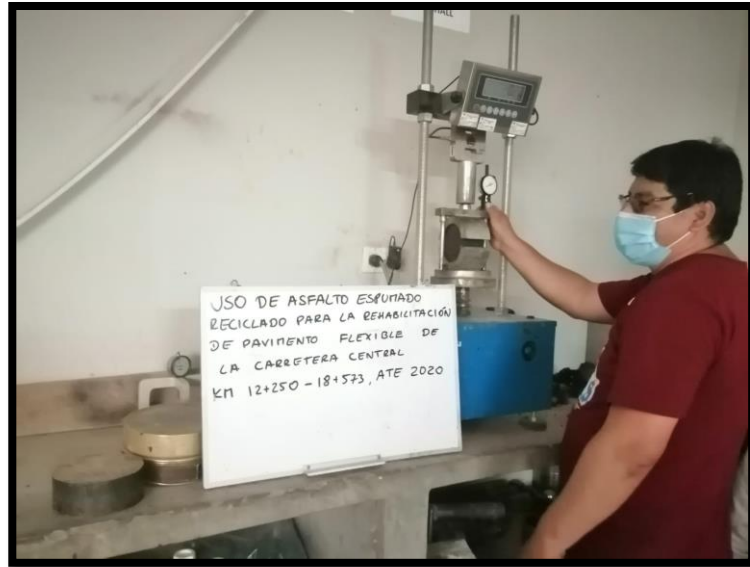


Figura 17. Ensayo de rotura de briqueta.
Fuente: Propio

ANEXO N° 6 VALIDACION DE JUICIO DE EXPERTOS.

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS
DE JUICIO DE EXPERTOS**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor : Ing. Elmer Moreno Huaman

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE
 EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EP de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Ate, promoción 2021, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **DISEÑO DE CONCRETO ASFALTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma Digital
Apellidos y nombre: Cristhian Manuel Chaca Limache

D.N.I: 74082739



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable:

V1: Gonzales manifiesta que el asfalto espumado se utiliza con gran variedad de materiales que pueden ser nuevos y reciclados, inclusive con aquellos que tengan altos índices de plasticidad (2017,p.42).

V2. Hernández y Rosero manifiesta que si desea mejorar las condiciones de movilidad, confort y seguridad en los pavimentos, se deben establecer procedimientos de trabajo de mantenimiento o rehabilitación de carpetas asfálticas, material que es fundamental para este tipo de trabajos, además se busca prolongar la vida puesta en servicio de los pavimentos flexibles a rehabilitar, es por ello que se busca mejorar los costos y tiempos de ejecución cuando se pretende rehabilitar vías existentes(2014,p.13).

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1

- Reciclado
- Propiedades del asfalto espumado
-

Dimensión 2

- Comportamiento mecánico
- Fresado de la carpeta asfáltica existente
- Costos de ejecución

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES
Variable: Diseño de concreto asfáltico reciclado

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V1: Diseño de concreto asfáltico reciclado	Gonzales manifiesta que el asfalto espumado se utiliza con gran variedad de materiales que pueden ser nuevos y reciclados, inclusive con aquellos que tengan altos índices de plasticidad (2017,p.42)	La emulsión asfáltica espumada se logra mediante un proceso físico, donde se inyecta agua fría en pequeñas proporciones y aire comprimido a la masa de cemento asfáltico caliente dentro de una cámara de expansión logrando así la espuma. El reciclado se obtiene utilizando una máquina fresadora, que recuperara la carpeta asfáltica y lo llevara a una planta móvil de reciclado .espumado. (N.T.P CE. 010)	Reciclado	% de vacíos (ATM)	R a z ó n
				% de vacíos del agregado mineral	
				% de vacíos llenos de asfalto	
				Granulometría	
			Propiedades del asfalto espumado	Densidad	
				Vida media	
				Razón de expansión	
				Dosis de agua inyectada	
				Estabilidad	

Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable: Rehabilitación de pavimento flexible

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V2: Rehabilitación de pavimento flexible	<p>Hernández y Rosero manifiesta que si desea mejorar las condiciones de movilidad, confort y seguridad en los pavimentos, se deben establecer procedimientos de trabajo de mantenimiento o rehabilitación de carpetas asfálticas, material que es fundamental para este tipo de trabajos, además se busca prolongar la vida puesta en servicio de los pavimentos flexibles a rehabilitar, es por ello que se busca mejorar los costos y tiempos de ejecución cuando se pretende rehabilitar vías existentes(2014,p.13).</p>	<p>Para la rehabilitación del pavimento flexible, se analizara las dimensiones de comportamiento mecánico, estabilización de la base y los costos de ejecución , basandose en el manual de ensayo de materiales del MTC. (D.G. 2018)</p>	Comportamiento mecánico	Estabilidad	R a z ó n
				Flujo	
			Fresado de la carpeta asfáltica existente	Trituración del residuo del fresado	
				Lavado asfáltico y adición de emulsión espumada en la pavimentadora Wirtgen	
				Maquinaria Wirtgen	
			Costos de ejecución	Nivelación y control de espesores	
				Granulometría del fresado	
				Preparación de la emulsión asfáltica espumada	
				Mezclado de la emulsión asfáltica	
				Colocación de concreto asfáltico	
Limpeza y puesta en servicio.					

