



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Reúso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Br. López Tipo, Rosario Pilar (ORCID: 0000-0002-2723-4128)

ASESOR:

Ing. José Luis Benites Zúñiga (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, el que me ha dado las fuerzas para continuar cuando estuve a punto de caer, a mi madre y hermanas quienes siempre me apoyan incondicionalmente.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme amor, paciencia, esperanza y salud para poder cumplir mis objetivos, también por permitirme conocerle cada día más y por la vida de mi madre y mis hermanas.

Gracias a mi madre Aurelia Tipo por todo el apoyo incondicional que me brinda y involucrarse en alguna manera para el desarrollo de esta tesis y ser mi principal motor de mis sueños.

A mis hermanas Elizabeth, Rossio, Victoria y Yanet por preocuparse por mí y creer en mi logro y estar en los malos y buenos momentos

Y a todos mis familiares y amigos que me apoyaron y se involucraron con el desarrollo de esta tesis.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **LOPEZ TIPO, Rosario Pilar** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Reúso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 08 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor LOPEZ TIPO, Rosario Pilar	
DNI: 70033136	Firma 
ORCID: 0000-0002-2723-4128	



PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Reúso Del Asfalto Fresado Para La Mitigación De Partículas En Suspensión Producido Por El Tránsito De Vehículos En Calles No Pavimentadas En Poblaciones Urbano Marginales”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Civil.

López Tipo, Rosario Pilar

ÍNDICE

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página de Jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vii
Índice Tablas	viii
Índice Figuras	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xli
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MÉTODO	38
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	39
2.2. Operacionalización de Variables	40
2.3. Población, Muestra y Muestreo	43
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad.....	44
2.5. Métodos de Análisis de Datos	46
2.6. Aspectos Éticos	47
III. RESULTADOS	48
3.1. Ensayo de lavado asfáltico	50
3.2. Calidad de Agregados de Adición	53
3.3. Análisis Granulometría de la mezcla del agregado fino y material fresado.....	56
3.4. Determinación del Contenido de Asfalto Teórico Tentativo	58
3.5. Contenido Optimo de Agua en la Compactación:	58
3.6. Contenido Optimo de Asfalto.....	61
3.7. Resultados de los objetivos específicos.	71
3.8. Resumen del diseño de la mezcla asfáltica	73
3.9. Contrastación de la Hipótesis.....	74
IV. DISCUSIÓN.....	76
V. CONCLUSIÓN	79
VI. RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	22
ANEXOS	87

Anexo 01: Matriz de Consistencia.....	88
Anexo 02: Panel fotográfico.....	89
Anexo 03: Certificados del laboratorio.....	102
Anexo 04: Certificado de calibración de Equipos	116
Anexo 05: Fichas de recolección de datos y validación.....	129
Anexo 06: Autorización de Publicación de Tesis.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fallas tratadas con esta tecnología	26
Tabla 2: Husos granulométricos (CR – 2002) – Gradación Cerrada	28
Tabla 3: Ensayos de Control de Calidad – Fresado	29
Tabla 4: Ensayos de Control de Calidad – Agregado fino	29
Tabla 5: Ensayos de Control de Calidad – Mezclas Asfálticas	31
Tabla 6: Parámetros de control de calidad – Mezclas asfálticas	32
Tabla 7: Clasificación del polvo en función de su tamaño	34
Tabla 8: Operalización de las Variable Independiente	40
Tabla 9. Operalización de las Variables Dependiente.....	41
Tabla 10. Composición de las muestras	42
Tabla 11. Parámetro de validez para el Instrumento	44
Tabla 12. Resumen de validación del Permeámetro	44
Tabla 13. Rango de Confiabilidad	45
Tabla 14: Contenido de asfáltico del material fresado	50
Tabla 15. Análisis Granulométrico del material fresado	51
Tabla 16. Análisis Granulométrico del material fresado	53
Tabla 17. Análisis Granulométrico del agregado fino	54
Tabla 18: Análisis Granulométrico de la combinación de agregados	56
Tabla 19: Resultado de contenido asfáltico teórico tentativo	57

Tabla 20: Contenido Optimo de Agua de Compactación	59
Tabla 21. Marshall modificado para 1.4% de asfalto residual	63
Tabla 22. Marshall modificado para 2.4% de asfalto residual	64
Tabla 23. Marshall modificado para 3.4% de asfalto residual	65
Tabla 24. Marshall modificado para 4.4% de asfalto residual	66
Tabla 15. Resultados de la calidad de las mezclas asfálticas recicladas	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Polución en vía no pavimentada	13
Figura 2. Material fresado	14
Figura 3. Corte transversal del pavimento flexible	18
Figura 4. Ciclo de vida del pavimento	19
Figura 5. Maquina fresadora	21
Figura 6. Mapa de ubicación de la ovalo Canta Callao, San Martin de Porres - Lima	48
Figura 7. Material fresado en la Av. Canta Callao	49
Figura 8. Ensayo de lavado asfalto	50
Figura 9. Equipo de lavado asfáltico	50
Figura 10. curva granulométrica de la muestra del material asfaltó recuperado	51
Figura 11: Cuarteo del material	52
Figura 12: Proceso de tamizado del material fresado	52
Figura 13. curva granulométrica del material fresado	53
Figura 14. Proceso de tamizado del agregado fino	54
Figura 15. curva granulométrica del agregado fino.....	55
Figura 16. curva granulométrica de la mezcla.....	56
Figura 17. Agua	58
Figura 18. Emulsión.....	58
Figura 18. Mezcla expuesta al aire Libre	58
Figura 20. compactación de la mezcla	58
Figura 21. Elaboración de las Briquetas	59
Figura 22. Equipo Marshall.....	59

Figura 23. Curva de energía de Compactación	60
Figura 24. Mezcla expuesta al aire	61
Figura 25. Briquetas	61
Figura 26. Peso de la briqueta	62
Figura 27. Briquetas sumergidas al agua	62
Figura 28. Prensa Marshall	62
Figura 29. Rotura de Briqueta	62
Figura 30. Curva de energía de Compactación	67
Figura 31. Curva de densidad bulk	67
Figura 32. Curva de estabilidad Modificada	68
Figura 33. Curva de % de Vacíos totales	68
Figura 34. Curva de Humedad absorbida	69
Figura 35. Curva de Cambio de estabilidad	69
Figura 36. Contenido de asfaltó del lavado realizado y la emulsión.....	70
Figura 37. Estabilidad de la Mezcla vs Parámetro de Control.	70
Figura 38. % de Vacíos de la Mezcla Compactada vs Parámetro de Control	71

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Se podrá reusar el material asfalto fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en poblaciones urbano marginales?, siendo el objetivo general: Evaluar el reúso del asfalto fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en poblaciones urbano marginales y como la hipótesis general: “Es factible reusar el asfalto fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en poblaciones urbano marginales”.

El tipo de investigación es Aplicada, nivel Experimental, Diseño de Investigación: Experimental y Enfoque de Investigación: Cuantitativa. El propósito de esta investigación se basó en los resultados obtenidos en el laboratorio de acuerdo a los indicadores: Porcentaje de asfalto, estabilidad, porcentaje de vacíos.

Para el análisis se utilizó la muestra de briqueta de la mezcla asfáltica, con el aporte de asfalto fresado y el agregado.

La principal conclusión del presente proyecto de investigación, es el reúso del material fresado para el uso de construcciones de pavimentos flexibles mediante este método, a fin de reducir las partículas en suspensión, contribuir con el medio Ambiente y reducir costos.

Palabras claves: Reúso del asfalto, Mezcla asfáltica y Medio Ambiente

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: Can the milled asphalt material of a flexible pavement be reused to apply it to unpaved streets and mitigate the generation of suspended particles in marginal urban populations ?, being the general objective: Evaluate the reuse of asphalt milling of a flexible pavement to apply it to unpaved streets and mitigate the generation of suspended particles in marginal urban populations and as the general hypothesis: “It is feasible to reuse the milled asphalt of a flexible pavement to apply it to unpaved streets and mitigate the generation of suspended particles in marginal urban populations ”.

The type of research is Applied, Experimental level, Research Design: Experimental and Research Focus: Quantitative. The purpose of this research was based on the results obtained in the laboratory according to the indicators: Asphalt percentage, stability, void percentage.

The briquette sample of the asphalt mixture was used for the analysis, with the contribution of milled asphalt and the aggregate.

The main conclusion of this research project is the reuse of the milled material for the use of flexible pavement constructions using this method, in order to reduce suspended particles, contribute to the environment and reduce costs.

Keywords: Asphalt Reuse, Asphalt Mix and Environment

I. INTRODUCCIÓN

Muchos asentamientos humanos ubicados en zonas urbanas marginales aún no cuentan con vías de accesos adecuadas, algunas son calles improvisadas como acceso para vehículos de todo tamaño que generan partículas de suspensión (polvos y gases).

Según la OMS sostiene que:

Las partículas en suspensión son partículas microscópicas que quedan suspendidas en el aire producido por el ser humano o de forma natural pueden ser solidas o liquidas y a la vez afecta a la salud del ser humano y también trae una contaminación Ambiental. (2016, p. 3).

La exposición ambiental a largo plazo de las partículas en suspensión en la población que vive en estos lugares puede conducir a la reducción en la esperanza de vida, se debe principalmente a contraer enfermedades en las vías respiratorias tales como sinusitis, enfisema, bronquitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y al aumento de la mortalidad por cáncer cardiopulmonar y pulmonar, siendo los más vulnerables los niños, ancianos y mujer gestante.

Según la APHEA:

Una gran cantidad de estudios epidemiológicos muestran que la existen partículas gruesas ($10 \mu m$, PM 10) y partículas finas ($<2.5 \mu m$, PM 2.5). Hay pruebas sólidas para concluir que las partículas finas ($<2.5 \mu m$, PM 2.5) son más peligrosas que las grandes (partículas gruesas) en términos de mortalidad y puntos finales cardiovasculares y respiratorios en estudios de panel. Esto no implica que la fracción gruesa de PM 10 es inocuo En estudios toxicológicos y de exposición humana controlada, se ha encontrado que varias características físicas, biológicas y químicas de las partículas provocan respuestas cardiopulmonares (2016, p. 12).



Figura 1. Polución en vía no pavimentada

Por otro lado, el reúso de materiales procedentes de las capas que conforman el paquete estructural del pavimento que ya han cumplido su vida útil, perdiendo algunas de sus propiedades iniciales ya sea por el uso o envejecimiento.

Según Machaca sostiene que:

El material fresado proviene de los pavimentos a rehabilitar en nuestro país, se vierten en zonas no adecuadas constituyendo una fuente importante de residuos perjudiciales para el medio ambiente y para la salud de los habitantes de las ciudades, por el desprendimiento de los gases tóxicos (2017, p. 10).

Usualmente se desecha al borde de estos mismos tramos viales y se acumula estos restos de asfalto creando una contaminación incontrolada y produciendo un daño al medio natural cuando se amontonan a la intemperie expuestos a las condiciones meteorológicas. El sol y las altas temperaturas puedan hacer que el asfalto se derrita. El agua de la lluvia hace que las partículas se filtren al subsuelo y el viento las desplaza por la atmósfera, al margen del impacto visual que produce la existencia de montañas de escombros asfálticos en el medio natural.



Figuras 2. Material Fresado

Es posible su reúso en vías no pavimentadas o vías improvisadas mejorando la calidad de vida de los habitantes de las zonas urbanas marginales. Sin embargo, no se tiene conocimiento de esta alternativa.

La presente investigación desarrolla esta alternativa a fin de que dichos efectos de la inhalación de estas partículas en suspensión disminuyan.

Klamt, Fontoura, Budny (2018) Realizaron estudios sobre” *Estudio de utilización de reciclaje de concreto asfáltico como camada de pavimento*” Este estudio tiene como objetivo analizar el desempeño del material de fresado mezclado con aglutinantes. Con la intención de evaluar su aplicación en las capas base y subbase de pavimentos. Los materiales utilizados fueron el material molido de pavimento asfáltico y polvo de piedra, con el cemento Portland puzolánico CP-IV y la cal hidratada dolomita CH-II, con adiciones minerales de cáscara de arroz y cenizas volantes. Se realizaron muestras cilíndricas de 10 cm de diámetro y 5 cm de altura fueron moldeadas con energía modificada de la prueba Proctor. Los resultados indicaron que la cantidad de la mezcla que obtuvo la mayor resistencia a la tracción por compresión diametral estuvo compuesta por 80% de material molido y 20% de polvo de piedra, conteniendo 5% de cemento y 5% de sílice de la cáscara de arroz. Esta mezcla obtuvo resistencia a la tracción por compresión diametral de más de 1.15 MPa. Por lo tanto, se concluye que esta mezcla llega a ser la de mejor desempeño técnico y ambiental, reutilizando residuos del propio pavimento y también de la producción de arroz.

Gómez (2015) en su tesis “*Estimación del coeficiente de aporte AASHTO mediante FWD para la técnica de reciclado de pavimentos rígidos, Rubblizing*”. Tesis para optar la especialización en Ingeniería de Pavimento, en la Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Este trabajo tiene como objetivo dar a conocer sobre las diferentes técnicas de reciclaje de pavimento rígido in situ. El proceso consiste en la trituración y pulverización de pavimento rígido que ya cumplió sus propiedades iniciales ya sea por el envejecimiento, utilizando un martillo de caída que golpea al pavimento rígido; en este tipo de técnica la reutilización es casi el 100 % del material. Se concluye que esta técnica de reutilización del pavimento rígido por triturado es muy ventajosa desde el punto de vista económicamente, ambiental y técnica.

Restrepo y Stephens, el año 2015 sustento su tesis: “*Estudio de las ventajas económicas del reciclaje en frío in situ de pavimentos asfálticos*”, El objetivo de esta investigación fue realizar estudios del análisis técnico – económico del proceso “In situ” en frío, método utilizado en la rehabilitación de la vía Sopetrán - Puente de Occidente. La investigación realizada se sometió a diferentes cumplimientos y especificaciones: a nivel nacional establecido por (INVIAS) y la norma IDU ET-2005. Esta técnica de reciclaje “in situ” es aplicable en vías ya que es de bajo costo, no afecta ninguna materia, y según el transcurrir del tiempo los equipos son más avanzados para realizar esta técnica, también se puede

adicionar aditivos para que este material pueda estabilizarse y tener una mejor característica. Este trabajo culmina con los respectivos informes realizados, como un análisis detallado y estudios económicos para la rehabilitación de la vía.

Méndez (2015), en la tesis *“Evaluación Técnica y Económica del Uso de Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) en Vías Colombianas”*. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, Su objetivo es dar a conocer acerca de las ventajas y del uso del material asfalto reciclado ya que la reutilización de este material in situ permite a la reducción de canteras y ayudando que el impacto ambiental disminuya es por ello que el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) considera esta técnica es factible. Se realizaron estudios donde arrojaron resultados, donde se verifico que este material reciclado tenía un buen funcionamiento, comportamiento, una reducción de costo y de impacto ambiental. Se concluye que esta técnica de reciclaje es factible, económicamente y viable

Patino, (2015) realizo un estudio sobre *“Comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas colombianas con adición de pavimento reciclado al 100%”*. En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Esta presente investigación tiene como objetivo que la mezcla asfáltica determinada por granulometría el comportamiento a fatiga. para esta técnica primero se tiene que tener el material de asfáltico reciclado y luego verificar el porcentaje de contenido del asfalto y saber que porcentaje de asfalto reciclado utilizare. Posteriormente realizare ensayo de probetas trapezoidal, cada probeta con su respectiva granulometría, lo cual se obtuvo como resultado que las mezclas asfálticas tiene una alta rigidez.

Contreras (2016) en su tesis *“Comparación técnico-económica y ecológica del reciclado in-situ, empleando asfalto espumado, con métodos convencionales de mantenimiento periódico de pavimentos flexibles”*. La presente investigación tiene como objetivo resalta las técnicas de rehabilitación sin dañar al medio ambiente. Es una investigación es aplicada porque lo que quiere es resolver la problemática. Esta técnica del asfalto espumado ya es antigua que se desarrolló en EE. UU y que fue más conocida con la llegada de máquinas recicladoras, cabe decir que la técnica de reciclado in situ es más favorable porque reduce costos, por el traslado del material asfáltico, y a la vez es ecológico. Se concluye manifestando que esta técnica de reciclaje espumando es eficiente y favorable, tanto ecológico como económico

López Harly, (2018) en su tesis titulada ***“Estudio del comportamiento de mezclas asfálticas usando pavimento reciclado con emulsión asfáltica y cemento portland en Jicamarca-Huarochiri”*** Tiene como objetivo de estudio verificar que la mezcla reciclada realizada de un con emulsión asfáltica y cemento portland cómo se comporta, Esta investigación se realizará ensayo de granulometría en un laboratorio para poder determinar qué porcentaje de material asfáltico reciclado quedará. Se concluye que este material reciclado es posible que se puede realizar diseño de mezclas ya que cuenta con una gran utilidad y accesibilidad, pero siempre y cuando cumplan con los estándares requeridos.

Villa, (2017), en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, sustento su Tesis ***“Reciclado in situ en Frío de Pavimentos Empleando Emulsiones Asfálticas”***. La presente investigación tiene como objetivo verificar si el reciclado asfáltico en frío es viable o no. El material utilizado es fresado de la carpeta asfáltica que ya está en deterioro. En la cual se realizaron ensayos en el laboratorio para el diseño de la mezcla asfáltica de: lavado asfáltico, Marshall, granulometría, donde se demostró que casi todo el material es reutilizable con la aplicación de emulsión. En conclusión, se puede decir que esta técnica de reutilización es viable y beneficioso.

Sánchez. (2017) en su tesis titulada ***“Diseño y comparación del pavimento flexible mejorado por el método del reciclaje en la carretera Lima-Canta (km 78+000 al km 79+000)”***. Tesis para optar el grado de Ingeniero civil, en la Universidad Cesar Vallejo, Perú. Esta investigación tiene como objetivo determinar la comparación entre el asfalto reciclado y un asfalto convencional. En la cual se realizan ensayos de lavado asfáltico, CBR, Marshall donde se obtuvo resultados favorables con este material reciclado donde destaca que tiene una mejor estabilidad agregando cal en un 1.5%, a comparación del asfalto convencional, en el cual se determinará que la vida útil será un aprox. de 10 años y te tendrá un mantenimiento (28%) menor en la cual generará un ahorro considerable. Por lo cual se concluye que este sistema de reciclaje es ventajoso: económico, ambiental y técnico, ya que nos brinda un buen servicio, tiene un buena reducción de costos y también contribuye con el medio ambiente.

Danfer, Pereda Rodríguez y Nahúm, Cubas Parimango (2015) en su tesis titulada ***“Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales”***, Esta investigación tiene como objetivo demostrar que mediante ensayos realizados (granulometría) es posible

adicionar las partículas (0.50mm-0.85mm) de reciclaje del caucho de llantas se puede complementar con el asfalto para una pavimentación de vías, ya que es rentable económicamente hablando y tiene un buen comportamiento físico-mecánico. Se llegó a la conclusión que esta alternativa del reciclaje con caucho de llanta tiene un buen comportamiento y trabajabilidad a temperaturas elevadas ya que el punto de ablandamiento se dilata hasta 19 °C y la penetración disminuye en 19 mm y a la vez se determinó que el asfalto modificado tiene recuperación elástica de 37% a comparación de un 5% de asfalto tradicional.

Asfalto

Medina y De la Cruz, define al asfalto:

El asfalto es un material oscuro compuesto de productos bituminosos que contiene petróleo la cual sirven para que tenga una mejor cohesión y flexibilidad la mezcla a realizar y a la vez teniendo un aglomerante que permite que se unan las partículas de la mezcla (2015, p.45).



Figuras 3. Corte transversal del pavimento flexible

Propiedades físicas del asfalto

Durabilidad: “Para poder determinar la durabilidad existen varios factores: tipo de diseño a realizar, tipo de mezclas, las características del agregado, el procedimiento que se realizó para la ejecución de la carretera, etc. (Cachay, 2014, p.11)

Adhesión: Para Cachay (2014, p. 11): “la adhesión es la capacidad que el asfalto tiene para adherirse en una mezcla de pavimento. Cohesión por otro lado, es la capacidad del asfalto de mantener firmes las partículas del agregado en el pavimento terminado”.

Susceptibilidad a la temperatura: Según Cachay (2014, p. 11), “Se puede decir que el asfalto es susceptible a la temperatura, ya que la temperatura es inversamente proporcional a la viscosidad”.

Los autores nos indicaron que es conveniente que el asfalto este a una temperatura alta ya que se sabe que es inversamente proporcional a la viscosidad, ósea la viscosidad será menor, y así se podrá realizar un mejor trabajo durante el proceso del mezclado.

Purezas: Según Urrego (2016, p. 34), “El cemento asfáltico tiene un gran porcentaje de bitumen, casi el 100% son solubles en bisulfuro de carbono”.

Comportamiento estructural de los pavimentos

Según Leguía y Pacheco: afirman que

Dependerá únicamente a la cantidad de capas que conforme. De acuerdo a las cargas que se repartan se comportaran como pavimento flexible o rígido [...] el factor principal influyente será el tipo de carga y la velocidad. Cuando las cargas son continuas afecta directamente la resistencia de la carpeta asfáltica y las bases del pavimento. (2016, p. 28).

Los autores nos recomendaron que se tiene que tener en cuenta las cargas pues conociendo ese resultado sabremos qué tipo de pavimento diseñaremos y así se podrá cumplir con los requerimientos.

Ciclo de vida del pavimento

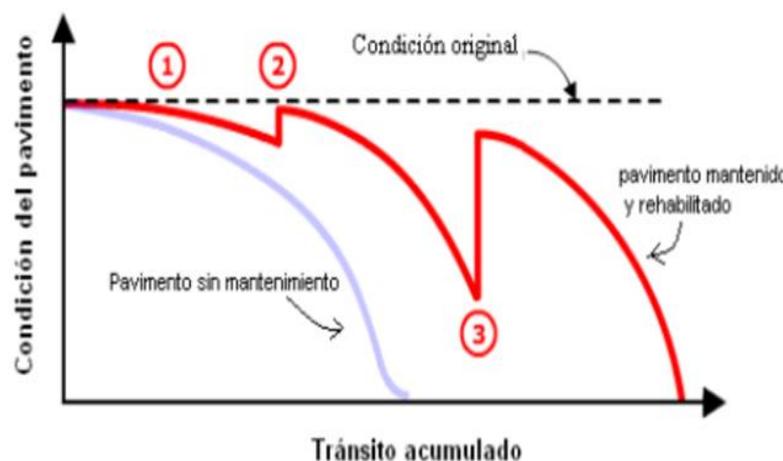


Figura 4. Ciclo de vida del pavimento

En la figura 1 se observó a la curva de color gris que represento al pavimento sin mantenimiento y otra curva roja que represento al pavimento mantenido y rehabilitado.

En el punto 1 se ejecutó trabajos de mantenimiento, en la cual en pavimento mantendrá sus propiedades iniciales.

En el punto 2 se ejecutó un trabajo de rehabilitación en la cual se consiguió reponer dicho pavimento.

En el punto 3 se ejecutó una rehabilitación y restauración en casi todo el pavimento con el objetivo de reintegrar sus propiedades iniciales.

Cuando empieza en tránsito de la vía es ahí donde se desarrolla el deterioro del pavimento.

Medina y De La Cruz, indica que durante la vida útil del pavimento asfáltico se desarrollaran las siguientes fases:

Fase de Consolidación: Es la fase donde inicia la vida útil del pavimento donde sufrirá ciertas deformaciones producido por las cargas de los vehículos que tiene como característica la rápida estabilización.

Fase Elástica: Continúa después de la fase de consolidación. Si se cumple con la fase de deflexión y recuperación de pavimento producido por tránsito de vehículos se podría afirmar que el pavimento tendrá un ciclo de vida duradera y en caso contrario que no ocurra esta fase la duración del pavimento será menor.

Fase de Fatiga: Es la fase donde culmina la vida útil de la estructura. La constante transitabilidad de vehículos causan deflexiones y a la vez inician tensiones de tracción en el revestimiento. En esta fase es la acumulación constante de la deflexión, producidas por el continuo tránsito de vehículos hasta que llega al punto de romperse por fatiga apareciendo grietas y a la vez penetrándose aguas de esta manera cumpliéndose la vida útil del pavimento. (2015, p.31),

Se conoce que el pavimento presenta 3 fases: consolidación, elástica y fatiga es en esta donde se puede aplicar la reutilización de pavimento asfáltico ya que presenta fisuras y el deterioro de su carpeta asfáltica donde su vida útil entra en proceso de finalización.

Material fresado

El fresado consiste en levantar las partes defectuosas de un pavimento sin dañar los que estén en buen estado, ya que este material nos puede servir para hacer trabajos de rehabilitación.

Para nosotros obtener este material que ya se encuentra deteriorado se utilizara una maquina fresadora en la cual elimina el ancho, largo y espesor deseado, cargándolo directamente en el camión, los tiempos de trabajo se reducen considerablemente con un impacto mínimo en el tráfico.



Figura 5. Maquina fresadora

El material fresado resultante pueda ser reusado para la fabricación de nuevas mezclas asfálticas o como suelo seleccionado o adecuado en la misma obra.

Características del material fresado

Para poder determinar la característica del material fresado se realizará los siguientes ensayos.

Granulometría nos indicara la gradación del material fresado que porcentaje de finos y gruesos se encuentran en el material

Ensayos de extracción: sobre el asfalto, para determinar el porcentaje de asfalto residual que tiene el material fresado.

Ensayos de resistencia a la compresión simple: Para realizar actividades de reutilización con el material fresado.

Ensayos de resistencia a la inmersión compresión: Para realizar actividades de reutilización del material fresado con emulsión asfáltica.

Usos del material fresado:

Rellenos:

Según Méndez sostiene que:

Por las condiciones de dureza y de resistencia del material, es ideal para ser utilizado como material de rellenos en obras de estabilización o en cualquier otra que implique la utilización de un material con características geotécnicas similares al de una piedra picada (2016, p. 24).

En Brasil, suele utilizarse como material de relleno en la construcción de obras complementarias, tales como aceras.

En España, existen experiencias positivas en la utilización de este material como relleno de islas centrales y caminerías.

Estacionamientos: Según Méndez (2016, p. 25) “Las áreas para estacionamiento o parqueaderos requieren de grandes cantidades de material integral o piedra picada para la construcción de una capa base, resistente a las sollicitaciones puntuales de los vehículos”.

El material fresado, en muchos países de Latinoamérica, se está utilizando bien sea simple o con la adición de un porcentaje de Cemento Asfáltico (C.A) o emulsión residual para la construcción de las capas bases y de rodamiento de estos sitios.

Vías Secundarias:

Años atrás investigadores empezaron a analizar e investigar en caminos rurales, agrícolas y vías secundarias con la utilización del material fresado, a fines de obtener el material y sea más económico en lo cual tenga a la vez facilidades para la producción de una mezcla con agregados apegados en cuanto a las Normas en lo que a calidad y granulometría se refiere, y a los sitios de disposición de las plantas en caliente, producir una mezcla resistente al rodamiento de los vehículos.

Material Filtrante para Drenajes:

Para la utilización de material como filtro de tuberías según las especificaciones técnicas lo ideal es utilizar material granulado, lo cual más recomendable y un sustituto excelente sería el material fresado.

En Argentina, se tienen experiencias al respecto, las cuales han sido positivas dadas la flexibilidad y adaptabilidad de esta técnica a una variada gama de espesores, según las exigencias de los diferentes proyectos hidráulicos.

Ventajas del uso del material fresado:

Desde este punto de vista, favorece al ambiente porque se evita por una parte la explotación de nuevos préstamos o canteras, y por otra parte se evita la acumulación en sitios de usos públicos del material fresado.

Su proceso se ahorra más energía que en el proceso convencional de construcción de una capa asfáltica

Debido a que se reduce la perturbación al tráfico durante el proceso construcción, el cual además resulta más corto, porque se dispone de una única máquina que, en una pasada corta, mezcla y extiende el material.

Se economizan honorarios profesionales en la búsqueda de materiales de la zona, que, de acuerdo a las normas, sirvan para la construcción de una estructura multicapa, así como en la supervisión de la construcción de una capa de pavimento.

Se reduce el costo por adquisición de materiales tales como agregados y cemento asfáltico, a la par de que se evita el transporte tanto para el bote del material fresado, como el propio de la mezcla asfáltica.

La disposición, como desecho, de los materiales del pavimento es reducida o en gran parte eliminada por lo que hay un ahorro de combustible.

Hay una preservación de los recursos naturales gracias a la reutilización/recuperación de los agregados y del asfalto en los pavimentos existentes.

Desventajas del uso del material

Se pueden presentar retrasos en la obra por no controlar humedades en planta, lo cual conlleva a presentar un asentamiento excesivo del material ya poseer un material con deficiente compacidad y resistencia.

El período de rehabilitación de una base reciclada es menor en comparación a la de una carpeta asfáltica.

Debido a no contar con la experiencia por ser una técnica de rehabilitación aun nueva, es que los rendimientos son bajos, pero esto se irá superando con el uso más intensivo del reciclado en las rehabilitaciones de nuestras pistas.

Otra desventaja es que el costo de la partida de pavimentos con una base asfáltica reciclada en frío es mayor a la de una carpeta asfáltica en caliente, esto debido a que la primera necesita de la colocación de un tratamiento superficial.

Tipos de Técnicas de Pavimento con Uso del Material Fresado

Reciclaje de pavimentos flexibles

Según Sánchez (2015. p. 15) define: “El reciclaje se caracteriza por el método que se ejecuta a un pavimento envejecido o que está en deteriorado en la cual ya culmino su vida útil. Es un tratamiento económicamente factible”.

Se puede decir, que este método de reciclaje es muy beneficioso por su alternativa de utilizar material reciclado y también por su bajo costo de ejecución.

Para Sánchez, el reciclaje de pavimentos se divide en tres tipos los cuales son:

Reciclaje superficial.

Consiste en un tratamiento donde la pavimentación no ha perdido del todo sus características o no son aún deficientes en el cual se realizará una rehabilitación donde se ejecutará un retratamiento.

Reciclaje en el lugar (in situ).

Este reciclaje se caracteriza por la reutilización del material asfáltico ubicado en el mismo lugar de la ejecución, esta técnica se puede realizar en frío o en caliente dependerá del tipo de falla.

Reciclaje en planta.

Este proceso de reciclaje se realiza con la obtención de material recuperado de la carpeta asfáltica donde se traslada en lugares de acopios para producir una nueva mezcla asfáltica en caliente. Donde luego es trasladada en el lugar de ejecución utilizado como una nueva carpeta asfáltica.

Conociendo los tipos de reciclaje, se escogerá por el tipo de daño y reparación.

Técnicas de reciclaje

Es la reutilización de materiales en mal estado que esta conforma el paquete estructural donde ese material se volverá a utilizar ya sea con elementos bituminosos produciendo una mezcla asfáltica.

En el cual se puede decir que hay varios tipos de reciclaje las cuales son:

Reciclaje en Caliente

Según J. Aviles sostiene que:

Se sabe que la utilización del betún se reduce cuando se recicla en caliente el material y a la vez también reducirá los costos. En la cual se realizan gastos para este proceso como: el fresado del material, traslado y almacenamiento del RAP, las mezclas del calentamiento a realizar y equipos necesarios a utilizar. El proceso de reciclaje, la calidad de las mezclas a utilizar (betum-petres) estas características dependerán mucho al resultado que se quiere llegar. (2015, p.64).

En Planta.

Según J. Aviles indica que:

Se utiliza el material de la carpeta asfáltica que ya cumplió su vida útil y se traslada este material a una planta determinada donde se realizara un tratamiento en caliente donde se añadirá materiales que aporten con esta mezcla ya sea petróes, ligantes y agentes rejuvenecedores. Para este proceso se tendrá que utilizar una maquina fresadora en el cual se desprenderá el material de la carpeta asfáltica y a la vez esta máquina cargara a los respectivos volquetes donde estos se trasladaran en una planta para el respectivo tratamiento del RAP. (2015 p. 65).

En vía (o in situ)

Según J. Aviles sostiene que:

Este sistema consiste en la reutilización del pavimento asfáltico fresado que están aptas a mezclase o no con materiales nuevos, este proceso está situado en el mismo lugar de ejecución y luego este material es extendido en la vía para luego ser compactada y obtener una nueva pavimentación (2015, p. 65).

La aplicación de este método corrige ciertos problemas superficiales causadas por el envejecimiento, pérdida de textura del pavimento, etc.

Tabla 1: *Fallas tratadas con esta tecnología*

Síntomas	Solución con el Reciclado
Fisuras en la carpeta asfáltica	Las fisuras son eliminadas
Perdida de adherencia en el agregado pétreo	Mezclado y recubierto con ligante
Cambio en la granulometría	La gradación es restablecida
Perdida de transitabilidad y confort	Mejora la resistencia al deslizamiento

Fuente: Repaving Cutler, 2015

Reciclaje en frío.

Según J. Aviles (2015, p. 14): “Este sistema consiste en el proceso de reciclaje del material obtenido por el fresado del material que trabaja a temperatura ambiente y que se integran aditivos en cual tiene como objetivo tener un material nuevo”.

Reciclado in situ en frío con cemento:

Este procedimiento consta con la reutilización del material fresado y el mezclado del cemento lo cual se extenderá por la vía requerida y luego se compactará obteniendo un pavimento sólido.

Reciclado in situ en frío con emulsiones bituminosas:

Este sistema de RAP en frío es ventajoso ya que casi en su totalidad es reutilizado el material fresado que luego se mezcla con emulsión o aditivos, una vez realizado el mezclado se procede a extender y compactar el material obtenido y finalmente se extenderá una mezcla en caliente en la capa de rodadura.

Todas las técnicas realizadas tienen como objetivo responder a los diferentes daños del pavimento como: transpirabilidad, cargas actuantes y daños causados, de esta manera se elegirá que tipo de método utilizare de acuerdo a las características que presenten.

Emulsiones Asfálticas

Una emulsión es una mezcla homogénea de dos líquidos son inmiscibles entre ellos, los líquidos que conforma la emulsión es el agua y asfalto.

Composición:

La emulsión este compuesto por tres ingredientes los cuales son el agua, asfalto y un agente emulsivo

Asfalto

El cemento asfáltico es el elemento principal de la emulsión asfáltica, en la cual constituye un promedio de 50 a 70% de la emulsión.

Agua

Este es el segundo componente, el agua no es menos importante que el asfalto ya que contiene minerales u otros elementos que afectan la producción de la emulsión asfálticas

Agentes Emulsivos

Las propiedades de las emulsiones asfálticas dependen en gran medida de los agentes químicos utilizados como emulsivos. El emulsivo es un agente tenso activo o surfactante.

Diseño de mezcla asfáltica

En este capítulo se explicará brevemente los conceptos que utilizaremos para esta tesis y para el ensayo en el laboratorio de Ingeocontrol para así determinar las propiedades trabajabilidad, estabilidad y resistencia.

Para determinar el porcentaje de agregados, agua y emulsión para que la mezcla este dentro de las especificaciones establecidas del ministerio de Obras Públicas de Costa Rica en la conservación de caminos (CRM-2002), en la que tiene la especificación de reciclaje en frio de pavimentos.

Tabla 2: Husos granulométricos (CR – 2002) – Gradación Cerrada

Tamaño del tamiz	Material Pasante (%)		
	MDF - 01	MDF - 02	MDF - 03
37.5mm. (1 ½)	100	-	-
25.0mm. (1")	80 - 95	100	-
19.0mm (3/4")	-	80 – 95	100
12.5mm. (1/2")	62 – 77	-	80 – 95
9.5mm. (3/8")	-	60 – 75	-
4.75mm. (N°4)	45 – 60	47 – 62	50 – 65
2.36mm. (N°8)	35 – 50	35 – 50	35 – 50
300um. (N°50)	13 – 23	13 – 23	13 – 23
75um. (N° 200)	3- 8	3 – 8	3- 8

Fuente: CR -2002

Lavado Asfáltico

Indica que porcentaje de asfalto contiene el material fresado, generalmente se realiza el lavado con tricloroetileno o gasolina

Este lavado tiene como objetivo determinar el contenido del asfalto residual tentativo en la cual se usa normas como:

- MTC E502
- AASHTO T 164
- ASTM D 2172

Especificaciones técnicas de control de calidad de los materiales

Se muestran las siguientes especificaciones técnicas que se utilizaran en la presente tesis.

Especificaciones técnicas Generales para carreteras del Ministerio de transporte y Comunicaciones (EG-2000/MTC)

Especificaciones técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica del Consejo Nacional de Vialidad (CRM – 2002/ CONAVI)

Material Fresado

El material fresado de la carpeta asfáltica, la cual es necesario realizar ensayos para determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

Tabla 3. *Ensayos de Control de Calidad – Fresado*

Ensayo	Norma Técnica	Descripción
Análisis Granulométrico	MTP 400.012 (01)	Nos indica el tamaño de las partículas de los agregados y la gradación que tiene este material por medio de tamices.
Peso Específico, 15.6/15.6°C	ASTM D – 70/97	Nos Indica la relación que tiene entre el volume del material y el peso del volume del agua

Fuente: elaboración propia

Agregados Finos

El agregado está conformado por el agregado fino que pasa la malla N°4, los cuales realizaran los ensayos en el laboratorio.

Tabla 4. *Ensayos de Control de Calidad – agregado fino*

Ensayo	Norma Técnica	Descripción
Análisis Granulométrico	NTP 400.012 (01) NTP 400.018 (02)	Nos indica el tamaño de las partículas de los agregados y la gradación que tiene este material por medio de tamices.
Equivalente de Arena	ASTM D2419	Determina la proporción relativa de polvo fino, a mayor valor de equivalente arena mejor es la calidad del material.
Peso Específico y Absorción.	NTP 400.021 (802)	Indica la relación que tiene entre el volume del material y el peso del volume del agua

Fuente: elaboración propia.

Determinación del Contenido de Asfalto Teórico Tentativo

Para esta tesis se utilizó una emulsión de rotura lenta que es el CCS – 1H, que generalmente estas emulsiones son utilizadas para granulometrías cerradas, ya que nos aseguran una buena cohesión y trabajabilidad en la mezcla.

Para determinar el contenido teórico tentativo de emulsión se emplearán la ecuación que corresponde al manual N°14 del Instituto del Asfalto se plantea en la ecuación, reducir el valor del porcentaje teórico de emulsión en 30%.

$$E = (0.05 * A + 0.1 * B + 0.5 * C) * 0.7$$

E = porcentaje teórico en peso de la emulsión asfáltica.

A = Porcentaje de agregado que queda retenido en el #8 (2.36 mm)

B = (Pasa tamiz N.º 8(2.36 mm)) – (Pasa tamiz N.º 200(75µm)).

C = Material pasa por el tamiz N.º 200(75µm)

Determinación del contenido Óptimo de Agua de compactación

Para poder determinar el óptimo contenido de humedad primero se tiene que conocer el contenido asfáltico teórico tentativo y las cantidades de los agregados en el que se añade el agua a la mezcla en el cual se prepara a temperatura ambiente para así poder preparar las briquetas en el cual se deja curar por un periodo de unas 24 horas, en seguida se lleva al equipo Marshall para poder determinar sus estabilidades de cada mezcla,

Una vez obtenido los resultados se procede a graficar la curva de tendencia de estabilidad Vs. Contenido de Humedad Óptima en lo cual elegimos la mayor estabilidad que presenta la gráfica y así se elige cual es el óptimo contenido de humedad de compactación.

Determinación del contenido Óptimo de Asfalto Residual

Para poder determinar el contenido óptimo de asfalto residual se debe conocer el contenido asfáltico teórico tentativo, las cantidades de los agregados y el contenido óptimo de humedad de compactación en la cual debe realizarse varias series de muestras las cuales se preparan con una variación de 1% de emulsión.

Una vez preparado mis mezclas se le lleva a que pierden peso por aireación luego se procede a realizar mis briquetas las cuales son curadas por un periodo de 72 horas para si poder llevarlas en el equipo de Marshall para así poder determinar las propiedades de las mezclas que se realizaron.

Estabilidad

La estabilidad es la capacidad de un pavimento de soportar las cargas de un tránsito y resistir sin que se produzcan excesivas deformaciones ya que eso depende de la cohesión y fricción que tiene los agregados en la mezcla.

Porcentaje de Vacíos

Es la cantidad de vacíos que se encuentra en una mezcla luego de ser compactadas, la durabilidad del pavimento tiene mucho que ver con los vacíos de aire que se encuentra.

A mayores vacíos en la mezcla es mayor la posibilidad de deterioro

A muy bajo contenido de vacíos hay probabilidad de exudación

A muy bajo contenido de vacíos abra menor permeabilidad.

Tabla 5. *Ensayos de Control de Calidad – Mezclas Asfálticas*

Ensayo	Norma Técnica	Descripción
Estabilidad (kg)	ASTM D - 1559	Determina la resistencia que tiene la mezcla, mediante el aparato Marshall
Porcentaje de Vacíos (%)	ASTM D – 3203	Determina la cantidad de vacíos que se encuentra en la mezcla luego de ser compactada.
Perdida de Estabilidad (%)	ASTM D – 1075	Determina la perdida de la cohesión de la mezcla por la acción del agua
Humedad Absorbida (%)	ASTM D - 1188	Determina la cantidad de agua que la mezcla absorbe.

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. *Parámetros de control de calidad – Mezclas asfálticas*

Propiedades	Parámetros de Calidad	
	Mínimo	Máximo
Densidad seca bulk (g/cm ³)	--	--
Estabilidad modificada seca (lb),	500	--
Estabilidad modificada húmeda (lb),	500	--
Cambios de estabilidad (%)	--	50
Vacíos totales (%)	2	8
Humedad absorbida (%)	--	4
Revestimiento (%)	50	--

Fuente: Universidad de Illinois y (MS – 22)

Procedimiento de Aplicación de la Mezcla asfáltica

Obtención principal del material fresado a reusar, para ello se tiene que recurrir en lugares de acopios de este material para tomar una pequeña cantidad del material fresado y realizarle pruebas correspondientes

Se realizan ensayos de lavado asfáltico y Marshall para determinar sus características principales,

Se obtiene una nueva mezcla bituminosa

Se realiza el mezclado del material a utilizar.

Previamente se prepara y nivela el terreno con una motoniveladora y se le compactó tanto con el rodillo liso como el neumático, para luego imprimir toda la superficie

Se procede a colocar plantillas para obtener el espesor especificado

Se transporta la mezcla del lugar de almacenamiento hasta el sitio de la colocación

Con un rastrillo se procede a esparcir y nivelar la carpeta

Una vez que se llega al contenido óptimo de agua en la compactación se procede a compactar.

Un rodillo vibratorio pesado, el cual hace que el material extendido y refinado termine por encajarse en el hueco abierto.

Un rodillo de neumáticos también pesado que, con baja presión de inflado, compacta el fondo de la capa reciclada y, con alta presión, ayuda a la eliminación del agua y cierra la superficie.

Partículas en suspensión

Según Méndez indica que:

Las partículas en suspensión son partículas microscópicas que quedan suspendidas en el aire producido por el ser humano o de forma natural pueden ser solidas o liquidas y a la vez afecta la salud del ser humano y también trae una contaminación Ambiental. (2017, p. 25)

Características

Las características resaltantes de polvo son:

Las partículas comprendidas entre 1 a 100 μm

No experimentan ningún cambio químico, pero si experimentan cambio físico

Las partículas pequeñas quedan suspendidas en el aire y las partículas grandes se sedimentan.