Fuente: Elaboración propia.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.

Nº	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		<input checked="" type="checkbox"/> Sí	No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	No	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	-
	DIMENSIÓN 1	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
1	- Reciclado							
	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
2	- Propiedades del asfalto espumado							
	VARIABLE DEPENDIENTE;	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	-
	DIMENSIÓN 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
5	Comportamiento mecánico							
	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
7	Fresado de la carpeta asfáltica existente							
	DIMENSIÓN 3	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
9	Costos de ejecución							

Observaciones :

Opinión de aplicabilidad: Aplicable] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. : Elmer Moreno Huaman DNI: 44354559

Especialidad del validador: Suelos y Pavimentos

02 de Julio del 2021

¹**Pertinencia:**El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

MTL GEOTECNIA S.A.C
Suelos Concreto Asfalto


Elmer Moreno Huaman
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 216906

Firma del Experto Informante.

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO
DE EXPERTOS 2**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor : Ing. Abel T. Yangali Paucar

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EP de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Ate, promoción 2021, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **DISEÑO DE CONCRETO ASFALTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma Digital

Apellidos y nombre: Cristhian Manuel Chaca Limache

D.N.I: 74082739

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable:

V1: Gonzales manifiesta que el asfalto espumado se utiliza con gran variedad de materiales que pueden ser nuevos y reciclados, inclusive con aquellos que tengan altos índices de plasticidad (2017,p.42).

V2. Hernández y Rosero manifiesta que si desea mejorar las condiciones de movilidad, confort y seguridad en los pavimentos, se deben establecer procedimientos de trabajo de mantenimiento o rehabilitación de carpetas asfálticas, material que es fundamental para este tipo de trabajos, además se busca prolongar la vida puesta en servicio de los pavimentos flexibles a rehabilitar, es por ello que se busca mejorar los costos y tiempos de ejecución cuando se pretende rehabilitar vías existentes(2014,p.13).

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1

- Reciclado
- Propiedades del asfalto espumado
-

Dimensión 2

- Comportamiento mecánico
- Fresado de la carpeta asfáltica existente
- Costos de ejecución

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable: Diseño de concreto asfaltico reciclado

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V1: Diseño de concreto asfaltico reciclado	Gonzales manifiesta que el asfalto espumado se utiliza con gran variedad de materiales que pueden ser nuevos y reciclados, inclusive con aquellos que tengan altos índices de plasticidad (2017,p.42)	La emulsión asfáltica espumada se logra mediante un proceso físico, donde se inyecta agua fría en pequeñas proporciones y aire comprimido a la masa de cemento asfáltico caliente dentro de una cámara de expansión logrando así la espuma. El reciclado se obtiene utilizando una máquina fresadora, que recuperara la carpeta asfáltica y lo llevara a una planta móvil de reciclado .espumado. (N.T.P CE. 010)	Reciclado	% de vacíos (ATM)	R a z ó n
				% de vacíos del agregado mineral	
				% de vacíos llenos de asfalto	
				Granulometría	
				Densidad	
			Propiedades del asfalto espumado	Vida media	
				Razón de expansión	
				Dosis de agua inyectada	
	Estabilidad				

Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable: Rehabilitación de pavimento flexible

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V2: Rehabilitación de pavimento flexible	<p>Hernández y Rosero manifiesta que si desea mejorar las condiciones de movilidad, confort y seguridad en los pavimentos, se deben establecer procedimientos de trabajo de mantenimiento o rehabilitación de carpetas asfálticas, material que es fundamental para este tipo de trabajos, además se busca prolongar la vida puesta en servicio de los pavimentos flexibles a rehabilitar, es por ello que se busca mejorar los costos y tiempos de ejecución cuando se pretende rehabilitar vías existentes(2014,p.13).</p>	<p>Para la rehabilitación del pavimento flexible, se analizara las dimensiones de comportamiento mecánico, estabilización de la base y los costos de ejecución , basandose en el manual de ensayo de materiales del MTC. (D.G. 2018)</p>	Comportamiento mecánico	Estabilidad	R a z ó n
				Flujo	
			Fresado de la carpeta asfáltica existente	Trituración del residuo del fresado	
				Lavado asfáltico y adición de emulsión espumada en la pavimentadora Wirtgen	
				Maquinaria Wirtgen	
			Costos de ejecución	Nivelación y control de espesores	
				Granulometría del fresado	
				Preparación de la emulsión asfáltica espumada	
				Mezclado de la emulsión asfáltica	
				Colocación de concreto asfáltico	
Limpieza y puesta en servicio.					

Fuente: Elaboración propia.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.