Tipos de Polvos

Según el Instituto Nacional de Salud: El polvo contiene del 1% cuarzo. debido al bajo a la poca presencia de sílice, es menos dañino para los pulmones

Polvo fibrogenico: Estos polvos en suspensión son muy peligrosos ya que son retenidos en los pulmones y contiene sílice y afecta en la disminución de la respiración produciendo silicosis.

Polvo respirable: Son partículas pequeñas que son respirables y es complicado que el mecanismo de limpieza (cilius y mucus) cumpla su función en su totalidad.

Polvo inhalable: El mecanismo de limpieza puede retener la partícula que tiene un diámetro de 10 μm

Polvo total.: Son las partículas de todo tamaño que están suspendidas en el aire

Tabla 7: Clasificación del polvo en función de su tamaño

Tipo		Tamaño	Observaciones	Riesgo para la Salud
Polvo Total	Fino o en suspensión	Partículas < 7 µm	Invisible al ojo humano	Partículas alveolares, que pueden alcanzar los alveolos pulmonares
	Medio	Partículas entre 1 y 10 µm	Permanecen en suspensión en la atmosfera	Mayor riesgo para la salud
	Grueso o Sedimentable	Partículas >10 µm	Visibles al ojo humano. Sedimentan rápido y a pequeñas distancias la fuente Responsables de la contaminación pulvigena del entorno de la explotación	Partículas inhalables (entre 10 y 100 µm) que penetran por la nariz y boca. Poco riesgo para la salud ya que son retenidas por los cilios y mucosa y se eliminan por expectoración.

Fuente: Organización Mundial de la Salud

Como afectan las partículas en suspensión

Según el ministerio de salud. “Las partículas suspendidas que se encuentra en el aire pueden afectar grandemente a los niños, ancianos, mujer gestante y personas con enfermedades pulmonares siendo ellos los más vulnerables”.

Las partículas suspendidas en el aire, de todo tamaño ya sean pequeñas o grandes son perjudiciales para la salud especialmente en personas con enfermedades respiratorias.

Cuando las partículas finas ingresan en nuestro cuerpo son más peligrosas ya que presentan características físicas, químicas y biológicas.

Cuando las partículas de suspensión se encuentran con otros contaminantes como son los gases modifica automáticamente su composición y efectos.

Problema General

¿Se podrá reusar el material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en poblaciones urbano marginales?,

Problema Especifico

¿Se puede determinar si las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible cumplen con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales?

¿Se puede determinar si la estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales?

¿Se puede determinar si el porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales?

Justificación de Estudio

Para esta investigación se plantea la siguiente justificación, una de las principales preocupaciones de nuestras poblaciones se encuentra en la Conservación de materiales, protección del medio ambiente y la economía en los procesos de construcción y rehabilitación. El reúso del pavimento asfalto es una técnica muy ventajosa que ayuda a la reducción de material desechable y también reduce costos por su reúso del material contribuyendo así con la economía. El reciclado del material asfáltico nos ayudara a tener resultados óptimos en las vías de las zonas marginales ya que extinguiría las partículas suspendidas (polvos) que son causa de problemas de salud en estas poblaciones El presente estudio de investigación muestra una técnica de solución a los impactos generados por la polución de partículas de polvo, para su aplicación en casos similares o a nivel nacional por tanto se justifica su estudio. Finalmente, indicar que la motivación de realizar esta investigación es dar solución a la problemática que tiene la población.

Hipótesis General

Es factible reusar el material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en Poblaciones Urbano marginales.

Hipótesis Específicas

Se podrá determinar si las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible cumplen con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Se podrá determinar si la estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Se podrá determinar si el porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Objetivo General

Determinar el reuso del material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en Poblaciones Urbano marginales

Objetivos específicos

Determinar si las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible cumplen con las especificaciones establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Determinar si la estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Determinar si el porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, en la que se analizaron diversas teorías científicas existentes en un tiempo único. Tuvo como objetivo resolver determinados problemas y obtener resultados positivos, en este tipo de investigación se utilizó conocimientos ya existentes para dar respuesta a problemas, es decir permitió aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del estudio.

Baena (2017), Menciona “La investigación aplicada tiene como finalidad estudiar un problema destinada a la acción. [...] se centra en los diversos métodos para poner en práctica las especulaciones generales, dedica sus esfuerzos a explicar los requisitos que la sociedad y los hombres presentan” (p.18).

Al ser una investigación de tipo aplicada se indicó que uno de sus objetivos era dar respuesta a una determinada situación problemática, que se presentó en la realidad mediante la aplicación de conocimientos que se obtuvieron con motivo del estudio realizado.

Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es experimental, se utilizó ensayos de laboratorio, por lo tanto, fue una simulación mediante la cual se obtuvo resultados, ya que manipularemos la variable independiente para observar los efectos físicos que esta produjo en la variable dependiente.

Pino (2017), Indica “El diseño experimental, se da por cuando se manejó una o más variables, que actúan como variables independientes para determinar sus efectos en las variables dependientes dentro del control por parte del investigador” (p.187)

Ávila (2016), menciona “la investigación experimental [...] consiste evaluar o inspeccionar los impactos que se producen en los factores dependientes cuando se presenta el factor libre, es decir, intentar demostrar una relación causal” (p. 60).

Nivel de Investigación

Hernández (2015, p.76), sostiene que “La investigación descriptiva, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población”.

La investigación es de nivel descriptivo ya que sustentó resultados de ensayos de laboratorio que muestran las características y propiedades de la variable de estudio.

Enfoque de investigación

Se tuvo un enfoque cuantitativo en la investigación, porque tuvo como objetivo obtener resultados exactos relacionados con la realidad de problema.

Valderrama (2017), señala “la investigación cuantitativa sigue una secuencia y también se enfoca en demostrar, porque su propósito es generar valores numéricos al momento de cuantificar el problema” (p.109).

2.2. Operacionalización de Variables

Batthyány (2011, p.51). sostiene que, “el proceso de operacionalización consiste en la transformación de conceptos y proposiciones teóricas en variables.”.

variable 1 (Independiente): Reusó del asfalto fresado

Niño (2015, p.60), define “Variable independiente es la que antecede a una variable dependiente, a la cual determina; o también, la variable cuyos cambios de valor se presume que son causa de variaciones en los valores de otra variable llamada dependiente”.

Entonces, la variable que fue manipulada y analizada por el investigador fue la variable independiente, esta produjo resultados en la variable dependiente.

Variable 2 (Dependiente): Mitigación de partículas en suspensión en calles no pavimentadas

Según Behar considera que:

Son cambios sufridos por los sujetos como consecuencia de la manipulación de la variable independiente por parte del experimentador. En este caso el nombre lo dice de manera explícita, va a depender de algo que la hace variar. Propiedad o característica que se trata de cambiar mediante la manipulación de la variable independiente. Las variables dependientes son las que se miden. (2018, p.29)

La variable dependiente es la que sufrió cambios por la acción de la variable independiente, esta se utilizó para medir el problema de la investigación.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8. Operacionalización de la Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Medición
Reusó del Asfalto Fresado	El reuso de materiales asfálticos (RAP) es una nueva técnica de rehabilitación de carreteras que consiste en reciclado del material procedente de la capa estructural que ya han cumplido su vida útil	La estabilidad es la capacidad de un pavimento de soportar las cargas de un tránsito y resistir sin que se produzcan excesivas deformaciones	Propiedades físicas del asfalto fresado	Determinación del contenido asfáltico residual	Ensayo de lavado asfáltico
			Estabilidad	Capacidad de soportar las cargas	Ensayo de Marshall
			Porcentaje de vacíos	Durabilidad	Ensayo de Marshall

Fuente: elaboración propia

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 9. Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Medición
Mitigación de Partículas en Suspensión en Calles no Pavimentadas	Son partículas microscópicas que quedan suspendidas en el aire producido por el ser humano o de forma natura	Según el tamaño del diámetro de las partículas, podemos distinguir entre polvo total, tratándose en este caso de partículas gruesas; polvo respirable, para hacer referencia a partículas finas.	Características físicas de las partículas	Partículas finas Partículas grandes	Instrumento de medición de partículas

Fuente: Elaboración Propia

2.3.Población, Muestra y Muestreo

Población

Batthyány define:

La población es una delimitación del universo de unidades de análisis, con relación a las cuales se contrastan las hipótesis y se sacan conclusiones en el proceso de investigación, se identifican de las unidades que se observarán en un espacio y en un tiempo determinado. (2011, p. 71).

En el presente proyecto de investigación la población que fue seleccionada para que se obtenga el material fresado corresponde al vertedero ubicado Av. Canta Callao y distrito de San Martín de Porres y provincia de Lima.

Muestra

“La muestra es un subconjunto del total de la población ya definida, para ello se necesita aplicar algún método que nos facilite un muestreo confiable “(Walpole y Myers, p. 2).

La muestra de la presente investigación estuvo conformada por 16 briquetas de la mezcla experimental, con el aporte del material fresado de un pavimento flexible.

- 4 briquetas de 1100 g (60% material fresado + 40% agregado fino), se añadió 1.4% de asfalto residual y 2.9% de agua, para ensayos Marshall
- 4 briquetas de 1100 g (60% material fresado + 40% agregado fino), 2.4% de asfalto residual y 2.3% de agua, para ensayos Marshall
- 4 briquetas de 1100 g (60% material fresado + 40% agregado fino), 3.4% de asfalto residual y 1.7% de agua, para ensayos Marshall
- 4 briquetas de 1100 g (60% material fresado + 40% agregado fino), 4.4% de asfalto residual y 1.0% de agua, para ensayos Marshall

Tabla 10. *Composición de las muestras*

N° Mezcla	Cantidad Briquetas	Peso de Agregados (g)	Asfalto Residual		Agua Añadida	
			%	g	%	g
1	4	1100	1.4	15.4	2.9	31.9
2	4	1100	2.4	26.4	2.3	25.3
3	4	1100	3.4	37.4	1.7	18.7
4	4	1100	4.4	48.4	1	11

Fuente: Elaboración Propia

Muestreo

Las muestras no probabilísticas, según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 176) plantea que: “El muestreo no probabilístico es adecuado para cierto diseño de estudio que no requiere tanta representatividad estadística de elementos de una población, sino más bien una cuidadosa y controlada elección de sujetos con determinadas características especificadas”.

Según los autores mencionados, la toma de muestra no probabilísticas implica que la toma de individuos no sea estadísticamente representativa, ya que se busca realizar una selección de muestra orientado por las características de la investigación. Por lo cual en la presente tesis se realiza una toma de muestra no probabilística por conveniencia, pues la selección de muestra se realiza de forma directa por el investigador, considerando los objetivos de la investigación.

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad

Técnicas de Investigación

Según: Bautista (2015).” Una de las técnicas es la recolección de datos tuvo como objetivo obtener información ya se hechas por encuestas, entrevistas, diagrama de flujo, etc. para luego utilizarla durante el desarrollo de la investigación”.

En esta presente investigación se utilizó Instrumentos de recolección de datos.

Instrumento de recolección de datos.

Según: Bautista (2015). “La recolección de datos tiene como objetivo obtener información ya se hechas por encuestas, entrevistas, diagrama de flujo, etc. para luego utilizarla durante el desarrollo de la investigación”.

La recolección de datos implico seleccionar ya sea un instrumento o método a realizar que se utilizó en la investigación.

Formato 1: Recolección de Datos de Campo

Formato 1. 1: Recolección de Datos de Granulometría

Formato 1. 2: Recolección de Datos del Marshall

Formato 2: Técnica en el Diseño

Formato 3: Estimación de Costos del Reusó del Asfalto

Formato 4: Encuesta Para determinar el método más utilizado.

Validez

Yuni y Urbano (2014), mencionan “la validez [...] la propiedad del instrumento para medir lo que se pretende observar” (p. 135).

Para el análisis de validez al cual fue sometido el instrumento de investigación estuvo dado de acuerdo al juicio de expertos; es decir, por tres ingenieros civiles, los cuales evaluaron de manera técnica y especializada.

Asimismo, el presente trabajo, se validó con la información recolectada.

Tabla 11. *Parámetro de Validez para el instrumento*

Rango	Magnitud
0.53 a menos	validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez Perfecta

Fuente: Según Oseda (2011).

En base al instrumento realizado en este proyecto, se contó con 3 ingenieros civiles, que determinaron el nivel de validez según el cuadro expuesto anteriormente.

Tabla 12. *Resumen de Validación*

Validación	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio De Puntuación
	Ing. Padilla Pichen Santos Ricardo	Ing. Sifuentes Jimenes Armando	Ing. Colquichagua Jaco Mirian	
Puntuación	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

Para Ubaldo (2014, par. 7) “Una investigación con buena confiabilidad es aquella que es estable, segura, congruente, igual a sí misma en diferentes tiempos y previsible para el futuro.”

Tabla 13. *Rango de confiabilidad*

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente Confiabilidad
1.00	Confiabilidad Perfecta

Fuente: Herrera (1998)

Respecto a ello la confiabilidad se obtendrá con la validez del instrumento, de modo que con los mismos se pueda lograr un estudio confiable y congruente.

La confiabilidad también se sustentará con el certificado de calibración de cada equipo automatizado que se usará para los ensayos de esta investigación.

2.5. Métodos de Análisis de Datos

Según Ávila, indica lo siguiente:

Una vez concluidas las etapas de colección y procesamiento de datos se inicia con una de las más importantes fases de una investigación: el análisis de datos. En esta etapa se determina como analizar los datos y que herramientas de análisis estadístico son adecuadas para este propósito. (2011. Par.5).

El método de análisis de datos se basó en un conjunto de procesos que se deben cumplir en una investigación y que se aplicaron a varias ciencias.

Para verificar la reutilización del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión en calles no pavimentadas, fue necesario realizar los diversos ensayos para determinar las características del pavimento asfáltico en el cual se ordenó e interpreto, y así me ayudaron a verificar si mi hipótesis es aceptada.

2.6. Aspectos éticos

Para esta investigación se recopiló información de proyectos de tesis, libros, revistas y otras fuentes para obtener información de temas relacionados a mis variables.

Asimismo, la información brindada relacionadas a mi variable están respectivamente citados por los autores según corresponde por el sistema ISO 690, asegurando la confiabilidad, protección y derecho de autor de las diferentes fuentes de información en el desarrollo de este estudio. La investigación fue revisada y procesada mediante el software del TURNITIN, dicho software avalará la confiabilidad y privacidad de la investigación, la misma que será de autoría propia y se obtuvo los resultados del programa Turnitin a un 13%, demostrándose de este modo que no hay plagio y que se han respetado los derechos de autoría

III. RESULTADOS

Ubicación

La investigación se basó en el reúso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en calles no pavimentadas.

Para esta investigación el material reutilizable correspondió al vertedero ubicado en la Av. Canta Callao en el distrito de San Martín de Porres y provincia de Lima.

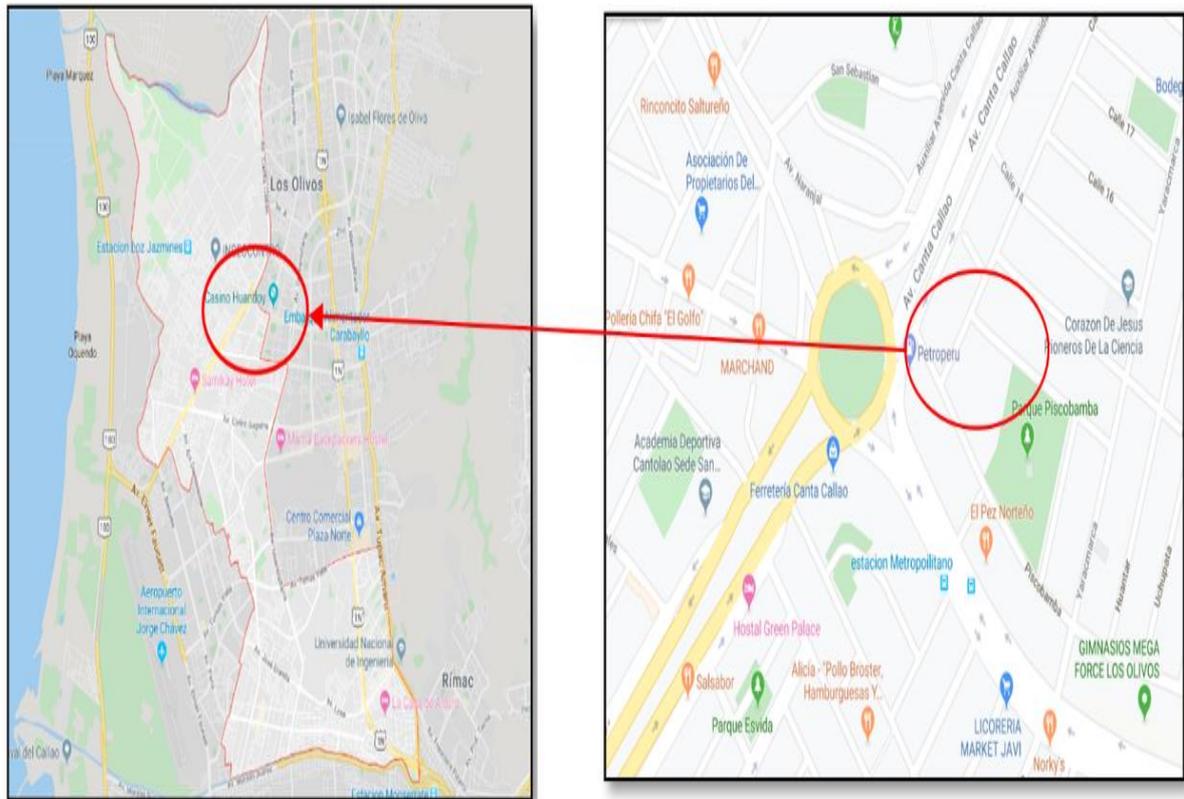


Figura 6. Mapa de ubicación de la ovalo Canta Callao y la Av. El Sol de naranjal, San Martín de Porres – Lima

Ubicación

Región: Lima

Departamento: Lima Metropolitana

Provincia: Costa

Distrito: San Martín de Porres

Análisis e Interpretación de los resultados

Obtención del material fresado para el diseño

Para ello se tuvo que recurrir en la Av. Canta Callao distrito de San Martín Porres, donde existe lugares de acopios del material fresado y así poder extraer el material y realizar pruebas correspondientes.



Figura 7. Material fresado en la Av. Canta Callao

Material Fresado

Para poder reusar el material fresado es de suma importancia conocer el porcentaje de cemento asfáltico y su granulometría.

3.1. Ensayo de lavado asfáltico

Norma Utilizada: MTC E502

El porcentaje de asfalto que se encuentre en el material fresado nos indicó cuanto de asfalto hay que agregar para que este en óptimo contenido de cemento asfáltico.

Procedimiento

El material fresado se pesó en una balanza

Se vertió en una tara para luego echarle gasolina hasta que cubrió totalmente el material, la gasolina ayudo a desintegrar al asfalto del material fresado.

El material tuvo que reposar por un periodo de 24 horas

Paso siguiente se procedió a realizar el lavado asfáltico en un equipo centrifugadora

Donde se verifico que luego del lavado solo queda los agregados

Se procedió al tamizado del material

Objetivo:

Determinar el porcentaje de asfalto que contiene el material

Determinar si los agregados utilizados en dichos pavimentos cumplen las especificaciones, verificando así la calidad del pavimento



Figura 8. Ensayo de lavado asfalto



Figura 9. Equipo de lavado asfáltico

Resultado:

Tabla 14. Contenido de asfalto del material fresado

Material asfalto recuperado	
Peso inicial seco	1000 gr.
Peso lavado seco	967 gr.
Porcentaje de cemento asfáltico (%CA)	3.30%

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el ensayo de lavado asfáltico se realizó con 1000 gramos del material fresado y luego del lavado se obtuvo un peso final de 967 gramos obteniéndose un 3.30 % de cemento asfáltico. Proporcionándonos como resultado un porcentaje bajo de asfalto. Lo cual se tuvo que agregar emulsión para una mejor cohesión de la mezcla a trabajar.

Granulometría del Material recuperado

Normas utilizadas: MTC EG – 2013,

Una vez lavado el material fresado para determinar el % de asfalto (MTC E – 502) procedimos a tamizarlo la muestra para verificar que cumplen con las especificaciones.

Resultado:

Tabla 15. Análisis Granulométrico del material fresado

TAMIZ ASTM	Granulometría de la muestra					Especificación "MDF- 01"
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.4					
3/4"	19.05				100	100 - 100
1/2"	12.7	121.23	12.5	12.5	87.5	80 - 100
3/8"	9.525	75.76	7.8	20.4	79.6	70 - 88
N° 4	4.76	271.73	28.1	48.5	51.5	51 - 68
N° 10	2	190.74	19.7	68.2	31.8	38 - 52
N° 40	0.426	153.01	15.8	84	16	17 - 28
N° 80	0.177	49.36	5.1	89.1	10.9	8 - 17
N° 200	0.074	38.97	4	93.2	6.8	4 - 8
-200	-	66.2	6.8	100		

Fuente: Elaboración Propia

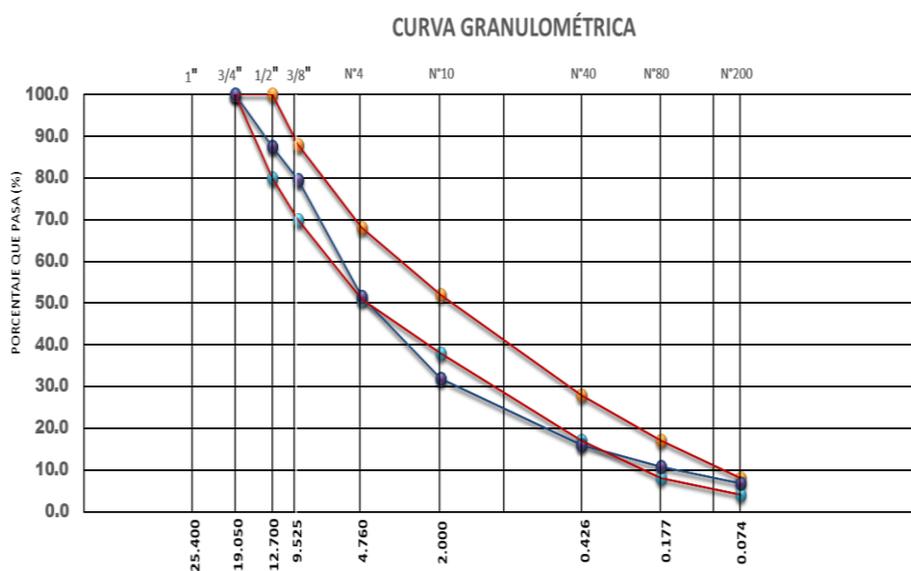


Figura 10. curva granulométrica de la muestra del material asfalto recuperado

Interpretación:

El resultado mostrado nos indicó curvas granulométricas aproximadas al mínimo permitido. Se verificó que la granulometría no cumple al 100% con los parámetros de gradación.

Por lo que es necesario la adición de agregados para que corrija la granulometría, de modo que cumpla con el uso granulométrico MDF -01

3.2. Calidad de Agregados de Adición

El material fresado fue combinado con el agregado fino para que tengan una mejor gradación y estén dentro de los límites permitidos de MDF-01. Para esto se necesitó conocer la granulometría tanto del agregado fino como la granulometría material fresado que se usó.

Análisis Granulométrico del material fresado

Procedimiento:

Se tomó la muestra del material fresado

Se cuarteó el material

Se extrajo una pequeña muestra y lo pesamos

Se procedió a pasar por el juego de tamices y se aplicó movimientos

Finalmente se procedió a pesar lo retenido en cada malla y en el fondo



Figura 11. Cuarteo del material fresado *Figura 12.* Proceso de tamisado del material fresado

Tabla 16. Análisis Granulométrico del material fresado

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr.)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Acumulado (%)	Porcentaje que Pasante (%)
2"	50				100
1"	25	2980	7.5	7.5	92.5
3/4"	19	434	10.9	18.5	81.5
1/2"	12.5	877	22.1	40.6	59.4
3/8"	9.5	400	10.1	50.7	49.3
# 4	4.75	846	21.33	72	28
# 8	2.36	403	10.16	82.1	17.9
# 10	2	56	1.41	83.6	16.4
# 20	0.84	222	5.6	89.2	10.8
# 30	0.6	124	3.13	92.3	7.7
# 50	0.3	31	0.78	93.1	6.9
# 80	0.18	20	0.5	93.6	6.4
# 200	0.075	11	0.28	93.8	6.2
>200	0.000	244	6.15	100	0
	Total	3966	100		
P. Esp. Bulk Base Seca (gr./cm ³)		NTP 400.021 (02)		2.174	
P. Esp. Bulk Base Sat. (gr./cm ³)		NTP 400.021 (02)		2.2	
P. Esp. Aparente (gr./cm ³)		NTP 400.021 (02)		2.231	
Absorción (%)		NTP 400.021 (02)		1.2	

Fuente: Elaboración Propia

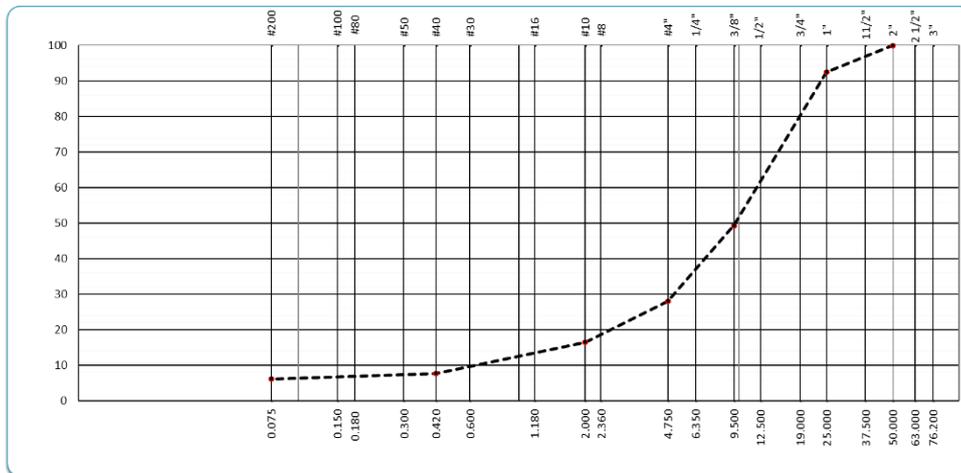


Figura 13. Curva granulométrica del material fresado

Análisis Granulometría del agrado fino según la norma NTP 400.12

Procedimiento:

Se tomó la muestra del agregado fino

Se cuarteó el material

Se extrajo una pequeña muestra y se peso

Se procedió a pasar por el juego de tamices y se aplicó movimientos

Finalmente se procedió a pesar lo retenido en cada malla y en el fondo



Figura 14. Proceso de tamizado del agregado fino

El material fino presentó la siguiente granulometría:

Tabla 17. Análisis Granulométrico del agregado fino

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE		
ASTM	mm	Retenido.	Retenido	Acumulado.	Pasante
3/8"	9.5				100
# 4	4.75	12.1	1.96	2	98
# 8	2.36	74.8	12.1	14.1	85.9
# 10	2	40	6.47	20.5	79.5
# 20	0.84	126	20.38	40.9	59.1
# 50	0.3	200.7	32.45	73.4	26.6
# 80	0.18	74.9	12.11	85.5	14.5
# 200	0.075	58.3	9.43	94.9	5.1
>200		31.6	5.11	100	0
	Total	618.14	100		
P. Esp. Bulk Base Seca (gr./cm ³)		NTP 400.021 (02)	2.528		

P. Esp. Bulk Base Sat.(gr./cm ³)	NTP 400.021 (02)	2.558
P. Esp. Aparente (gr./cm ³)	NTP 400.021 (02)	2.606
Absorción (%)	NTP 400.021 (02)	1.2
Equivalente arena	ASTM D2419	58

Fuente: Elaboración Propia

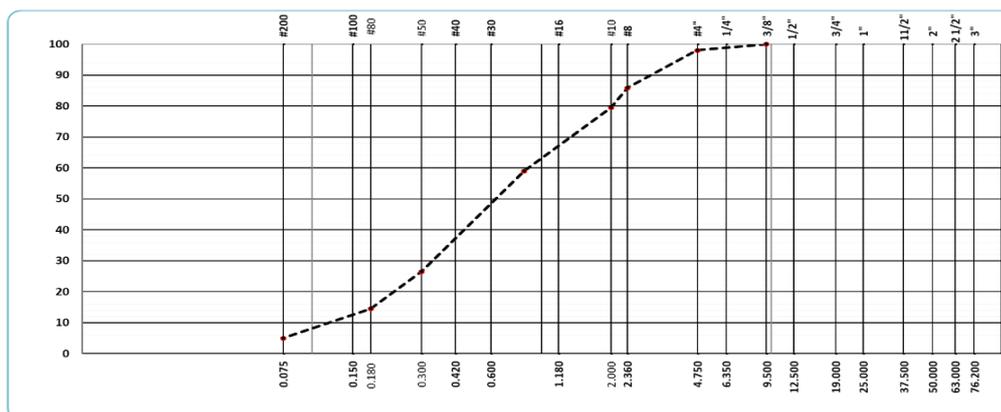


Figura 15. curva granulométrica del agregado fino

3.3. Análisis Granulometría de la mezcla del agregado fino y material fresado

Una vez obtenida los resultados de la granulometría de material fresado y el agregado fino se procedieron a la combinación granulométrica de ambos materiales para así verificar que cumplan con los husos granulométricos (CM-2002)

Tabla 02: Husos granulométricos (CR – 2002) – Gradación Cerrada

Tamaño del tamiz	Material Pasante (%)		
	MDF - 01	MDF - 02	MDF - 03
37.5mm. (1 ½")	100	-	-
25.0mm. (1")	80 - 95	100	-
19.0mm (¾")	-	80 - 95	100
12.5mm. (½")	62 - 77	-	80 - 95
9.5mm. (3/8")	-	60 - 75	-
4.75mm. (N°4)	45 - 60	47 - 62	50 - 65
2.36mm. (N°8)	35 - 50	35 - 50	35 - 50
300um. (N°50)	13 - 23	13 - 23	13 - 23
75um. (N° 200)	3- 8	3 - 8	3- 8

Fuente: CR -2002

La siguiente tabla y figura muestran una combinación óptica para la mezcla que se realizó, que fue de 60% de material fresado y un 40% de agregado fino

Resultado:

Tabla 18: *Análisis Granulométrico de la combinación de agregados*

Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje			MDF - 1	
			Retenido	Acumul	Pasante		
1 1/2"	37.5				100	100	100
1"	25	206.7	4.5	4.5	95.5	80	95
3/4"	19	301	6.6	11.1	88.9		
1/2"	12.5	608.2	13.3	24.3	75.7	62	77
3/8"	9.5	277.4	6.1	30.4	69.6		
# 4	4.75	622.6	13.6	44	56	45	60
# 8	2.36	501.3	10.9	54.9	45.1	35	50
# 10	2	157.5	3.4	58.3	41.7		
# 20	0.84	527.6	11.5	69.9	30.1		
# 30	0.6	86	1.9	71.7	28.3		
# 50	0.3	616.6	13.5	85.2	14.8	13	23
# 80	0.18	236	5.1	90.3	9.7		
# 200	0.075	180.5	3.9	94.3	5.7	3	8
>200		262.9	5.7	100	0		

Fuente: Elaboración Propia

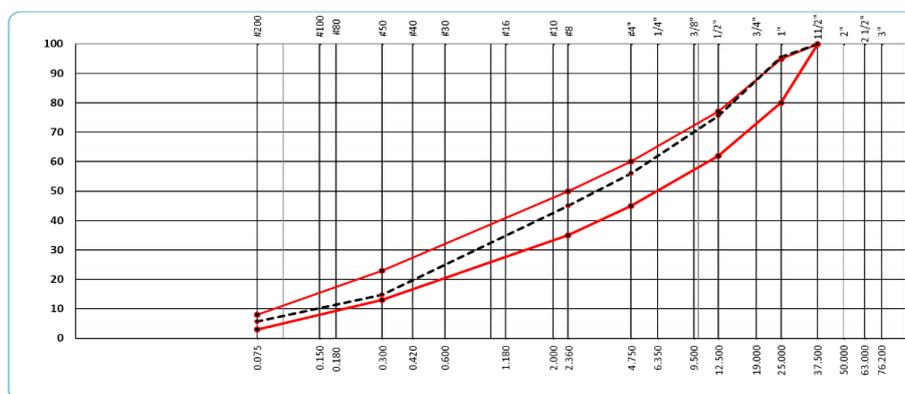


Figura 16. curva granulométrica de la mezcla

Interpretación:

En este análisis granulométrico se pudo apreciar que el resultado estuvo dentro de los mininos y máximos establecidos de los husos granulométricos de MDF- 01, por lo tanto, se estableció que se utilizara la combinación del 60% de material fresado y 40% de agregado fino para el diseño mezcla asfáltica.

3.4. Determinación del Contenido de Asfalto Teórico Tentativo

Se emplearán las ecuaciones que corresponde al manual N°14 del Instituto del Asfalto se plantea en la ecuación, reducir el valor del porcentaje teórico de emulsión en 30%

$$E = (0.05 * A + 0.1 * B + 0.5 * C) * 0.7$$

E = Porcentaje teórico en peso de la emulsión asfáltica.

A = Porcentaje de agregado que queda retenido en el #8 (2.36 mm)

B = (Pasa tamiz N.º 8(2.36 mm)) – (Pasa tamiz N.º 200(75µm)).

C = Material pasa por el tamiz N.º 200(75µm)

Reemplazando:

A= 53.4

B= 33.4

C= 9.1

Tabla 19. Resultado de contenido asfáltico teórico tentativo

	Resultado Final
% de emulsión (E)	7.3
% asfalto Residual	4.4

Fuente: Elaboración propia

3.5. Contenido Óptimo de Agua en la Compactación:

Una vez obtenido el asfáltico y agua tentativo se procedió a realizar el ensayo de las mezclas para realizar las briquetas Marshall para obtener el contenido de agua de compactación.

Procedimiento:

Se peso 1100 gr. de mezcla (40% agregado. Fino + 60% fresado) en un recipiente

Se agrego el 80.7 gr. (7.3%) de emulsión se mezcló bien hasta homogenizar

Se añadió 1% (11 gr.) de agua a la mezcla

Se procedió a pesar cada cuna de las mezclas

Una vez mezclado se colocó al aire libre para que pierda peso por aireación

Se preparo el molde de compactación

Las mezclas se colocaron en el molde Marshall para realizar las briquetas, se chuseo 15 veces alrededor y 10 veces en centro del molde

Luego se procedió a compactar por ambos lados las briquetas

Una vez compactada se puso a al aire libre para que pierdan peso durante 1 día

Se desmoldo y se identificó cada briqueta

Finalmente se procedió a realizar el ensayo en el aparato Marshall donde se determinó la estabilidad.

Para determinar la curva de estabilidad y contenido de humedad de compactación.



Figura 17. Agua



Figura 18. Emulsión



Figura 19. Mezclas expuestas al aire libre



Figura 20. Compactacion de la mezcla



Figura 21. Elaboración de las Briquetas



Figura 22. Equipo Marshall

Resultado:

Tabla 20. Contenido Óptimo de Agua de Compactación

	Mezcla		
	1	2	3
Asfalto residual	4.40%	4.40%	4.40%
Emulsión	7.30%	7.30%	7.30%
Agua Añadida	1.00%	1.00%	1.00%
Agua Añadida	11 g	11g	11g
Peso Acumulado. mezcla Húmeda	1191.7g	1191.7g	1191.7g
Peso Acumulado mezcla Seca	1148.4g	1148.4g	1148.4g
Humedad de la Mezcla	3.80%	3.80%	3.80%
Humedad al Compactar	3.80%	2.80%	1.80%
Agua Eliminada	0.00%	1.00%	2.00%
Agua Eliminada	-0.4g	11.1 g	22.6 g
Peso Inicial	1386 g	1384 g	1388 g
Peso Final	1386.4g	1372.9 g	1365.4 g
Estabilidad (Kg)	926	1116	857

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la figura con cada uno de los puntos de % de humedad al compactar, donde se observó la estabilidad versus el contenido de agua de Compactación.

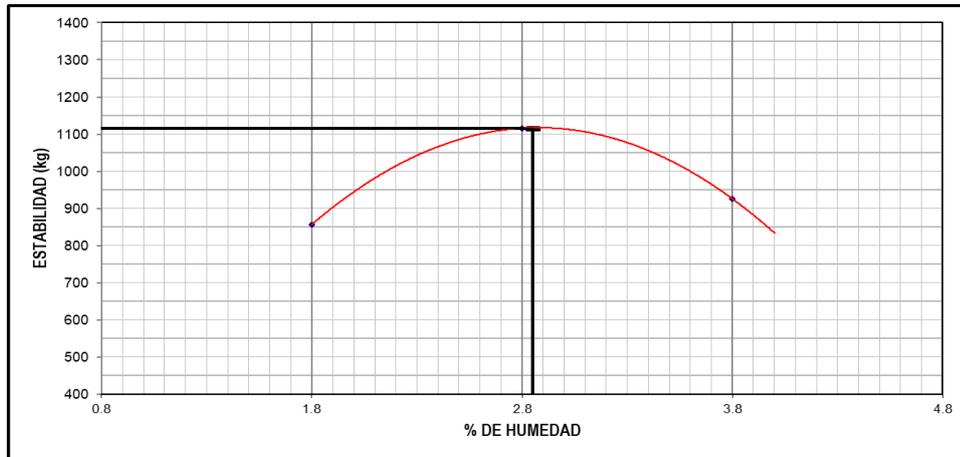


Figura 23. Curva de energía de Compactación

Interpretación:

Como se puede apreciar en la figura se muestra una curva de tendencia donde se observó que el óptimo contenido de humedad es 2.9 % dándonos una mayor estabilidad y con una pérdida por aireación de 10gr.

3.6. Contenido Óptimo de Asfalto

Procedimiento:

Una vez obtenido el óptimo contenido de Humedad de compactación se procedio a determinar el contenido óptimo de asfalto residual

El objetivo es determinar el contenido óptimo de emulsion

Se peso 1100 gr. de mezcla (40% agregado. Fino + 60% fresado) en un recipiente

Se añadio 1%, 1.6%, 2.3% y 2.9% de agua

Se añadio 7.4%, 5.7%, 4.1% y 2.4% de emulsion

Son 4 briquetas por cada variacion de emulsion

Se procedio a pesar cada mezcla

En este caso lo que vario fue el contenido óptimo de emulsion, tambien vario el contenido óptimo de agua en la compactación por lo que se tuvo que ajusta el tiempo de aireación para llegar al contenido óptimo de humedad de compactación ya obtenido.

En los molde Marshall se colocaron papel filtro para la compactacion

Las briquetas estuvieron expuestas al aire libre durante 72 horas

Luego se peso cada briqueta

Luego se sumergieron en agua durante 10 min y se sometieron a la prensa Marshall

En la cual se obtuvo graficas que nos ayudaron a visualizar los resultados.

Estabilidad Vs Contenido del asfalto residual

Perdida de Estabilidad Vs Contenido del asfalto residual

Porcentaje de vacios Vs Contenido del asfalto residual



Figura 24. Mezcla expuesta al aire



Figura 25. Briquetas



Figura 26. Peso de la briqueta



Figura 27. Briquetas sumergidas al agua



Figura 28. Prensa Marshall



Figura 29. Rotura de Briqueta

Resultados:

Tabla 21. Marshall Modificado para 1.4% de asfalto residual

Emulsión		Agregado	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP)
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	: Fresado
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	1.4	G. Esp. Aparente (°C)	: 2.373 g/cm3

Mezcla y Compactación	
Agua total en la mezcla (%)	2.4
Agua de compactación (%)	2.9

Descripción		Seco			Saturado		
N°	Densidad Bulk	A	B		C	D	
1	Peso de la probeta en aire (D)	1123.0	1136.0		1152.0	1165.0	
2	Peso de la probeta en agua (E)	626.0	610.0		625.0	635.0	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1142.0	1144.0		1169.0	1180.0	
4	Volumen por desplazamiento	516.0	534.0		544.0	545.0	
5	Densidad Bulk (G)	2.176	2.127		2.118	2.138	2.128
6	Densidad Seca Bulk	2.074	2.014	2.044			

N°	Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	821	815		803	805	
2	Factor de corrección	1.00	0.96		0.93	0.93	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	821	782	802	747	748	747.7
4	Flujo (mm)	3.6	3.8	3.7	4.6	4.3	4.4

N°	Contenido de Humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1142.0	1144.0		1169.0	1180.0	
2	Peso de la muestra seca (I)	1070.4	1075.3		1043.5	1037.6	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	5.0	5.7		12.2	13.9	
5	Humedad absorbida					-7.7	

N°	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	10.9	13.5	12.2			
2	vacíos de aire (%)	0.7	2.2				
3	V. M. A. (%)	13.8	16.3				
4	% pérdida de estabilidad	6.8					

Fuente: Análisis en laboratorio

Tabla 22. Marshall Modificado para 2.4% de asfalto residual

Emulsión		Agregado	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP)
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	: Fresado
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	2.4	G. Es. Aparente (°C)	: 2.373 g/cm3

Mezcla y Compactación	
Agua total en la mezcla (%)	3.1
Agua de compactación (%)	2.9

Descripción		Seco			Saturado		
N°	Densidad Bulk	A	B		C	D	
1	Peso de la probeta en aire (D)	1122.0	1139.0		1151.0	1158.0	
2	Peso de la probeta en agua (E)	628.0	624.0		629.0	615.0	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1140.0	1152.0		1162.0	1169.0	
4	Volumen por desplazamiento	512.0	528.0		533.0	554.0	
5	Densidad Bulk (G)	2.191	2.157		2.159	2.090	2.125
6	Densidad Seca Bulk	2.105	2.068	2.087			
N°	Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	789	839		813	794	
2	Factor de corrección	1.00	0.96		0.96	0.89	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	789	805	797.3	780	706	743.300
4	Flujo (mm)	4.3	5.3	4.8	6.1	6.6	6.4

N°	Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1140.0	1152.0		1162.0	1169.0	
2	Peso de la muestra seca (I)	1078.0	1092.0		1048.3	1052.5	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	4.2	4.4		11.1	11.3	
5	Humedad absorbida					-6.9	

N°	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	8.5	10.1	9.3			
2	vacíos de aire (%)	-0.1	1.2				
3	V. M. A. (%)	13.3	14.9				
4	% pérdida de estabilidad	6.8					

Fuente: Análisis en laboratorio

Tabla 23. Marshall Modificado para 3.4% de asfalto residual

Emulsión		Agregado	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP)
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	: Fresado
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	3.4	G. Es. Aparente (°C)	: 2.373 g/cm ³

Mezcla y Compactación	
Agua total en la mezcla (%)	3.7
Agua de compactación (%)	2.9

Descripción		Seco			Saturado		
N°	Densidad Bulk	A	B		C	D	
1	Peso de la probeta en aire (D)	1132.0	1140.0		1156.0	1161.0	
2	Peso de la probeta en agua (E)	622.0	629.0		635.0	630.0	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1145.0	1156.0		1173.0	1170.0	
4	Volumen por desplazamiento	523.0	527.0		538.0	540.0	
5	Densidad Bulk (G)	2.164	2.163		2.149	2.150	
6	Densidad Seca Bulk	2.107	2.106	2.106			