Nº	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	-
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	- Reciclado							
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
2	- Propiedades del asfalto espumado							
	VARIABLE DEPENDIENTE;	Si	No	Si	No	Si	No	-
	DIMENSIÓN 1:	Si	No	Si	No	Si	No	
5	Comportamiento mecánico							
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
7	Fresado de la carpeta asfáltica existente							
	DIMENSIÓN 3	Si	No	Si	No	Si	No	
9	Costos de ejecución							

Observaciones :

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. : Abel T. Yangali Paucar DNI: 40286162

Especialidad del validador: Ing. Civil

¹**Pertinencia:**El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

25 de Junio del 2021

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL URCUBAMBILLA


Ing. Abel T. YANGALI PAUCAR

Firma del Experto Informante.
CIP: 107739

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO
DE EXPERTOS 3**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor : Ing. Percy Enrique Alvarez Villar

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EP de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Ate, promoción 2021, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **DISEÑO DE CONCRETO ASFALTICO RECICLADO ADICIONANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA ESPUMADA PARA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CENTRAL ATE 2021** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma Digital

Apellidos y nombre: Cristhian Manuel Chaca Limache
D.N.I: 74082739

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable:

V1: Gonzales manifiesta que el asfalto espumado se utiliza con gran variedad de materiales que pueden ser nuevos y reciclados, inclusive con aquellos que tengan altos índices de plasticidad (2017,p.42).

V2. Hernández y Rosero manifiesta que si desea mejorar las condiciones de movilidad, confort y seguridad en los pavimentos, se deben establecer procedimientos de trabajo de mantenimiento o rehabilitación de carpetas asfálticas, material que es fundamental para este tipo de trabajos, además se busca prolongar la vida puesta en servicio de los pavimentos flexibles a rehabilitar, es por ello que se busca mejorar los costos y tiempos de ejecución cuando se pretende rehabilitar vías existentes(2014,p.13).

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1

- Reciclado
- Propiedades del asfalto espumado
-

Dimensión 2

- Comportamiento mecánico
- Fresado de la carpeta asfáltica existente
- Costos de ejecución

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable: Diseño de concreto asfaltico reciclado

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V1: Diseño de concreto asfaltico reciclado	Gonzales manifiesta que el asfalto espumado se utiliza con gran variedad de materiales que pueden ser nuevos y reciclados, inclusive con aquellos que tengan altos índices de plasticidad (2017,p.42)	La emulsión asfáltica espumada se logra mediante un proceso físico, donde se inyecta agua fría en pequeñas proporciones y aire comprimido a la masa de cemento asfáltico caliente dentro de una cámara de expansión logrando así la espuma. El reciclado se obtiene utilizando una máquina fresadora, que recuperara la carpeta asfáltica y lo llevara a una planta móvil de reciclado .espumado. (N.T.P CE. 010)	Reciclado	% de vacíos (ATM)	R a z ó n
				% de vacíos del agregado mineral	
				% de vacíos llenos de asfalto	
				Granulometría	
			Propiedades del asfalto espumado	Densidad	
				Vida media	
				Razón de expansión	
				Dosis de agua inyectada	
				Estabilidad	

Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable: Rehabilitación de pavimento flexible

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V2: Rehabilitación de pavimento flexible	<p>Hernández y Rosero manifiesta que si desea mejorar las condiciones de movilidad, confort y seguridad en los pavimentos, se deben establecer procedimientos de trabajo de mantenimiento o rehabilitación de carpetas asfálticas, material que es fundamental para este tipo de trabajos, además se busca prolongar la vida puesta en servicio de los pavimentos flexibles a rehabilitar, es por ello que se busca mejorar los costos y tiempos de ejecución cuando se pretende rehabilitar vías existentes(2014,p.13).</p>	<p>Para la rehabilitación del pavimento flexible, se analizara las dimensiones de comportamiento mecánico, estabilización de la base y los costos de ejecución , basandose en el manual de ensayo de materiales del MTC. (D.G. 2018)</p>	Comportamiento mecánico	Estabilidad	R a z ó n
				Flujo	
			Fresado de la carpeta asfáltica existente	Trituración del residuo del fresado	
				Lavado asfáltico y adición de emulsión espumada en la pavimentadora Wirtgen	
				Maquinaria Wirtgen	
			Costos de ejecución	Nivelación y control de espesores	
				Granulometría del fresado	
				Preparación de la emulsión asfáltica espumada	
				Mezclado de la emulsión asfáltica	
				Colocación de concreto asfáltico	
Limpieza y puesta en servicio.					

Fuente: Elaboración propia.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Diseño de concreto asfáltico reciclado adicionando emulsión asfáltica espumada para rehabilitación de pavimento flexible en la carretera central Ate 2021.

Nº	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	-
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	- Reciclado							
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
2	- Propiedades del asfalto espumado							
	VARIABLE DEPENDIENTE;	Si	No	Si	No	Si	No	-
	DIMENSIÓN 1:	Si	No	Si	No	Si	No	
5	Comportamiento mecánico							
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
7	Fresado de la carpeta asfáltica existente							
	DIMENSIÓN 3	Si	No	Si	No	Si	No	
9	Costos de ejecución							

Observaciones :

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. : Percy Enrique Alvarez Villar DNI: 08237797

Especialidad del validador: Suelos y Pavimentos

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

22 de Junio del 2021


PERCY ENRIQUE ALVAREZ VILLAR
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 52210

Firma del Experto Informante.