N°	Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	861	837		831	815	
2	Factor de corrección	0.96	0.96		0.93	0.93	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	827	804	875	773	758	765.600
4	Flujo (mm)	6.1	6.4	6.2	6.4	6.9	6.6

N°	Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda (H)	1145.0	1156.0		1173.0	1170.0	
2	Peso de la muestra seca (I)	1101.9	1109.8		1085.2	1074.6	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	2.8	2.8		8.4	9.2	
5	Humedad absorbida					-6.0	

N°	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	7.3	7.4	7.3			
2	vacíos de aire (%)	1.6	1.6				
3	V. M. A. (%)	14.1	14.1				
4	% pérdida de estabilidad		6.1				

Fuente: Análisis en laboratorio

Tabla 24. Marshall Modificado para 4.4% de asfalto residual

Emulsión		Agregado	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	: Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP)
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	60.0	Descripción	: Fresado
Gravedad específica del asfalto (B)	1.01		: para Mezcla en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A)(%)	4.4	G. Es. Aparente (C)	: 2.373 g/cm3

Mezcla y Compactación	
Agua total en la mezcla (%)	4.4
Agua de compactación (%)	2.9

Descripción		Seco			Saturado		
N°	Densidad Bulk	A	B		C	D	
1	Peso de la probeta en aire (D)	1127.0	1140.0		1150.0	1157.0	
2	Peso de la probeta en agua (E)	630.0	632.0		630.0	624.0	
3	Peso de la probeta SSD (F)	1152.0	1158.0		1170.0	1174.0	
4	Volumen por desplazamiento	522.0	526.0		540.0	550.0	
5	Densidad Bulk (G)	2.159	2.167		2.130	2.104	
6	Densidad Seca Bulk	2.098	2.105	2.102			

N°	Estabilidad (22.2 °C)						
1	Estabilidad (Kg-f)	703	813		802	739	
2	Factor de corrección	1.00	0.96		0.93	0.89	
3	Estabilidad corregida (Kg-f)	703	781	742	746	658	701.70
4	Flujo (mm)	6.1	7.1	6.6	7.1	7.6	7.4

N°	Contenido de humedad						
1	Peso de la muestra húmeda(H)	1152.0	1158.0		1170.0	1174.0	
2	Peso de la muestra seca (I)	1095.4	1107.3		1095.4	1103.7	
3	Tara (J)						
4	Contenido de humedad (K)	3.0	3.1		7.1	6.7	
5	Humedad absorbida					-3.8	

N°	Características						
1	Máximo total de vacíos (%)	6.5	6.2	6.4			
2	vacíos de aire (%)	0.5	0.0				
3	V. M. A. (%)	15.3	15.0				
4	% perdida de estabilidad	5.4					

Fuente: Análisis en laboratorio

De las tablas 16,17,18 y 19 se obtienen los gráficos siguientes:

Estabilidad Vs Contenido de Humedad Compactación

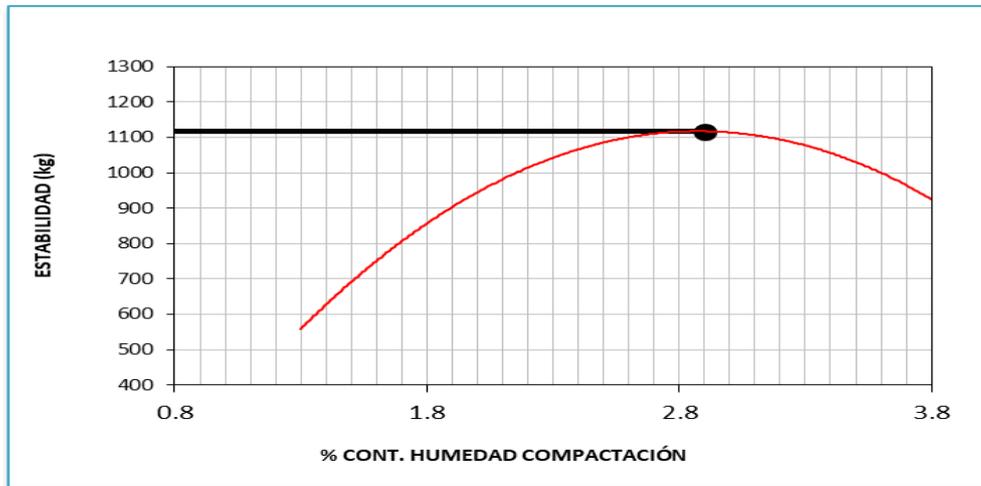


Figura 30. Curva de energía de Compactación

Interpretación:

Se observó que el óptimo contenido de humedad es 2.9 % dándonos una mayor estabilidad

Densidad Seca Bulk vs. Contenido de asfalto residual

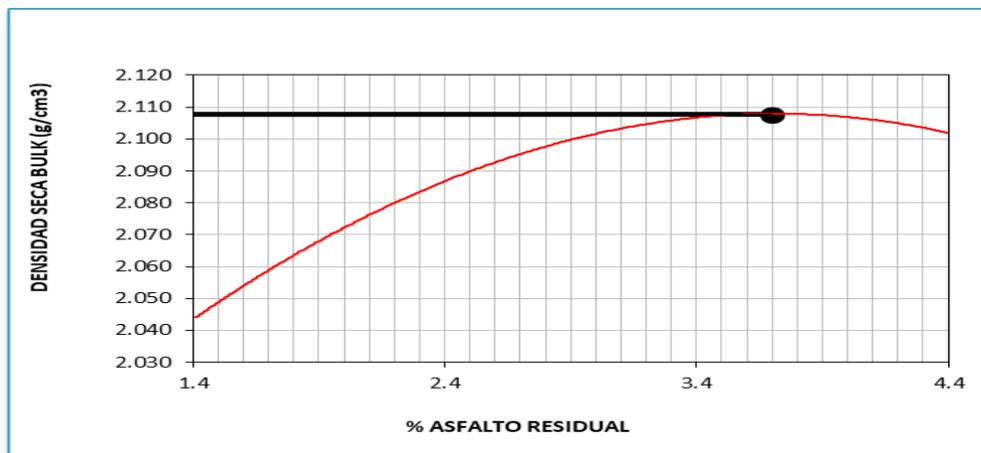


Figura 31. Curva de densidad bulk

Interpretación:

Se pudo apreciar que la mezcla alcanza una mayor densidad con un 3.7 % de asfalto residual a comparación de los otros porcentajes de asfalto residual.

Estabilidad seca y húmeda vs Contenido Asfalto Residual

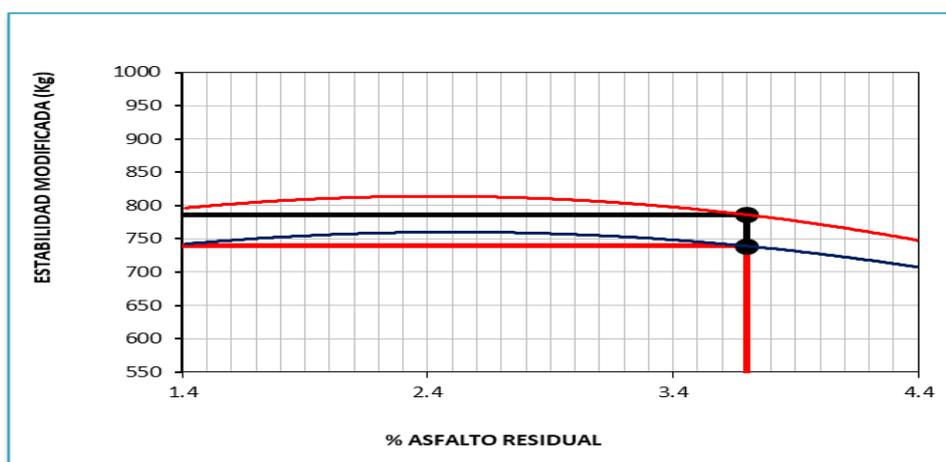


Figura 32. Curva de estabilidad Modificada

Interpretación:

Se pudo observar en la figura que un 3.7% de asfalto residual se obtuvo una buena estabilidad que están dentro de los parámetros establecidos, lo cual nos indicó que tiene la capacidad de resistir las cargas de un tránsito sin que se produzca desplazamientos ni deformaciones.

Porcentaje de vacíos Vs Contenido de Asfalto Residual

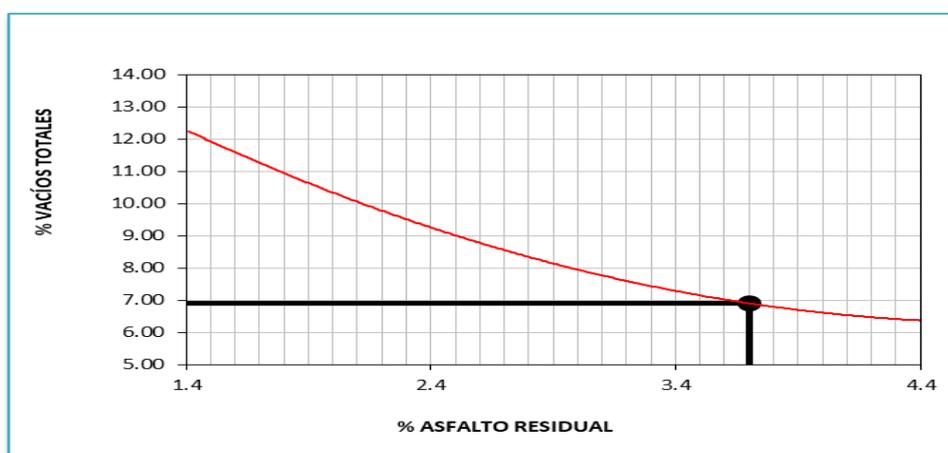


Figura 33. Curva de % de Vacíos totales

Interpretación: Se pudo indicar que casi todas las mezclas cumplieron con el rango permitido excepto (1.4% y 2.4%), también se verificó que a mayor contenido asfalto residual menor será el % de vacíos, donde habrá menos probabilidad de deterioro del pavimento

Porcentaje de Humedad Absorbida Vs Contenido de Asfalto Residual

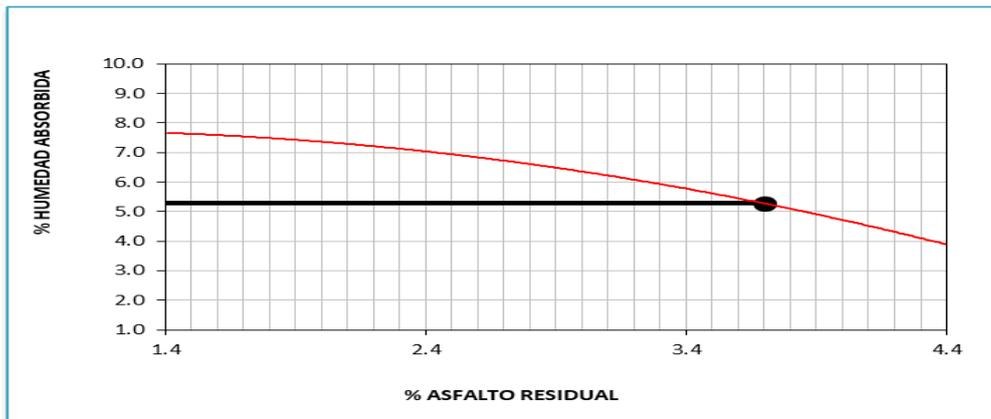


Figura 34. Curva de Humedad absorbida

Interpretación:

Se pudo apreciar en la figura que a mayor contenido asfáltico menor será la Humedad de compactación.

Porcentaje de pérdida de estabilidad Vs Contenido de asfalto residual

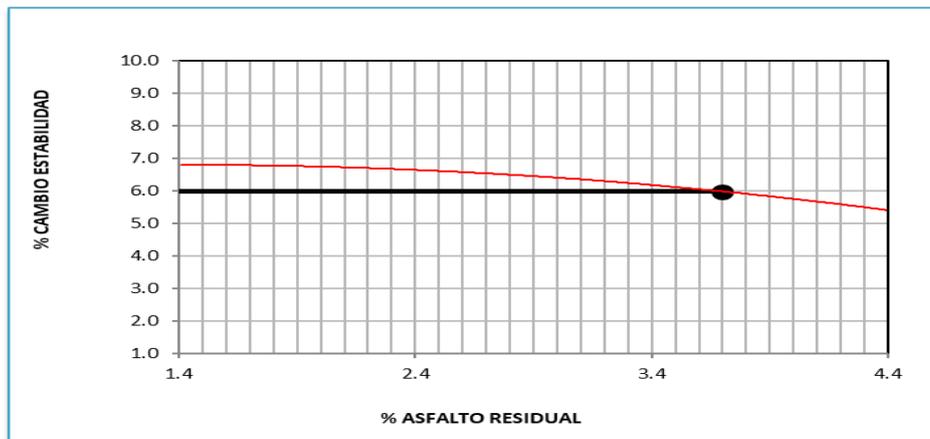


Figura 35. Curva de Cambio de estabilidad

Interpretación:

Se pudo indicar que todas las mezclas cumplen con el rango permitido e indicar que a mayor asfalto residual menor fue el cambio de estabilidad.

3.7. Resultados de los objetivos específicos.

O1: Contenido de Asfalto

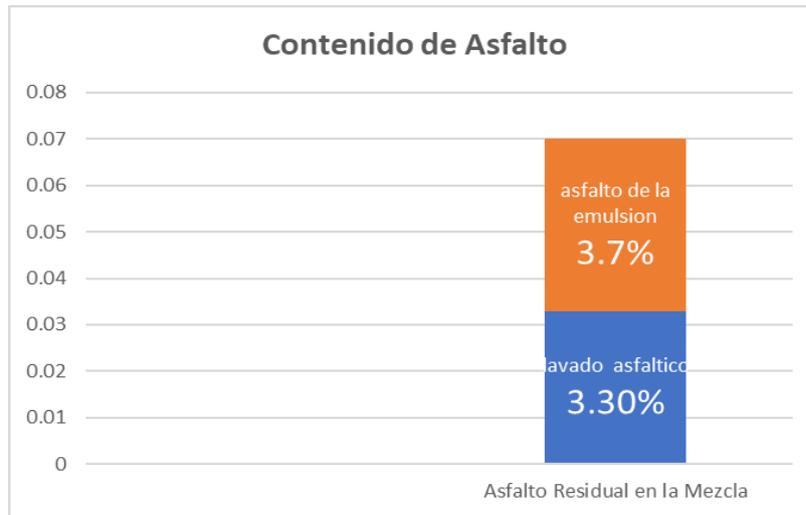


Figura 36. Contenido de asfalto del lavado realizado y la emulsión.

Interpretación:

Se pudo determinar la propiedad del material fresado donde nos dio como resultado un porcentaje de asfáltico de 3.3% donde podemos indicar que el material ya se encontraba en deterioro es por eso razón el bajo porcentaje de asfalto donde fue necesario la adición de 3.7% de asfalto de emulsión para que tenga un buen porcentaje de asfalto dándonos como resultado un óptimo contenido de asfalto de 7%.

O2: Verificación de parámetros de Calidad de la Estabilidad



Figura 37. Estabilidad de la mezcla vs parámetro de Control

Interpretación:

Se pudo verificar en la figura que la mezcla realizada con el material fresado se sometió a ensayos donde nos dio como resultado una estabilidad de 1733.5 Lb, donde se puede verificar que si se encuentra dentro de los parámetros de control de calidad de Mezclas asfálticas establecidos donde nos indica un mínimo de estabilidad de 500 Lb. Por lo tanto, podemos decir que la mezcla tiene una buena cohesión, capacidad y resistencia de soportar cargas.

O3. Verificación de parámetros de Calidad de Vacíos Totales

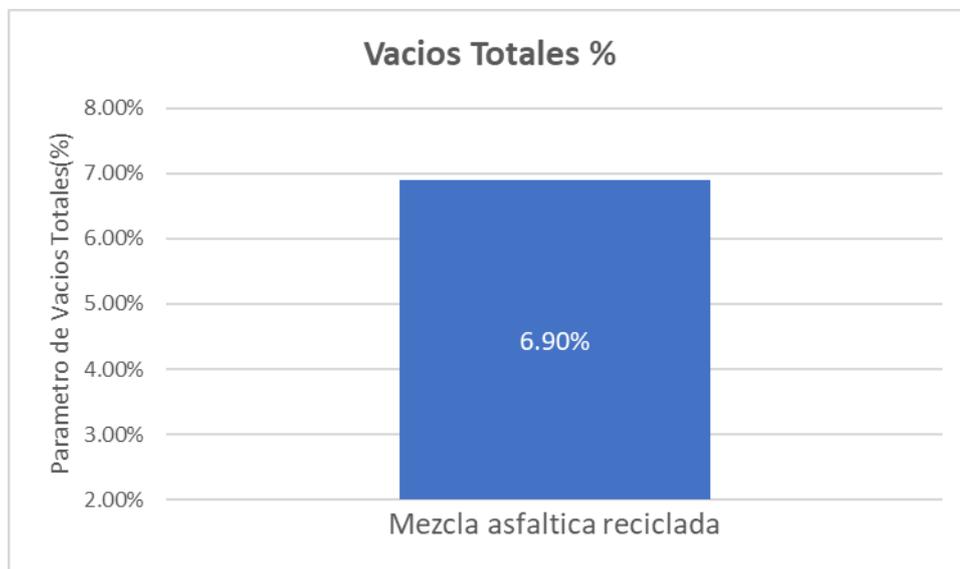


Figura 38. % de Vacíos de la mezcla compactada vs Parámetro de Control

Interpretación:

Se pudo verificar en la figura que la mezcla compactada se sometió a ensayos Marshall donde nos dio como resultado un porcentaje de vacíos de 6.9%, donde se puede verificar que si se encuentra dentro de los parámetros de control de calidad de Mezclas asfálticas establecidos donde nos indicó un mínimo de 2% y un máximo de 8%. Lo cual nos indicó que el pavimento tiene una menor posibilidad de deterioro y una mayor posibilidad de durabilidad.

3.8. Resumen del diseño de la mezcla asfáltica

Mezcla de Agregados

Pavimento Asfáltico Reciclado	: 60%
Arena Zarandeada	: 40%
Gradación	: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MTC "EG - 2013 : PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN FRÍO (SECCIÓN 424)

Ligante Asfáltico

Tipo de Emulsión asfáltica	: CSS-1H
% Óptimo de emulsión asfáltica	: 6.2
% Óptimo de asfalto residual	: 3.7

Características Marshall Modificado

Tabla 25. Resultados de la calidad de las mezclas asfálticas recicladas

Propiedades	Resultado	Parámetros de Calidad		Evaluación
		Min	Max	
Asfalto residual (% en peso de los agregados)	3.7	-	-	-
Densidad seca bulk (g/cm ³)	2.108	-	-	-
Estabilidad modificada seca (Lb),	1733.5	500	-	Si cumple
Estabilidad modificada húmeda (Lb),	1629.7	500	-	Si cumple
Cambios de estabilidad (%)	6.0	-	50	Si cumple
Vacíos totales (%)	6.9	2	8	Si cumple
Revestimiento (%)	90.0	50	-	Si cumple

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Como se pudo apreciar en la siguiente tabla de resumen se mostró los diferentes tipos de propiedades del diseño de la mezcla densa en frío y se dedujo que el porcentaje más recomendable para el diseño de la mezcla fue de 3.7 % de asfalto ya que nos indicó una mayor densidad, una estabilidad permitida y un % de vacíos que están dentro del parámetro.

3.9. Contrastación de la Hipótesis

Contrastación de la Hipótesis General

Ha: Es factible reusar el material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en Poblaciones Urbano marginales.

Ho: No es factible reusar el material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en Poblaciones Urbano marginales.

De acuerdo a mis resultados obtenidos donde se verifico que la estabilidad (1733.5 lb), % de vacíos (6.9%), cambios de estabilidad (6%) y revestimiento cumplen con los parámetros establecidos, se puede indicar que si es factible reusar el material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Con esta conclusión se consigue el objetivo general planteado inicialmente en la investigación y se confirma así la hipótesis general.

Contrastación de la Hipótesis Específica 1

Ha: Las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible cumplen con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Ho: Las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible no cumplen con las especificaciones técnicas establecidos, para así no reusar en Poblaciones Urbano marginales.

De acuerdo a mis resultados obtenidos se determinó las propiedades físicas del asfalto fresado lo cual nos dio como resultado un porcentaje asfáltico de 3.3% en lo cual se añadió 3.7% de asfalto residual para que alcance un óptimo contenido de asfalto y así se verifica que cumple con el parámetro establecido. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Con esta conclusión se consigue el objetivo específico 1 planteado inicialmente en la investigación y se confirma así la hipótesis específica 1.

Contrastación de la Hipótesis Específica 2

Ha: La estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Ho: La estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible no cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así no reusar en Poblaciones Urbano marginales.

De acuerdo a mis resultados obtenidos se determinó la estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado donde obtuve una estabilidad de 1733.5 lb donde nos indica que tiene que tener una mínima estabilidad de 500 lb donde se verifico que si cumplen el parámetro de control establecido. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Con esta conclusión se consigue el objetivo específico 2 planteado inicialmente en la investigación y se confirma así la hipótesis específica 2.

Contrastación de la Hipótesis Específica 3

Ha: El porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Ho: El porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible no cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así no reusar en Poblaciones Urbano marginales

De acuerdo a mis resultados obtenidos se determinó el porcentaje de vacíos de la mezcla compactada realizada con el material fresado donde obtuve un porcentaje de vacíos de 6.9% donde nos indica que el % de mínimo de vacíos es de 2% y máximo de 8% donde podemos verificar que si cumplen las especificaciones técnicas establecidas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Con esta conclusión se consigue el objetivo específico 3 planteado inicialmente en la investigación y se confirma así la hipótesis específica 3.

IV. DISCUSIÓN

Discusión

Esta investigación tiene como Hipótesis principal verificar si es factible reusar el material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en Poblaciones Urbano marginales. Todo esto es con el fin de que sea posible el reúso del material fresado y contribuya en la disminución del impacto ambiental.

Para afirmar o negar las hipótesis se realizó ensayos en el laboratorio Ingecontrol tomando como referencia el Manual de Carreteras MTC EG – 2013. Estos ensayos tuvieron como último objetivo determinar las propiedades del diseño de la mezcla los cuales son densidad bulk, estabilidad, cambio de estabilidad, % de vacíos y % de humedad Absorbida.

En el desarrollo de la investigación, utilizó un 60% del material fresado debido a la buena gradación que tenía y un 40% de agregado fino para la realización de la mezcla, en otros países la utilización de este material es en un 80% como lo indica (Méndez Revollo, 2015) sustenta que en Colombia este material es reusado hasta en un 70% y en estados unidos y Europa la utilización del material fresado es hasta un 80%. También nos indica que el reúso de este material permite reducir los residuos asfálticos en los vertederos con lo que contribuye con el impacto ambiental y la economía por lo esta alternativa es de gran interés y utilizada para las construcciones viales. En lo cual se determina que se reúsa el material ya sea para una nueva pavimentación o rehabilitación en la cual contribuirá al medio ambiente en la reducción de partículas en suspensión y residuos asfálticos. lo cual se llega a la misma conclusión que la investigación de Méndez, ya que con ambas investigaciones se busca determinar el reúso del material fresado en la cual se realizaron ensayos en el laboratorio donde arrojaron resultados positivos y se determina que esta investigación es viable.

H1: Se podrá determinar si las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible cumplen con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

Se determino la propiedad del material fresado donde nos dio como resultado un % de cemento asfáltico de 3.3% donde podemos indicar que el material ya estaba en deterioro es por eso el bajo % de asfalto, donde si es necesario la adición de 3.7% de asfalto de emulsión para que tenga un buen porcentaje de asfalto dándonos como resultado un óptimo contenido de asfalto de 7%. , mientras que Restrepo y Stephens, el año 2015 nos indica lo contrario

que cuando realizaron el lavado asfáltico obtuvieron como resultado un 7.86% donde nos indica que ya no es necesario la adición de emulsión para evitar así la oxidación de la mezcla.

H2: Se podrá determinar si la estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

En esta investigación se determina una de las propiedades del diseño de la mezcla que es la estabilidad, donde el resultado nos indica que obtuvimos una estabilidad de 1733.5 lb donde se puede verificar que si se encuentra dentro de los parámetros de control de calidad de Mezclas asfálticas establecidos por lo tanto, podemos decir que la mezcla tiene una buena cohesión, capacidad y resistencia de soportar cargas, mientras que Villa (2017) en la cual sustenta que después de realizar los estudios de la mezcla asfáltica reciclada se obtuvieron como resultado una estabilidad de 1501 lb lo cual nos indica que obtuvo una menor estabilidad sin embargo, se encuentra dentro del Parámetro de control de calidad lo cual nos indica que también tendrá una buena resistencia de soportar cargas.

H3: Se podrá determinar si el porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.

En esta investigación se determina una de las propiedades del diseño de la mezcla que es el porcentaje de vacíos, donde se realizaron ensayos en el laboratorio donde nos dio como resultado 6.9% de vacíos en la mezcla compactada, mientras que Patino(2015) nos india que realizo ensayos de la mezcla asfáltica reciclado donde obtuvo como resultado 6.1% de vacíos totales lo nos indica que ambos resultados se encuentra dentro de los parámetros de control de calidad de Mezclas asfálticas, lo cual nos indicó que el pavimento tiene una menor posibilidad de deterioro y una mayor posibilidad de durabilidad.

V. CONCLUSIONES

Conclusiones

1. Del resumen de los resultados obtenidos de los ensayos que se realizaron a la mezcla asfáltica, los cuales verificamos que cumple con los parámetros de control de calidad de Mezclas asfálticas establecidos, se deduce que si es posible el reúso del material fresado para así poder reutilizarlo en calles no pavimentadas y mitigar las partículas en suspensión.
2. El contenido de asfalto residual encontrado en el lavado de asfalto del material fresado es de 3.3%, como resultado un porcentaje bajo de asfalto. Lo cual se tuvo que agregar un porcentaje de emulsión de 6.2% donde el contenido de asfalto residual de la emulsión es de 3.7% dándonos un óptimo contenido de asfalto de 7.0%
3. La mezcla realizada con el material fresado se sometió a ensayos donde nos arrojó como resultado una estabilidad de 786.3 kg, donde se puede verificar que si se encuentra dentro de los parámetros de control de calidad de Mezclas asfálticas establecidos donde nos indica un mínimo de estabilidad de 500 kg. Por lo tanto, podemos decir que la mezcla tiene una buena cohesión, capacidad y resistencia de soportar cargas.
4. La mezcla compactada se sometió a ensayos Marshall donde nos arrojó un resultado de porcentaje de vacíos de 6.8%, donde se puede verificar que si se encuentra dentro de los parámetros de control de calidad de Mezclas asfálticas establecidos donde nos indica un mínimo de 2% y máximo de 8%. Lo cual nos indica que el pavimento tiene una menor posibilidad de deterioro y una mayor posibilidad de durabilidad.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendaciones

1. Que las empresas constructoras tengan conocimiento sobre el reúso del material fresado e incorporen equipos recicladores para que así apliquen este sistema para la construcción de carreteras, en la cual contribuirá al medio ambiente.
2. Tener en cuenta si al realizar el ensayo de lavado asfáltico nos da como resultado un alto porcentaje de asfalto es recomendable no añadir más asfalto residual ya que podría producirse ondulaciones, ahuellamiento y exudación en el pavimento.
3. Cuando se realice las mezclas en el laboratorio tener en cuenta que el exceso de asfalto y exceso de arena de tamaño medio podrían producir una pavimentación inestable y cuando se tiene valores muy altos de estabilidad se producen un pavimento demasiado rígido, por lo tanto, menos durable que lo deseado.
4. Se recomienda que los resultados que se obtiene del % de vacíos estén dentro del mínimo Y máximo permitidos ya que si no fuera el caso el pavimento tendría poca impermeabilidad y el agua y aire pueden entrar fácilmente en el pavimento, causando oxidación y desintegración en la mezcla. Es de mucha importancia seguir con esta investigación del reusó del material fresado, y no solo realizar las pruebas en el laboratorio sino también sería bueno que se realizara en una población donde necesite pavimentación y verificar cual es el comportamiento del pavimento con el transcurrir del tiempo.

REFERENCIAS

AVILES, L. (2015). Reciclaje de mezcla bituminosas en caliente. Disponibilidad: <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3264/3/51035-3.pdf>, última versión mayo del 2015.

ANONYMOUS “Federación invierte en modernización de carreteras en Campeche”.

México, Periódico Business and Economices, 2018

Disponible: <https://search.proquest.com/docview/2089904872?accountid=37408> último día de publicación (20 agosto, 2018).

APONTE, H. Comparación de las normas tipo FAA P-401 e IDU MD 20, para la elaboración de mezcla asfáltica. [Internet]. 2015. [citado: 2019, Juno] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/7669>

ARDILA, Marcela, “Comportamiento de mezclas asfálticas cerradas mediante la aplicación del ensayo fénix/Beauvoir dense Asphalt mixtures by the fénix test”. Tomo 23, N°02, (dic.2014):

Disponible:

<https://search.proquest.com/docview/1515639574?accountid=37408> ISSN: 0124-8170

ARROYA Y VELASQUE. Applications of Recycled rubber: a literature review. Revista de technology Comprehensive Works título de publicación (science and Engineering Neogranadina, Bogota.(2):1-22,2017

ISSN: 01248170

AVILES, L. (2015). Reciclaje de mezcla bituminosas en caliente. Disponibilidad: <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3264/3/51035-3.pdf>, última versión mayo del 2015.

CIFUENTES, S. (2014). Implementación de la tecnología de reciclaje en caliente de mezclas asfálticas en Conasfaltos S.A.

Disponible en: <http://www.conasfaltos.com/v3/opinion.php?topicID=2>

CONTRERAS Ortega, R (2016) en su tesis *Comparación técnico-económica y ecológica del reciclado in-situ, empleando asfalto espumado, con métodos convencionales de mantenimiento periódico de pavimentos flexibles*

DANFER Y NAHUM (2015) en su tesis titulada *Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales*, Trujillo pp. 8-45

FUMADÓ, J.L. Reciclado en frío in situ. Visión americana de la técnica, temac 2007. www.concretoline.com/pdf/07construcciones/art_tec/temac01.pdf Última revisión Abril de 2015.

GOMES Cote. (2015). *Estimación del coeficiente de aporte AASHTO mediante FWD para la técnica de reciclado de pavimentos rígidos, Rubblizing*". En el distrito de san Félix, Panamá, Universidad Nueva Granada. En su: tesis para obtener el grado de ing. Civil

CASTAÑEDA Heny, Fundamentos micro y macroscópicos de la modificación del asfalto convencional con polímeros. Revista Inventum, Bogotá Tomo 13, N° 24, (Jun 2018):58-77: Disponible <https://search.proquest.com/docview/2114611982?accountid=37408> ISSN: 1909-2520

CASTILLO, J. (2014) “factibilidad de empleo de asfáltica proveniente del Departamento de Boyacá en la fabricación de mezclas asfáltica”. Proyecto de grado, (Ingeniero Civil), Facultad de ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.

KLAMT, Fontoura “Estudio de utilización de reciclado de concreto asfáltico como camada de pavimento Sao Paulo-Brasil”. Revista de Gestión Ambiental y Sustentabilidad, Sao Paulo, (3): 539-553, 2018. ISSN: 0123-921X

KLAM, Fortuora, “study of the use of asphalt concrete recycling as pavement layer; estudio del uso del asfalto de reciclaje de hormigón como capa de suelo”. Revista de Gestao Ambiental e Sustentabilidade; Sao Paulo Tomo 7, N°3,(Sep-Dec 2018): 539-553 Disponible: <http://dx.doi.org/10.5585/geas.v7i3.78>.

LOPEZ T. Harly *Estudio del comportamiento de mezclas asfálticas usando pavimento reciclado con emulsión asfáltica y cemento portland en Jicamarca-Huarochirí*. En su: tesis para obtener el grado de ing. Civil. Lima – Perú, 2018

LUZGOM, “Perimetral de Oriente, con apuesta ecológica y turística”. Bogotá Periódico El Tiempo, 2016

Disponible: <https://search.proquest.com/docview/1829704750?accountid=37408> último día de publicación (18 Octubre, 2016).

MANTILLA Y EDUARDO. Estudio experimental del efecto del caucho reciclado y la asfáltica en el desempeño del asfalto/ Assessment of simultaneous incorporation of crumb rubber and asphalt binders [en línea]. 2019[fecha de consulta 10 de mayo de 2019]. Disponible en <https://search.proquest.com/docview/2211942940?accountid=37408> ISSN: 00127353

MÉNDEZ Revollo, A. A. (2015). *Evaluación técnica y económica del uso del pavimento asfáltico reciclado (RAP)*. Obtener el título de Ingeniera Civil. Universidad Militar Nueva Granada., Lima pp. 7-31

MIRANDA, Alan “Sugerencia de reciclaje en las carreteras de México”. Periódico general interest Periodical, Mexico, (16): 539-553, 2016. Disponible: <https://search.proquest.com/docview/1827431540?accountid=37408> ISSN:1563-7697

MIRO, Rodrigo. Evaluation of high modulus mixture behaviour with high reclaimed asphalt pavement (RAP) percentages for sustainable road construction. *Construction & Building Materials* . Tomo 25, N°10, (Oct 2014): 3854-62

MONTALVO Guevara (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fichas de acero versus pavimentos tradicionales*. Pontificia universidad católica del Perú, Lima.

MONTEJO, Alfonzo. Reciclaje de Pavimentos. Primer encuentro nacional de pavimentos. <http://tycho.escuelaing.edu.co/ecinfo2/educontinuada/EncuentroPavimentos/001PresentacionINVIAS.pdf>. Última revisión Marzo de 2015.

PATINO, Neidy. Comportamiento a la fatiga de mezclas Asfálticas Colombianas con adición de Pavimento Reciclado al 100 % [en línea]. Enero 2015, N° 43. [fecha de consulta: 20 de febrero de 2017]. Disponible en <https://search.proquest.com/docview/1867928034?accountid=37408> ISSN: 0123-921X

QUESADA, Vallejo (2004). Introducción al Reciclado de Pavimentos Asfálticos. Disponible: <https://upcommons.upc/pfc/bitstream/2099.1/6624/7/06.pdf>. Última revisión Agosto de 2015

RENGIFO Arakaki, (2015). *Diseño de los pavimentos de la nueva carretera de la panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)*. Pontifica Universidad Católica del Perú. Lima

REPAVING Cutler. Asphalt recycling technology Disponibilidad: <http://www.cutlerrepaving.com/home.html>. Estados Unidos. Última revisión Mayo de 2015.

RESTREPO Y STEPHENS, el año 2015 sustento su tesis: *Estudio de las ventajas económicas del reciclaje en frío in situ de pavimentos asfálticos*. Para obtener el título de Especialista en Vías y Transporte, Universidad de Medellín.

SANCHEZ.F. 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)*, En su tesis para obtener el grado de ing. Civil. Lima – Perú, 2017

TOMAYO, M. El Proceso de la Investigación Científica. 4a. ed. México, D.F: Limusa, 2003.43 pp.
ISBN: 9681858727

TRANSLATED By ContentEngine LLC. Inicia Fase II de obra en calle a Chalchuapa. Editorial: ContentEngine LLC, a Florida limited liability company, Miami (Jam16, 2019). Disponible: <https://search.proquest.com/docview/2174487131?accountid=37408>

UBALDO, Jhon, 2011, Validez y Comfiabilidad en la investigación cuantitativa. SANGRIA [en línea] 2011. [Fecha de consulta 23 de Mayo 2017]. Disponible en: <http://jhonubaldo.blogspot.pe>

VARGAS Yee Wan; “Evaluación del desgaste por abrasión de una mezcla drenante modificada con residuo de llanta triturada (GCR) “. Bogotá Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica Tomo 20, N° 50 (Oct-Dec 2016) Disponible: <https://search.proquest.com/docview/2196541167?accountid=37408>
ISSN: 0123-921X

VELASQUES, Silvestre (2017). en su tesis *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima - 2017*. Para obtener el título Ingeniero Civil

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de Consistencia

TEMA: Reúso Del Asfalto Fresado Para La Mitigación De Partículas En Suspensión Producido Por El Tránsito De Vehículos En Calles No Pavimentadas En Poblaciones Urbano Marginales.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensión	Indicadores
¿Se podrá reusar el material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en poblaciones urbano marginales?	Evaluar el reúso del material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en Poblaciones Urbano marginales	Es factible reusar el material fresado de un pavimento flexible para aplicarlo a calles no pavimentadas y mitigar la generación de partículas en suspensión en Poblaciones Urbano marginales	REUSO DEL ASFALTO FRESADO	Propiedades físicas del asfalto fresado	Determinación del contenido de asfalto
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos		Estabilidad	Capacidad de carga en fase de servicio
¿Se puede determinar si las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible cumplen con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales?	Evaluar si las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible cumplen con las especificaciones establecidos, para así reutilizarlo en Poblaciones Urbano marginales	Se podrá determinar si las propiedades físicas del asfalto fresado de un pavimento flexible cumplen con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.		Porcentaje de vacíos	Durabilidad
¿Se puede determinar si la estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales?	Determinar si la estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones establecidos, para así reutilizarlo en Poblaciones Urbano marginales	Se podrá determinar si la estabilidad de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.	MITIGACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN EN CALLES NO PAVIMENTADAS	Características físicas de las Partículas en suspensión	Partículas Finas
¿Se puede determinar si el porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales?	Determinar si el porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales	Se podrá determinar si el porcentaje de vacíos de la mezcla realizada con el material fresado de un pavimento flexible cumple con las especificaciones técnicas establecidos, para así reusar en Poblaciones Urbano marginales.			Partículas Gruesas

ANEXO 2: Panel Fotográfico de posibles vías de aplicación



Asentamiento Humano laderas de Chillón Calle 40, distrito de Puente Piedra - Lima



Asentamiento Humano laderas de Chillón Calle 41, distrito de Puente Piedra - Lima

ANEXO 2. Panel Fotográfico del trabajo realizado en el Laboratorio

Obtención del material



Vertedero del material ubicado en la Av. Canta callao



Obtención del material fresado para los respectivos ensayos

Ensayo del Lavado asfáltico



Cuarteo del material fresado



Pequeña nuestra para ensayo



Pesado del material fresado



Añadiendo gasolina al material



Material fresado más gasolina



Reciente del equipo de lavado asfáltico



Material fresado desintegrándose el asfalto



Equipo para el lavado Asfáltico



Peso del filtro



Tapado del recipiente para llevar al equipo



Encendido del Equipo para el lavado



Centrifugado del material



Extracción de material



Material que queda después del lavado



Material final después de la extracción del asfalto

Ensayo de Granulometría del agregado fino



Llenado del material en cada tamiz



Pesado del material retenido del tamiz



Tamizado del agregado fino

Granulometría del material fresado



Cuarteo del material fresado



Extracción del material para la muestra



Extracción del material para la muestra



Tamizado del material fresado



Pesado del material fresado retenido en la malla

Ensayo de Contenido óptimo de Humedad de compactación



Peso del Material fresado



Peso del agregado fino y material fresado



Peso del material para cada briqueta



Tres muestras para realizar briquetas



Añadiendo agua a la mezcla (11g)





Añadiendo emulsión a la mezcla (87.4g)



Combinación de todos los agregados



Mezclas para las briquetas



Mezcla expuesta al aire libre



Vaciado de la mezcla al molde



Compactación de la mezcla



Mezcla Compactada



Briquetas realizadas para las pruebas Marshall



Equipo Marshall ensayando las briquetas 1, 2 y 3

Ensayo de Óptimo contenido de asfalto residual



Peso del material para cada briqueta



Muestras para realizar briquetas



Añadiendo emulsión y agua



Combinación de todos los agregados



Mezclas expuestas al aire libre, para que pierdan peso por aireación



Molde para la Compactación



Compactación de la mezcla



16 briquetas realizadas para ensayo Marshall



Briquetas sumergidas en agua



Selección de briquetas para ensayo Marshall



Secado y pesado de las briquetas después de sacarlas del agua



Colocación al Equipo Marshall

Ensayo en el Equipo Marshall



Ensayo Marshall para cada probeta para determinar sus propiedades



Briqueta después de realizarse el ensayo Marshall



Rotura realizada de todas las briquetas

ANEXO 3: CERTIFICADO DE LABORATORIO

	FORMATO		Código	AE-PO-118
	LAVADO ASFÁLTICO		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1

Proyecto : Reuso del asfalto fresaado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales. Solicitante : Rosario Pilar López Tipo Atención : Rosario Pilar López Tipo Ubicación de Proyecto : Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL	Registro N° : IGC19-LEM-451-01 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : M. Alfaro Fecha de Ensayo : 25/10/19 Turno : Diurno
Material : Pavimento fresaado (MAC)	

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					Descripción Mezcla Asfáltica Caliente		
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa			
1"	25.400			100.0	100	100	Cálculos:	
3/4"	19.050							
1/2"	12.700	121.23	12.5	12.5	87.5	90	100	Peso Total Mezcla: 1.028.0 g
3/8"	9.525	75.76	7.8	20.4	79.6	70	98	Peso Filtro (antes): 37.6 g
1/4"	6.350							Peso Filtro (después): 41.6 g
N° 4	4.750	271.73	28.1	48.5	51.5	51	98	Peso Lavado Reactivo: 503.0 g
N° 8	3.350							Peso Asfalto Residual: 33.0 g
N° 10	2.000	190.74	19.7	68.2	31.8	38	52	Porcentaje Asfalto: 3.36 %
N° 16	1.180							Peso Total Agregado: 967.6 g
N° 20	0.840							Peso Lavado M-200: 900.0 g
N° 30	0.500							Fino Malla 200: 96.2 g
N° 40	0.425	153.01	15.8	84.0	16.0	17	28	Proporciones Agregados:
N° 50	0.297							
N° 60	0.177	49.36	5.1	89.1	10.9	8	17	Agregado Fino: 44.7 %
N° 100	0.149							Fino Malla 200: 6.6 %
N° 200	0.074	38.97	4.0	93.2	6.8	4	8	Relación Polvo Asfalto: 2.07
-200		95.20	9.8	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * El reactivo utilizado para este ensayo fue Tricolorodens.
- * Prohibida la reproducción de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL, salvo que la reproducción sea en su totalidad (INDECOPIL GP- 004/ 1993)

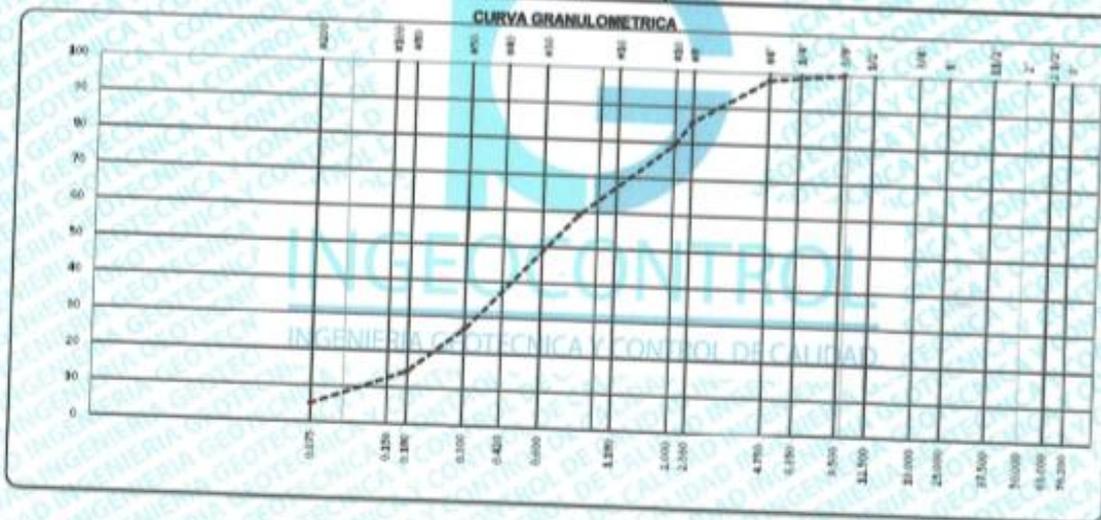
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:
A:		A:	Nombre y firma:		A:
		Noemi C. Sanchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	

Mz B Lote 11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	INFORME		Código	AS-FQ-147
	CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS		Versión	01
			Fecha	07-05-2019
			Página	de 12
Proyecto	Receso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales.			Registro N°: IGC19-LEM-451-12
Solicitante	Rosario Pilar López Tipo			Muestreado por: Solicitante
Atención	Rosario Pilar López Tipo			Ensayado por: M. Alfaro
Ubicación de Proyecto	Realizado en las Instalaciones de INGEOCONTROL			Fecha de Ensayo: 25/10/19
Material	Arena zarandeada			Turno: Diurno

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM C 136 / ASTM C 117)

TAMBE	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Retenido	Pasado	
#1	75.00					Peso Inicial Peso Fracción
#2	60.00					
#4	30.00					Observaciones
#10	7.50					
#20	3.75				100.0	Especificaciones Técnicas MIT 10 - 2017 Tamaño de orificio utilizado en Pas (Pasaj 426)
#40	0.84	12.1	1.96	2.0	88.0	
#60	0.42	74.8	12.10	14.1	85.9	
#75	0.25	40.0	8.47	20.3	79.7	
#100	0.15	100.0	20.36	40.9	59.1	
#150	0.10					
#200	0.075	200.7	33.48	73.4	26.6	
#250	0.06	74.9	12.11	85.5	14.5	
#300	0.05					
#400	0.0375	98.3	9.43	94.8	5.2	
#500	0.03	31.8	5.11	100.0	0.0	



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
Telf: (01) 467-8957 Cel: 974 513 300

	INFORME		Código	AE-PO-147
	CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLAS ASPÁLTICAS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	8 de 8

Proyecto : Reiso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales.
Solicitante : Rosario Pilar López Tipo
Atención : Rosario Pilar López Tipo
Ubicación de Proyecto : Realizado en las Instalaciones de INGENIOCONTROL
Materia : Areria zarandeada

Registro N° : IGC19-LEM-451-15
Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : M. Alfaro
Fecha de Ensayo : 25/10/19
Turno : Diurno

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN
(NTC E 206, 208)

MUESTRA	AGREGADO FINO				PROBADO
	1	2	3	4	
A PESO MNT. BSA (g)	100.00	100.00			
B PESO FOLIA CALIBRADA CON AGUA (g)	670.00	670.00			
C PESO FOLIA CAL. CONTAGUA + PESO MNT. BSA (g)	1170.00	1170.00			
D PESO DEL MNT. + PESO FOLIA + H2O (g)	1070.00	1070.00			
E VOL. DE MASA + VOL. DE VARIOS (ml)	105.16	105.76			
F PESO MNT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	494.00	494.20			
G VOL. DE MASA (ml)	100.00	100.00			
H PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g/ml)	2.801	2.804			2.800
I PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g/ml)	2.582	2.584			2.580
J PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g/ml)	2.811	2.811			2.800
K % DE ABSORCIÓN	1.2	1.2			1.2


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 199029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
			 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz B Lote 11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / Informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-FC-147
	CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS		Versión	01
			Fecha	07-08-2018
			Página	2 de 2

Proyecto : Reiso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales.
Solicitante : Rosario Pilar López Tipo
Atención : Rosario Pilar López Tipo
Ubicación de Proyecto : Realizado en las Instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
Material : Arena zarandeada

Registro N° : IGC10-LEM-451-15
Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : M. Altaro
Fecha de Ensayo : 25/10/19
Turno : Diurno

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN
(MTC E 205, 206)

MUESTRA	AGREGADO FINO				PROVEDO
	1	2	3	4	
A PESO MAT. 000 (g)	100.00	100.00			
B PESO FICLA CALIBRADA CON AGUA (g)	670.80	670.80			
C PESO FICLA CAL. CON AGUA + PESO MAT. 000 (g)	1178.80	1178.80			
D PESO DEL MAT. + PESO FICLA + H2O (g)	175.50	174.00			
E VOL. DE MASA + VOL. DE H2O (cc)	105.18	105.76			
F PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	694.00	694.30			
G VOL. DE MASA (cc)	105.18	105.50			
H PESO ESPECIFICO BAL (BASE HEDA) (g/cc)	2.021	2.024			2.020
I PESO ESPECIFICO BAL (BASE SATURADA) (g/cc)	2.062	2.064			2.059
J PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) (g/cc)	2.011	2.011			2.000
K W DE ABSORCIÓN	1.2	1.2			1.2


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	CCG - LEM
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
		A:	

Mz B Lote 11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres

	INFORME		Código	AE-FO-147
	CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	de 53

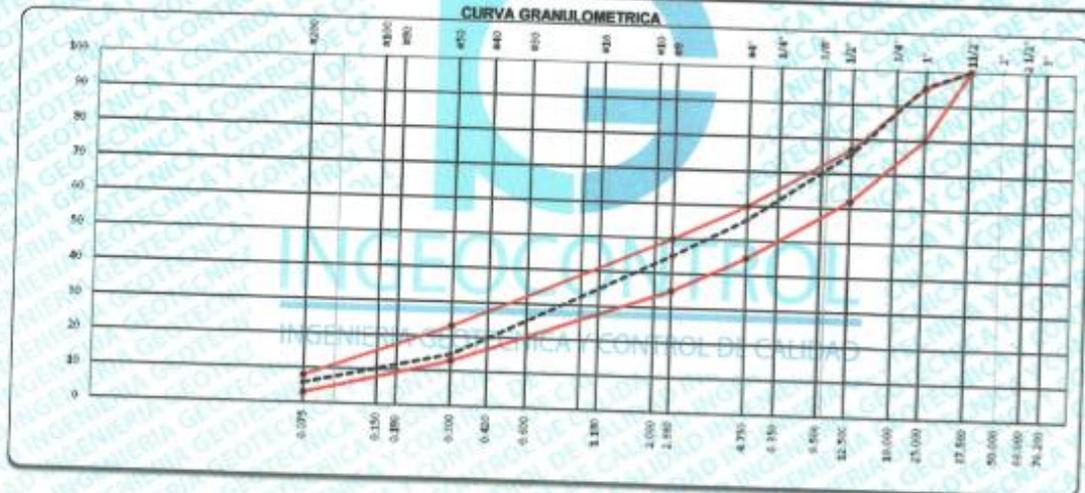
Proyecto: Reuso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales.
Solicitante: Rosario Pilar López Tipo
Atención: Rosario Pilar López Tipo
Ubicación de Proyecto: Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL
Material: Mezcla de agregados

Registro N°: IGC19-LEM-451-13
Muestreado por: Solicitante
Ensayado por: M. Altaro
Fecha de Ensayo: 25/10/19
Turno: Diurno

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM C 136 / ASTM C 117)

TAMM ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJES			MDF - 1		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumulado	Pasado			
2"	50.800					100	100	Peso Inicial 4584
3/4"	19.000					85	85	
3/8"	9.500					77	77	MEZCLA DE ADREGADOS RAP Arena zarandeada 89 40 100
1/2"	4.750	206.7	4.5	4.5	100.0			
#40	0.425	277.4	6.1	30.4	59.6			
#60	0.250	322.9	7.0	37.4	52.6			
#80	0.180	351.3	7.7	45.1	44.9			
#100	0.150	357.5	7.8	52.9	47.1			
#150	0.100	327.9	7.2	60.1	39.9			
#200	0.075	282.9	6.2	66.3	33.7			
#300	0.050	258.2	5.6	71.9	28.1			
#400	0.0375	234.5	5.1	77.0	23.0			
#500	0.030	214.6	4.7	81.7	18.3			
#600	0.025	206.2	4.5	86.2	13.8	15	23	
#750	0.020	195.5	4.3	90.5	9.5			
#1000	0.0075	152.0	3.3	93.8	6.2			

Observaciones:
 Especificaciones Técnicas MTC "C0-2017"
 Pavimento de concreto asfaltado en frío (Sección 424)



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N° 196029 INGENIERA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Mz B Lote 11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martin de Porres
 Telf: (01) 467-8957 Cel: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 11

PROYECTO : Revo del asfalto fresco para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales.

SOLICITANTE : Rosario Pilar López Tipo

CLIENTE : Rosario Pilar López Tipo

UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL.

REGISTRO N°: IGC19-LEM-451-02

REALIZADO POR : M. Alfaro
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ENSAYO : 02/11/18

Tipo de muestra : Mezcla densa en frío (MDF-1)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H @ 1.4%

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRIO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(HOJA DE CÁLCULO)**

EMULSION		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	Polvo de Aditivos Reciclado (PAR)
Resistencia asfáltica en la emulsión (%)	80.8	Descripción	Polvo
Densidad específica del asfalto (g/cm³)	1.01		para Mezcla densa en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	1.4	D. fin. Agregado (C)	2.375 g/cm³

MEZCLA Y COMPACTACION	
Aguá total en la mezcla (%)	2.4
Aguá de adición a la mezcla (g)	
Aguá de compactación (%)	2.9

DESCRIPCIÓN	SECO			
	1	2	4	5
1. Peso de la probeta en aire (D)	1123.0	1130.0	1127.0	1126.0
2. Peso de la probeta en agua (E)	928.0	910.0	928.0	928.0
3. Peso de la probeta seco (F)	1140.0	1140.0	1130.0	1130.0
4. Volumen por desplazamiento	590.0	590.0	590.0	590.0
5. Densidad bulk (G)	2.078	2.077	2.078	2.078
6. Densidad Saca Sub	2.074	2.074	2.074	2.074

N° Estabilidad (22.3 °C)				
1. Estabilidad (Kg)	821	783	803	800
2. Factor de conversión	1.00	0.96	1.00	0.99
3. Estabilidad corregida (Kg)	821	750	797	792
4. Flujo (mm)	3.0	3.0	3.0	3.0

N° Contenido de Humedad				
1. Peso de la muestra húmeda (H)	1140.0	1140.0	1130.0	1130.0
2. Peso de la muestra seca (I)	1073.4	1073.0	1070.0	1070.0
3. Tasa (J)	6.0	6.0	6.0	6.0
4. Contenido de humedad (K)	6.0	6.0	6.0	6.0
5. Humedad ajustada			12.2	13.0

N° Características				
1. Máximo total de vacíos (%)	10.9	13.5		
2. Vacíos de aire (%)	8.7	2.2		
3. V. M. A. (%)	13.8	16.3		
4. % pérdida de estabilidad		0.8		

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	INFORME		Código	AE-FO-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 11

PROYECTO : Reuso del estado fresaado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales. REGISTRO N°: IOC19-LEM-461-04

SOLICITANTE : Rosario Pilar López Tipo

CLIENTE : Rosario Pilar López Tipo

UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL

REALIZADO POR : M. Alaro
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 02/11/19

Tipo de muestra : Mezcla densa en frío (MDF-1)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H al 3.4%

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ELINOR - MARSHALL MODIFICADO
(HOJA DE CÁLCULO)**

EMULSION		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	Palmerite Asfáltica Recusada (PAR)
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	80.0	Descripción	Fresaado
Densidad específica del sólido (δ)	1.01	Emulsión	Mezcla densa en frío
Adición residual en la mezcla (A) (%)	3.4	δ, En Aparente (C)	2.572 g/cm³

MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	3.7
Agua de retención en la mezcla (a)	
Agua de compactación (b)	2.9

N°	DESCRIPCIÓN	SECO		SATURADO	
		1	2	3	4
1	Peso de la probeta en aire (D)	1132.0	1147.0	1148.0	1161.0
2	Peso de la probeta en agua (E)	520.0	529.0	530.0	539.0
3	Peso de la probeta SSD (F)	1145.0	1150.0	1173.0	1179.0
4	Volumen por desplazamiento	823.0	827.0	838.0	843.0
5	Densidad Bulk (G)	2.964	2.980	2.980	2.980
6	Densidad Teórica (H)	2.987	2.998	2.998	2.998

N°	DESCRIPCIÓN (22.2 °C)	SECO		SATURADO	
		1	2	3	4
1	Estabilidad (I) (g)	80	87	85	85
2	Factor de corrección	0.98	0.99	0.99	0.99
3	Estabilidad corregida (J) (g)	827	864	793	798
4	Flujo (K)	6.1	6.3	6.4	6.9

N°	DESCRIPCIÓN	SECO		SATURADO	
		1	2	3	4
1	Peso de la muestra húmeda (L)	1145.0	1150.0	1173.0	1179.0
2	Peso de la muestra seca (J)	1127.0	1132.0	1155.0	1161.0
3	Tasa (Q)			0.982	0.976
4	Contenido de humedad (R)	2.8	2.8	2.4	2.2
5	Humedad aparente				

N°	DESCRIPCIÓN	SECO		SATURADO	
		1	2	3	4
1	Máximo total de vacíos (%)	7.3	7.6		
2	Vacíos de aire (%)	1.8	1.8		
3	V. M. A. (%)	54.1	54.1		
4	Pérdida de estabilidad		0.1		

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:
		A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.		A:
					 Jopy C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.

	INFORME		Código	AE-F0-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	4 de 11

PROYECTO : Raso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales. REGISTRO N°: IGC19-LEM-451-05

SOLICITANTE : Rosario Pilar López Tipo

CLIENTE : Rosario Pilar López Tipo

UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL

REALIZADO POR : M. Arias
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 02/11/18

Tipo de muestra : Mezcla densa en frío (MDF-1)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H al 4.4%

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(HOJA DE CÁLCULO)**

EMULSIÓN		AGREGADO	
Tipo Emulsión Asfáltica	CSS-1H	Identificación	
Residuo asfáltico en la emulsión (%)	65.0	Designación	Fresado
Gravedad específica del asfalto (g/cm³)	1.01		para Mezcla densa en Frío
Asfalto residual en la mezcla (A) (%)	4.4	01. En. Agregado (%)	1.073 grad

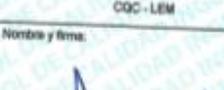
MEZCLA Y COMPACTACIÓN	
Agua total en la mezcla (%)	4.4
Agua de adición a la mezcla (g)	
Agua de compactación (%)	2.0

DESCRIPCIÓN	SEC0		SATURADO		
	1	2	4	5	6
N° DENSIDAD BULK					
1. Peso de la probeta en aire (D)	1127.9	1100.9	1100.9	1107.6	
2. Peso de la probeta en agua (E)	650.0	632.0	630.0	631.0	
3. Peso de la probeta SSD (F)	1103.0	1100.0	1100.0	1100.0	
4. Muestras por desmenuzamiento	622.0	620.0	640.0	630.0	
5. Densidad (bulk) (G)	2.160	2.197	2.130	2.134	
6. Densidad Saca Bulk	2.090	2.108	2.100	2.104	

N° Estabilidad (22.2 °C)					
1. Estabilidad (kg/cm²)	701	693	693	739	
2. Factor de corrección	1.08	0.95	0.95	0.99	
3. Estabilidad corregida (kg/cm²)	700	761	790	699	
4. Flujo (mm)	5.1	7.1	7.1	7.6	

N° Contenido de humedad					
1. Peso de la muestra húmeda (H)	1102.0	1100.0	1100.0	1100.0	
2. Peso de la muestra seca (I)	990.4	997.3	990.4	992.2	
3. Temperatura (J)					
4. Contenido de humedad (K)	9.9	9.1	9.1	9.7	
5. Humedad absoluta					

N° Características					
1. Índice total de vacíos (%)	6.5	6.2			
2. vacíos de aire (%)	0.5	0.6			
3. V. M. A. (%)	15.0	16.0			
4. % pérdida de estabilidad		0.4			

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		COC - LEM	
Nombre y firma:	D	Nombre y firma:	D	Nombre y firma:	D
	M		M		M
	A		A		A
		Noemy C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
Telf.: (01) 467-8957 Cel: 924 513 299 930 267 190

	INFORME		Código	AE-FC-177
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARSHALL MODIFICADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Páginas	7 de 11

PROYECTO : Ruido del asfalto frecado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbano marginales.

SOLICITANTE : Rosario Pilar López Tipo

CLIENTE : Rosario Pilar López Tipo

UBICACIÓN DE PROYECTO : Realizado en las Instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

REGISTRO N°: IGC19-LEM-451-08

REALIZADO POR : M. Alzaro
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ENSAYO : 02/11/19

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en frío (MDF-1)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Emulsión asfáltica CSS-1H al 5.5%

**DISEÑO DE MEZCLA DENSA EN FRÍO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO
(RESUMEN)**

1- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

Agregado Piedra Charcalo (PAP) : 55%
 Agregado Gravelita : 0%
 Agregado Arena zarandeada : 40%
 Filler (Cemento Portland Tipo I) : 0%
 Gravelite : ESPECIFICACION TECNICA MTC - E.G. - 2013
 : SECCION 424

2- LIGANTE ASFÁLTICO

Tipo de emulsión asfáltica : CSS-1H
 % óptimo de emulsión asfáltica : 0.2
 % óptimo de asfalto residual : 3.7

3- AGUA

% de humedad natural : 0.0
 % de agua en la emulsión : 2.5
 % de agua de pes. mezcla : 1.0
 % de agua total en la mezcla : 3.5
 % de agua de compactación : 1.9

4- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

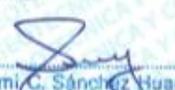
Nº DE GOLPES	30	75	100
% DE EMULSION ASFALTICA (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	5.3	6.2	7.9
ALFALTO RESIDUAL (% EN PESO DE LOS AGREGADOS)	3.3	3.7	4.3
DENSIDAD SECA BULK (g/cm³)	2.104	2.108	2.108
ESTABILIDAD MODIFICADA SECA (kg) (22.2 °C)	803.7	786.3	786.4
ESTABILIDAD MODIFICADA HUMEDA (kg) (22.2 °C)	788.1	786.2	777.9
FLUJOS DE ESTABILIDAD (%)	8.3	6.0	6.8
FLUJOS TOTALES (%)	7.8	6.9	6.8
HUMEDAD ABSORBECA (%)	0.1	0.1	0.3
REVESTIMIENTO (%)	--	00.0	--

4- TEMPERATURA DE APLICACION (°C)

Temperatura de agregados : 22.2 °C
 Temperatura de emulsión asfáltica : 22.2 °C

OBSERVACIONES :

- (1) Estabilidad Marshall ensayados a una temperatura de 22.2 °C (Ref. Manual asphalt institute MS-14)
- (2) Agregados muestreado por los interesados.
- (3) Porcentajes de materiales expresado en peso de los agregados.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:
		A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:
		 Jony E. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.			

Mz B Lot 11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

CONTROL DE DISEÑO MDE

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE COBERTURA

Proyecto : Reseado del asfalto fresaado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbanas marginales.
 Solicitante : Rosario Pilar López Tipo
 Atención : Rosario Pilar López Tipo
 Ubicación de Proyecto : Realizado en las instalaciones de INGECONCONTROL
 Material : Mezcla Densa en Frito (FAP)

Registro N° : IGC19-LEM-461-18

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : M. Alfaro
 Fecha de Ensayo : 25/10/19

Turno : Diurno

TIPO DE EMULSIÓN	CSB-18
(A) RESIDUO ASFÁLTICO DE LA EMULSIÓN (%)	60.0
(B) PESO DEL ADEGRADO SECO (g)	1100
(C) CEMENTO PORTLAND (%)	0.0
CEMENTO PORTLAND (g)	0.0
PORCENTAJE TEÓRICO DEL ASF. RES. (%)	4.4
(D) PESO DEL ASF. RES. TEÓRICO (g)	48.4
PORCENTAJE TEÓRICO DE LA EMULSIÓN (%)	7.3
PESO DE LA EMULSIÓN TEÓRICO (g)	80.7
PORCENTAJE DE AGUA EN LA EMULSIÓN (%)	2.9
PESO DEL AGUA EN LA EMULSIÓN (g)	23.3

Fórmula según método Illick $E = 0.05 \cdot A + 0.1 \cdot B + 0.5 \cdot C$
 E = (0.0527)(80.7) + (0.1)(0) + (0.5)(0) = 4.24

Fórmula según método MS14 $E = (0.05 \cdot A + 0.1 \cdot B + 0.5 \cdot C) + 0.7$
 E = (0.0527)(80.7) + (0.1)(0) + (0.5)(0) + 0.7 = 4.94

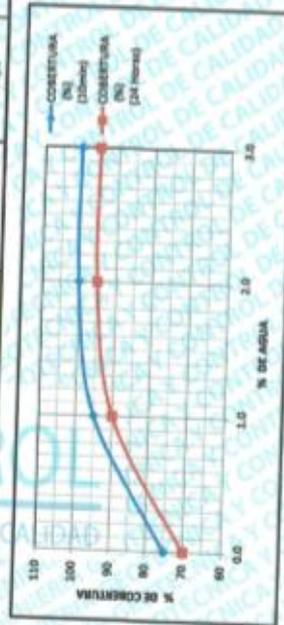
E = porcentaje teórico en peso de la emulsión asfaltosa.

A = Porcentaje de agregado que queda retenido en el #4 (75 mic).

B = (Pasa tam. # 82.5 mic) - (Pasa tam. # 200 mic)

C = Material pasa por el tam. # 200 mic

N° MEZCLA	ASfalto Residual (%)	Emulsión (%)	Cemento Portland (%)	Cemento Portland (g)	Cantidad del Agregado (g)	Agua a ser absorbida		Emulsión absorbida (g)	Peso acumulado de Mezcla húmeda (g)	Peso acumulado de Mezcla seca (g)	Humedad de Mezcla seca (%)	Observaciones
						(g/100)	(%)					
1	4.4	7.3	0.0	0.0	0.5	0.0	80.7	1182.2	1148.4	3.3	75	FALTA REDUC.
2	4.4	7.3	0.0	0.0	0.5	1.0	80.7	1197.2	1148.4	4.2	95	EXCEL. REDUC.
3	4.4	7.3	0.0	0.0	0.5	2.0	80.7	1228.2	1148.4	6.2	100	REDUC. SATURADO
4	4.4	7.3	0.0	0.0	0.5	3.0	80.7	1259.2	1148.4	6.2	100	REDUC. SATURADO
AGUA DE PRIMEZCLA (%)												1.0



Noemi Sánchez Truján
 INGENIERA CIVIL - CIP N° 194229
 INGENIERA ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD

CONTROL DE DISEÑO MDE
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

Proyecto : Reúso del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito de vehículos en Calles no pavimentadas en poblaciones urbanas marginales.
 Solicitante : Rosario Pilar López Tipo
 Atención : Rosario Pilar López Tipo
 Ubicación de Proyecto : Realizado en las instalaciones de INGENEOCONTROL
 Material : Mezcla Densa en Frío (RAP)

Registro N° : IGC19-LEM-481-17
 Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : M. Alfaro
 Fecha de Ensayo : 25/10/19
 Turno : Diurno

(A) PESO DEL ASFALTO DE LA EMULSIÓN (%)	88.0
(B) PESO DEL AGREGADO SECO (g)	1150
(C) CEMENTO PORTLAND (%)	0.0
(D) CEMENTO PORTLAND (g)	0.0
(E) PORCENTAJE TEÓRICO DEL ASF. RES. (%)	4.4
(F) PESO DEL ASF. RES. TEÓRICO (g)	4.4
(G) PORCENTAJE TEÓRICO DE LA EMULSIÓN (%)	48.4
(H) PESO DE LA EMULSIÓN TEÓRICA (g)	7.3
(I) PORCENTAJE DE AGUA EN LA EMULSIÓN (%)	80.7
(J) PESO DEL AGUA EN LA EMULSIÓN (g)	2.9
(K) PESO DEL AGUA EN LA EMULSIÓN (g)	32.3

N° MEZCLA	(E) ASFALTO RESIDUAL (%)	(F) EMULSIÓN (%)	(G) CEMENTO PORTLAND (%)	(H) HUMEDAD DEL AGREGADO (%)	(I) AGUA A SER AÑADIDA		(J) EMULSIÓN AÑADIDA (g)	(K) PESO ACUMULADO DE MEZCLA HUMEDA (g)	(L) PESO ACUMULADO DE MEZCLA SECA (g)	(M) HUMEDAD DE LA MEZCLA (%)	(N) HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	(O) AGUA A SER ELIMINADA		PESO INICIAL	PESO FINAL
					(a) (%)	(b) (g)						(p) (%)	(q) (g)		
1	4.4	7.3	0.0	0.0	1.0	11.0	80.7	1191.7	1146.4	3.8	3.8	0.0	-0.4	1386.0	1366.4
2	4.4	7.3	0.0	0.0	1.0	11.0	80.7	1191.7	1168.4	3.8	2.8	1.0	11.1	1384.9	1372.9
3	4.4	7.3	0.0	0.0	1.0	11.0	80.7	1191.7	1168.4	3.8	1.8	2.0	22.6	1388.0	1365.4

PROQUETAS	AGUA (%)	ESTABILIDAD		PROMEDIO
		LECTURA (g/9861°)	MEZCLA (g)	
1A	3.8	854	1831.3	626
1B	3.8	470	1331.2	626
1C				
2A	2.8	641	1818.3	1116
2B	2.8	881	1848.7	1116
2C				
3A	1.8	953	2702.4	857
3B	1.8	963	2730.1	857
3C				

AGUA DE PREMEZCLA %	1.8
AGUA DE COMPACTACIÓN %	2.8



C. Sánchez Huamán
 INGENIERA CIVIL - CIP N° 196028
 FORMA PROFESIONAL Y CONTROL DE CALIDAD S.A.

ANEXO 4. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

	ORION LABORATORIOS E.I.R.L. Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto
<u>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</u>	
N° 022-19 BAL	
OTORGADO A	: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
CERTIFICA QUE	: El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.
Instrumento de medición	: Balanza Digital.
Capacidad	: 30 kg.
Marca	: OHAUS
Modelo	: EB-30
Nro de Serie	: 8032142883
Fecha de Calibración	: 30.01.2019
Próxima Calibración	: 30.07.2019
 ORION LABORATORIOS E.I.R.L. Ing. Luis Taboada Pelacios JEFE DE LABORATORIO OF. 5655	
MÉTODO DE CALIBRACIÓN CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGUN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II	
INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN U = 1 gr. + 0.00034	
PATRONES 01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 1 mg a 500 gr, CERTIFICADOS LM-195-2018, LM-205-2018, LM-207-2018, LM-194-2018, PE18-C-0476	
TRAZABILIDAD Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.	
CONDICIONES DE CALIBRACIÓN Temperatura Inicial 26.0°C Final 26.1°C Humedad Relativa 81 %	
RESULTADO DE LA MEDICION Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.	
OBSERVACIONES Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro. del certificado.	
Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Larigancho Telf. 371 0531 - 371 0475 Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989 laboratorio@orionrep.com areatecnica@orionrep.com ventas@orionrep.com www.orionrep.com	



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 002-19 DD

SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

TITULO : Verificación de Dial Indicador

Dial : ELE

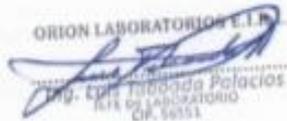
Modelo : AP-171 B

Rango : 1 "

N° Serie : 112345258

Sensibilidad : 0.01"/div

FECHA : Huachipa, 30 de Enero de 2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Efraín Palacios
SITIO DE LABORATORIO
C.R. 50151

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 003-19 AC**

SOLICITANTE : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

**TITULO : Calibración de Anillo de Carga
de Prensa Marshall**

Marca : FORNEY

Modelo : LA-3626-01

Serie : 10370

Anillo : FORNEY

Serie : 244

Capacidad : 6000 lbs

DIAL : SPI

Modelo : 20-701-9

Serie : TDD492

FECHA : Huachipa, 30 de Enero de 2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


Ing. Luis Taboada Palacios
Jefe de Laboratorio
C.P. 5031



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372830	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

2019-02-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO AJAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud M2)	BAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud M2)	BAT - LM - 0413 - 2015
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud M2)	BAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Mallas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15.000 g			Carga L2 = 30.000 g			
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
Diferencia Máxima			1.0	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permisible			± 20.0	Error Máximo Permisible			± 30.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c					
	Carga Mínima*	f (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
3		10	0.6	-0.1		10,000	10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.3	0.2	0.2
Error máximo permisible									± 20.0	

* Valor entre 0 y 10g

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA-QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,000	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza ΔL: Carga adicional E₀: Error en cero
l: Indicación de la balanza E: Error encontrado E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.4223333 \text{ g}^2 + 0.0000000043 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000323 R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 911028621 - 911028623 - 911028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0842-2018

Fecha de emisión : 2018 - 07 - 03

Exp: 77794

Pág. 1 de 2

1. **Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
2. **Dirección** : Calle Yahuar Huaca N° 215 Urb. San Agustín
Comas - Lima - Lima
3. **Medida materializada** : Pesas
 - **Marca** : FUYUE
 - **Material** : Acero inoxidable
 - **Procedencia** : No Indica
 - **Código** : 312P30
 - **Valor Nominal** : 1mg a 1 kg (*)
 - **Clase de exactitud** : F1
 - **Cantidad** : 25 unidades (**)
 - **Ubicación** : No Indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2018-06-28
6. **Método de calibración**

La calibración se efectuó mediante el método de doble sustitución con los patrones del laboratorio, según el PC-016 1ª Ed. : 2007 "Procedimiento para la calibración de pesas de precisión" del INDECOPI - SNM.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-1123	Pesa patrón Clase : E2	M-1157-2017/ METROIL S.A.C.

8. Condiciones de calibración

- **Temperatura Ambiental** : 21,8 °C a 20,5 °C
- **Humedad Relativa** : 52,4 %H.R. a 50 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1005 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no es responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.



CESAR GUIZA VILLANUEVA
Jefe del Laboratorio de Masa

9. Resultados

N°	IDENTIF.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (F1)
1	--	Cilíndrica con botón	TIENE	200 g	200 g + 0.5 mg	0.3 mg	1.0 mg
2	*	Cilíndrica con botón	TIENE	200 g	200 g + 0.5 mg	0.3 mg	1.0 mg
3	--	Cilíndrica con botón	TIENE	100 g	100 g + 0.21 mg	0.16 mg	0.5 mg
4	--	Cilíndrica con botón	TIENE	50 g	50 g + 0.07 mg	0.10 mg	0.3 mg
5	*	Cilíndrica con botón	TIENE	20 g	20 g + 0.06 mg	0.08 mg	0.25 mg
6	--	Cilíndrica con botón	TIENE	20 g	20 g + 0.06 mg	0.08 mg	0.25 mg
7	--	Cilíndrica con botón	NO TIENE	10 g	10 g + 0.09 mg	0.06 mg	0.20 mg
8	--	Cilíndrica con botón	NO TIENE	5 g	5 g + 0.04 mg	0.05 mg	0.16 mg
9	*	Cilíndrica con botón	NO TIENE	2 g	2 g + 0.04 mg	0.04 mg	0.12 mg
10	--	Cilíndrica con botón	NO TIENE	2 g	2 g + 0.03 mg	0.04 mg	0.12 mg
11	--	Cilíndrica con botón	NO TIENE	1 g	1 g + 0.02 mg	0.03 mg	0.10 mg
12	--	Laminar	NO TIENE	0.5 g	0.5 g + 0.020 mg	0.025 mg	0.08 mg
13	--	Laminar	NO TIENE	0.2 g	0.2 g + 0.030 mg	0.020 mg	0.06 mg
14	--	Laminar	NO TIENE	0.2 g	0.2 g + 0.030 mg	0.020 mg	0.06 mg
15	--	Laminar	NO TIENE	0.1 g	0.1 g + 0.013 mg	0.016 mg	0.05 mg
16	--	Laminar	NO TIENE	0.05 g	0.05 g + 0.016 mg	0.012 mg	0.04 mg
17	--	Laminar	NO TIENE	0.02 g	0.02 g + 0.017 mg	0.010 mg	0.03 mg
18	*	Laminar	NO TIENE	0.02 g	0.02 g + 0.011 mg	0.010 mg	0.03 mg
19	--	Laminar	NO TIENE	0.01 g	0.01 g + 0.009 mg	0.006 mg	0.025 mg
20	--	Laminar	NO TIENE	0.005 g	0.005 g + 0.010 mg	0.006 mg	0.020 mg
21	--	Laminar	NO TIENE	0.002 g	0.002 g + 0.007 mg	0.006 mg	0.020 mg
22	--	Laminar	NO TIENE	0.002 g	0.002 g + 0.016 mg	0.006 mg	0.020 mg
23	--	Laminar	NO TIENE	0.001 g	0.001 g + 0.002 mg	0.006 mg	0.020 mg

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

E.M.P. Error Máximo Permisible

10. Observaciones :

- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.
- Se colocó en el estuche una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° A-02025
- (*) Se calibró las pesas de 1 mg hasta 200 g.
- (**) La cantidad de pesas que se calibró son de 23 unidades.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0412-2018

SERV-0569-2018
 Pág. 1 de 2

- 1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.
Dirección : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín -
 Comas - Lima - Lima
- 2. Patrón de medición** : Pesa
Marca : No indica
Número de serie : No indica
Procedencia : No indica
Identificación : KM17-012
Valor Nominal : 20 kg
Clase de exactitud : M2
Material : Hierro fundido
Cantidad : 1
- 3. Fecha y lugar de calibración**
Fecha de calibración : 2018-06-20
Lugar de calibración : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 2

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

- 4. Método de calibración**
 La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed.
 "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

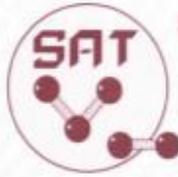
- 5. Trazabilidad**
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-06	M1	M-0962-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20

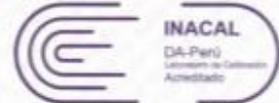

JORGE R. QUILLÉ RAMOS
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)


Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ
 Jefe de División de Metrología



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0412-2018

Pág. 2 de 2

6. Resultados de medición

Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21,9	22,0
HUMEDAD RELATIVA (%)	56	55
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1005	1005

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M ₂
KM17-012	20 kg	20 kg + 0,5 g	0,5 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	3 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0414-2018

SERV-0569-2018
 Pág. 1 de 2

- 1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.
Dirección : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín -
 Comas - Lima - Lima
- 2. Patrón de medición** : Pesa
Marca : No indica
Número de serie : No indica
Procedencia : No indica
Identificación : KM17-010
Valor Nominal : 5 kg
Clase de exactitud : M2
Material : Hierro fundido
Cantidad : 1
- 3. Fecha y lugar de calibración**
Fecha de calibración : 2018-06-20
Lugar de calibración : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 1

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

- 4. Método de calibración**
 La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

- 5. Trazabilidad**
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-04	M1	M-0960-2017

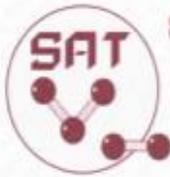
Fecha de emisión: 2018-06-20



JORGE R. QUILLE RAMOS
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)



Ing. YANET L. MALDONADO PANEZ
 Jefe de División de Metrología



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0414-2018
Pág. 2 de 2

6. Resultados de medición

Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21,7	21,6
HUMEDAD RELATIVA (%)	51	51
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1006	1006

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M ₁
KM17-010	5 kg	5 kg + 0,06 g	0,19 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	0,8 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.



ANEXO 5: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y VALIDACIÓN

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	CONSTANCIA DE VALIDACIÓN
--	---------------------------------

Yo ARMARDO SIFUENTES JIMENEZ DNI N°: 44316014
 CIP N°: 146032 de Profesión ING. Civil
 Desempeñándome actualmente como _____
 en _____

Por medio de la presente hace constar que he revisado con fines de validación el instrumento de Proyecto de Investigación "Reusó del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito vehículos en calles no pavimentadas en Poblaciones Urbano Marginales"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo, formular las siguientes apreciaciones

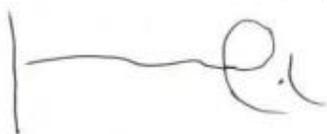
Formato de recolección de Datos para identificar las propiedades físicas del reusó del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito vehículos	Validez baja (0.59 a 0.59)	Valida (0.6 a 0.659)	Muy Valida (0.66 a 0.71)	Excelente Validez (0.72 a 0.99)	Validez Perfecta (1.00)
1. CLARIDAD					X
2. OBJETIVIDAD					X
3. ACTUALIDAD					X
4. ORGANIZACIÓN					X
5. SUFICIENTE					X
6. INTENCIONALIDAD					X
7. CONSISTENCIA					X
8. COHERENCIA					X
9. METODOLOGIA					X

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Lima a los _____ días del mes de junio del dos mil diecinueve

DNI: 44316014

Especialidad: Civil

Correo: asifuentesj@gmail.com



Yo Santos Ricardo Padilla DNI N°: _____

 CIP N°: 51630 de Profesión _____

 Desempeñándome actualmente como Ing. Civil.

en _____

Por medio de la presente hace constar que he revisado con fines de validación el instrumento de Proyecto de Investigación **"Reusó del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito vehículos en calles no pavimentadas en Poblaciones Urbano Marginales"**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo, formular las siguientes apreciaciones

Formato de recolección de Datos para identificar las propiedades físicas del reusó del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito vehículos	Validez baja (0.59 a 0.59)	Valida (0.6 a 0.659)	Muy Valida (0.66 a 0.71)	Excelente Validez (0.72 a 0.99)	Validez Perfecta (1.00)
1. CLARIDAD					✓
2. OBJETIVIDAD					✓
3. ACTUALIDAD					✓
4. ORGANIZACIÓN					✓
5. SUFICIENTE					✓
6. INTENCIONALIDAD					✓
7. CONSISTENCIA					✓
8. COHERENCIA					✓
9. METODOLOGÍA					✓

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Lima a los _____ días del mes de junio del dos mil diecinueve



SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
INGENIERO CIVIL
CIP 51630

DNI: _____

 Especialidad: Civil

Correo: _____



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Colquichagua Jaco Miriam DNI N°: 40454841
 CIP N°: 90693 de Profesión Ing Civil
 Desempeñándome actualmente como Jefa de control de calidad
 en Cosapi

Por medio de la presente hace constar que he revisado con fines de validación el instrumento de Proyecto de Investigación "Reusó del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito vehículos en calles no pavimentadas en Poblaciones Urbano Marginales"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo, formular las siguientes apreciaciones

Formato de recolección de Datos para identificar las propiedades físicas del reusó del asfalto fresado para la mitigación de partículas en suspensión producido por el tránsito vehículos	Validez baja (0.59 a 0.59)	Valida (0.6 a 0.659)	Muy Valida (0.66 a 0.71)	Excelente Validez (0.72 a 0.99)	Validez Perfecta (1.00)
1. CLARIDAD					X
2. OBJETIVIDAD					X
3. ACTUALIDAD					X
4. ORGANIZACIÓN					X
5. SUFICIENTE					X
6. INTENCIONALIDAD					X
7. CONSISTENCIA					X
8. COHERENCIA					X
9. METODOLOGIA					X

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Lima a los 22 días del mes de junio del dos mil diecinueve

MIRIAM RUTH
 COLQUICHAGUA JACO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 090693

DNI: 40454841

Correo: Mcolquichagua@gmail



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TEMA :

TIPO DE MUESTRA:

MUESTRA :

METODO DE ENSAYO

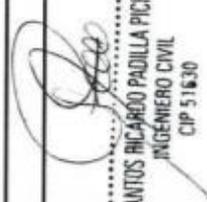
Ami- ces	ASTN	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que pasa	Arena -	Concreto	Descripcion
	5"	127.000							1. Peso del Material
	4"	101.600							Peso inicial total (kg) _____
	3"	73.000							Peso Fraccion Fina para Lavar (gr) _____
	2 1/2"	60.300							
	2"	50.800							
	1 1/2"	37.500							2. Características
	1"	25.400							Tamaño Maximo _____
	3/4"	19.000							tamaño Maximo Nominal _____
	1/2"	12.700							Grava(%) _____
	3/8"	9.520							Arena(%) _____
	1/4"	6.350							Finos(%) _____
	N° 4	4.750							Modulo de fineza(%) _____
	N° 8	2.360							
	N° 10	2.000							
	N° 16	1.190							
	N° 20	0.850							
	N° 30	0.600							
	N° 40	0.420							
	N° 50	0.300							
	N° 60	0.250							
	N° 80	0.180							
	N° 100	0.150							
	N° 200	0.075							
	Pasante								

.....
SANTOS RICARDO PAJILLA PICHER
INGENIERO CIVIL
CIP 51630

Armando Fuentes
146032

ANEXO 2: Formato N° 01

FORMATO N° 01: RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO

 UCV <small>UNIVERSIDAD CENTRO VALLE DEL</small>	
Autora: Lopez Tipo, Rosario	
I. Generalidades: Fecha de Aplicación:	
II. Datos de Campo Tipo de reciclado Ubicación del reciclado Forma de reciclado Posible aportación de materiales Trafico Poblacion Beneficiada N° de calles beneficiadas Area de calles a pavimentar Espesor de la carpeta asfalto a pavimentar Tipo de Suelo	
III. Validez del Instrumento valido/no valido	
IV. Datos de Expertos	
Nombre: Armando S. Fuentes Jimenez CIP N°: 146032 Especialidad: Ing. Civil Firma y Sello: 	Nombre: CIP N°: Especialidad Firma y Sello
Nombre: CIP N°: Especialidad Firma y Sello	Nombre: SANTOS RICARDO PAOILLA PICHER INGENIERO CIVIL CIP 51630 

FORMATO N° 02: Técnica en el Metodo de Diseño



Autora: Lopez Tipo, Rosario

I. Generalidades:

Fecha de Aplicación:

II. Datos de Campo

a) Ensayo de Ganulometria
tablas de calculo de diseño
resultados estimados

b) ensayo de **MARSHAL**
tablas de calculo de diseño
resultados estimados

III. Validez del instrumento

valido/no valido

valido/no valido

valido/no valido

IV. Datos de Expertos

Nombre: **Armando Sifuentes Jimenez**
CIP N°: **146032**
Especialidad **Civil**
Firma y Sello

Nombre: **SANTOS RICARDO PADILLA PICHER**
CIP N°: **51630**
Especialidad **INGENIERO CIVIL**
Firma y Sello

Nombre:
CIP N°:
Especialidad
Firma y Sello

Formato N° 03

FORMATO N° 03: Estimación de Costos de reuso de asfalto		
		
Autora: Lopez Tipo, Rosario		
I. Generalidades:		
Fecha de Aplicación:		
II. Datos de Campo		
a) Ensayo de Ganulometria		
costo de ensayo de laboratorio		
costo del material		
costos en la realizacion de calculos		
b) ensayo de MAES-1A1		
Costos de recoleccion de datos		
costo de la realizacion de calculos		
III. Validez del Instrumento		
valido/no valido	valido/no valido	valido/no valido
IV. Datos de Expertos		
Nombre: Armando Suardes Jimenez	Nombre: 	Nombre:
CIP N°: 146032	CIP N°: SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN	CIP N°:
Especialidad: Civil	Especialidad: INGENIERO CIVIL	Especialidad:
Firma y Sello: 	Firma y Sello: 	Firma y Sello:

