



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades
mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Ate-2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Romero Capacyachi, Christian Farid (orcid.org/0000-0001-8710-0028)

ASESOR:

Dr. Choque Flores, Leopoldo (orcid.org/0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

ATE – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres Nelly y Benigno quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía. A mi hermana Fiorela gracias por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mis asesores principales colaboradores durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Adición De Carbonato De Calcio Para Incrementar Las Propiedades Mecánicas De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Ate-2024", cuyo autor es ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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, 09 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 11-07- 2024 16:47:12

Código documento Trilce: TRI - 0806584



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición De Carbonato De Calcio Para Incrementar Las Propiedades Mecánicas De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Ate-2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada 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 publicada, ni presentada 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 la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID DNI: 77131741 ORCID: 0000-0001-8710-0028	Firmado electrónicamente por: CROMEROCA el 16- 07-2024 09:09:07

Código documento Trilce: INV - 1674718

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
<i>I. INTRODUCCIÓN.....</i>	<i>1</i>
<i>II. MARCO TEÓRICO.....</i>	<i>5</i>
<i>III. METODOLOGÍA.....</i>	<i>12</i>
<i>3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....</i>	<i>12</i>
<i>3.2 Variables y Operacionalización.....</i>	<i>13</i>
<i>3.3 Población y muestra.....</i>	<i>15</i>
<i>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....</i>	<i>16</i>
<i>3.5 Procedimiento.....</i>	<i>18</i>
<i>IV. RESULTADOS.....</i>	<i>23</i>
<i>V. DISCUSIÓN.....</i>	<i>44</i>
<i>VI. CONCLUSIONES.....</i>	<i>47</i>
<i>VII. RECOMENDACIONES.....</i>	<i>48</i>
<i>VIII. PROPUESTAS.....</i>	<i>49</i>
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de briquetas ensayadas en laboratorio, diseños con CaCo ₃	16
Tabla 2. Ensayos físicos de agregados finos y gruesos	19
Tabla 3. Análisis granulométrico mezcla asfáltica especificación MAC2	23
Tabla 4. Porcentajes de agregados para diseño convencional	24
Tabla 5. Resultados de ensayo desgaste por abrasión de los ángeles	25
Tabla 6. Resultados de porcentaje de absorción de agregado grueso	25
Tabla 7. Cálculo de % de absorción de agua del agregado grueso.....	26
Tabla 8. Resultados de ensayo caras fracturadas	26
Tabla 9. Resultados de ensayo caras fracturadas	27
Tabla 10. Resultados de ensayo equivalente de arena.....	27
Tabla 11. Resultados de las muestras ensayadas	27
Tabla 12. Parámetros para método Marshall	28
Tabla 13. Resultados de las muestras ensayadas	28
Tabla 14. Resultados de los ensayos realizados para encontrar el optimo	29
Tabla 15. Estabilidad Marshall de mezclas asfálticas convencional.....	32
Tabla 16. Estabilidad Marshall de mezclas asfálticas con adición de CaCo ₃	33
Tabla 17. Flujo Marshall convencional al 5.9% del C.O.A	34
Tabla 18. Flujo Marshall diseños modificados respecto al 5.9% del C.O.A	34
Tabla 19. Resultado de peso específico con un C.O.A	36
Tabla 20. Resultado de densidad máxima RICE con un C.O.A al 5.9%.....	37
Tabla 21. Resultado de V.A máxima con un C.O.A al 5.9%.....	38
Tabla 22. Resultado V.M.A con un C.O.A al 5.9%	39
Tabla 23. Prueba de normalidad respecto a los resultados del C.O.A para cada diseño .	40
Tabla 24. Prueba t de student 0.01% estabilidad	40
Tabla 25. Prueba t de student 0.01% flujo	41
Tabla 26. Prueba de normalidad respecto a los resultados del C.O.A para cada diseño respecto a la densidad.....	41
Tabla 27. Prueba t de student 0.01% de densidad.....	42
Tabla 28. Prueba de normalidad respecto a los resultados del C.O.A para cada diseño respecto a V.A y V.M.A.....	43
Tabla 29. Prueba t de student 0.04% de V.A	43
Tabla 30. Prueba t de student 0.04% de V.M.A	44
Tabla 31. Resumen de resultados discusión 1	45
Tabla 32. Resumen de resultados discusión 2.....	45
Tabla 33. Resumen de resultados discusión 2.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1. Anatomía de la concha de abanico	10
figura 2. Difractograma de cantidad de átomos C de la concha de abanico	11
figura 3. Microscopia electrónica de barrido de SEM de la concha de abanico	12
figura 4. Cuarteo de material y granulometría	18
figura 5. Espécimen en filler de CaCo ₃ pasante por malla n° 140.....	19
figura 6. Mezcla de agregados y betún a 140 c°	20
figura 7. Compactación y elaboración de briquetas.....	21
figura 8. Curva granulométrica combinación de materiales	24
figura 9. Flujo vs %C. A	29
figura 10. Estabilidad vs % C.A.....	30
figura 11. Vacíos llenados con C.A vs %C. A.....	30
figura 12. %Vacíos vs %C.A	30
figura 13. %V.M.A vs %C.A	31
figura 14. densidad vs %C.A.....	31
figura 15. Resultados de estabilidad Marshall convencional y adición de CaCo ₃	33
figura 16. Resultados de flujo Marshall convencional y adición de CaCo ₃	35
figura 17. Resultados de peso específico convencional y adición de CaCo ₃	36
figura 18. Resultados de densidad máxima convencional y adición de CaCo ₃	37
figura 19. Resultados de V.A convencional y adición de CaCo ₃	38
figura 20. Resultados de V.M.A convencional y adición de CaCo ₃	39

RESUMEN

En la presente investigación se realizó la adición de carbonato de calcio CaCo_3 con la finalidad de optimizar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, para lo cual se trabajó con porcentajes para los diseños modificados con 1%, 1.5%, 3%. El carbonato de calcio fue adquirido mediante un proceso de calcinación y trituración de las conchas de abanico para conseguir la composición carbonato de calcio en filler que fue añadido en la mezcla asfáltica para la elaboración de las briquetas.

Se desarrollo la investigación con una metodología aplicada y enfoque cuantitativo en el cual obtendremos resultados numéricos basados en ensayos de laboratorio. Para ello la población está conformado con 27 briquetas en total que serán analizadas y se utilizó la metodología Marshall.

Para obtener un contenido óptimo de asfalto se trabajó con 6 porcentajes de betún asfáltico PEN 60/70, lo cual este mismo indicaría en el diseño convencional una mezcla asfáltica adecuada y posteriormente se utilizaría el mismo porcentaje de betún con los demás diseños modificados, para poder realizar una comparativa con el diseño óptimo.

Los resultados con una adición de 1% la resistencia y estabilidad incremento con respecto al diseño convencional en un 16%, de 3381kg/cm a un valor de 3924 kg/cm, el flujo tuvo valores de 3.57mm como convencional y 4.23mm estando en los parámetros permisibles, la densidad tiene una similitud de 2521 gr/cm³ y con el diseño modificado 2.532 gr/cm³, para los vacíos de aire V.A con el 1% de carbonato de calcio el porcentaje fue 4.01%, para los vacíos de agregado mineral en el diseño modificado resulto un 18%, lo cual según el MTC EG 2013 está dentro de los parámetros y el 1% de carbonato de calcio tiene mejor adaptación en las mezcla asfáltica en caliente.

Palabras clave: carbonato de calcio, densidad, flujo, estabilidad, método Marshall.

ABSTRACT

In this research, the addition of calcium carbonate CaCO_3 was carried out with the purpose of optimizing the mechanical properties of the asphalt mixture, for which percentages were used for the modified designs with 1%, 1.5%, 3%. The calcium carbonate was acquired through a process of calcination and crushing of the fan shells to obtain the calcium carbonate composition in filler that was added to the asphalt mix for the elaboration of the briquettes.

The research was developed with an applied methodology and quantitative approach in which we will obtain numerical results based on laboratory tests. For this purpose, the population is made up of 27 briquettes in total that will be analyzed and the Marshall methodology was used.

To obtain an optimum asphalt content, we worked with 6 percentages of asphalt bitumen PEN 60/70, which would indicate an adequate asphalt mix in the conventional design and then the same percentage of bitumen would be used with the other modified designs, in order to make a comparison with the optimum design.

The results with an addition of 1% the resistance and stability increased with respect to the conventional design by 16%, from 3381kg/cm to a value of 3924 kg/cm, the flow had values of 3.57mm as conventional and 4.23mm being in the permissible parameters, the density has a similarity of 2521 gr/cm³ and with the modified design 2. 532 gr/cm³, for the V.A air voids with 1% calcium carbonate the percentage was 4.01%, for the mineral aggregate voids in the modified design it resulted 18%, which according to the MTC EG 2013 is within the parameters and 1% calcium carbonate has better adaptation in hot asphalt mixes.

Keywords: calcium carbonate, density, flow, stability, marshall method.

I. INTRODUCCIÓN

La problemática genera fallas patológicas en los pavimentos la cual conlleva a no cumplir con su vida útil las cuales se representan cuando el pavimento se descompone prematuramente lo que resulta la segregación de la superficie asfáltica, así mismo pueden tener deformaciones plásticas, precipitaciones, etc. Las posibles causas son las altas cargas de tráfico de carga pesado por la zona industrial que hay cerca de la zona de estudio ocasionando daños al pavimento asfáltico, así como las grietas, reduciendo el rendimiento y ocasionando fallos a la estructura. Así como el uso del petróleo y sus derivados tienen como consecuencia incrementar daños al ecosistema y alterar el cambio climático.

(Ramos, Zamudio .2021). denomina que hay demasiada presencia de vehículos de clase pesada lo cual es una de las patologías para el pavimento flexible el deterioro prematuro, la presencia de las aguas y humedad, entonces la carpeta de rodadura se ve expuesta y con un índice bajo de durabilidad también resalta que son generadas por una mala empleabilidad de Los componentes que se emplean directamente en la elaboración de la mezcla de asfalto.

Además de los mencionado anteriormente un factor muy importante son las condiciones de clima y el diseño que rea realiza para las necesidades que se requiera, una de las intenciones es optimizar los diseños de las mezclas y mejorar su desempeño frente a los factores que reducen el tiempo de uso útil de los pavimentos.

(Cruz, Baldi y Elizondo, 2020), internacional. Se destaca el daño por la humedad por causa de los factores climáticas en épocas lluviosas dañando la carpeta asfáltica en la infiltración de humedad provocando separación de los componentes, causando agrietamientos y deformación del asfalto donde rigen mecanismos para estudiar los daños por humedad y erosión hidráulica de la mezcla asfáltica.

En nuestro país el ministerio del ambiente propuso realizar un proceso participativo con una (ley N° 30884 - 2018) es para ayudar a proteger el medio ambiente, tener una adecuada calidad de vida a la fauna, flora, zonas costeras cerca al mar así mismo mitigar los contaminantes en contra de nuestra salud.

Esta investigación se centra en la introducción de carbonato de calcio natural extraída de residuos de conchas de mar que podrían utilizarse para mejorar las propiedades mecánicas con lo cual generaría mayor durabilidad, a fin de obtener resultados favorables mejorando y reduciendo la deformación, así como también reducir el impacto ambiental.

Por lo explicado anteriormente y como alternativa al mejoramiento de la vulnerabilidad de la carpeta asfáltica nos planteamos el siguiente problema: ¿De qué manera influye la adición de CaCO_3 para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en, Ate 2024? Y como problemas específicos se formuló lo siguiente: (1) ¿Cuál es la variación en la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCO_3 Ate-2024?, (2) ¿Cuál es la variación de la densidad de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el % de CaCO_3 en Ate 2024?, (3) ¿Cuál es la variación del contenido de V.A Y V.M.A de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCO_3 Ate- 2024 ?.

Esta investigación proporcionará soporte académico porque se justifica teóricamente y brindará apoyo a nuevas investigaciones y nuevas teorías para mejorar la mezcla asfáltica y abordar sus patologías. así mismo se justifica en la práctica porque esta investigación se realiza para realizar mejoras a la mezcla bituminosa dado que los pavimentos flexibles se modernizan con el tiempo con nuevas técnicas y materiales para aumentar su resistencia y alargar su vida útil, por estas razones es importante utilizar el Manual Peruano de Carreteras NTP (Norma Técnica Peruana). que estarán presentes en este proyecto, esta investigación propone el desarrollo del distrito de Ate con aceras que quizás no sean las más económicas pero aun así son capaces de reducir los costos de mantenimiento con el tiempo, por lo tanto las de este proyecto Los datos obtenidos podrán generar otras mezclas asfálticas eficientes y duraderas, y al mismo tiempo el foco de nuestra investigación, el objetivo principal es Determinar el incremento de las propiedades mecánicas de la mezcla asfálticas en caliente adicionando el CaCO_3 en Ate- 2024, y como objetivos específicos, (1) Verificar la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCO_3 Ate- 2024, (2) Comparar la densidad de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de

CaCo₃ Ate- 202, (3) Analizar el contenido V.A y V.M.A de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo₃ Ate- 2024 ; tomando como hipótesis: Adicionando el CaCo₃ es factible el incremento de las propiedades mecánicas de la mezcla asfálticas en caliente en Ate- 2024 y como hipótesis específicas: (1) La estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente tendrá una variación adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo₃ Ate- 2024, (2) La densidad de la mezcla asfáltica en caliente tendrá una variación adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo₃ Ate- 2024, (3) El contenido V.A y V.M.A de la mezcla asfáltica en caliente tendrá una variación adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo₃ Ate- 2024.

Hay un problema con la infraestructura vial en el Perú sobre el desempeño de las estructuras asfálticas, problemas de diseño fallas de construcción. Esta falla se puede ver en muchas carreteras y autopistas donde las fallas prematuras son comunes. Las fallas o irregularidades del recubrimiento a menudo resultan de un comportamiento mecánico en el que grandes cantidades de área se comportan de manera inesperada; La razón principal de esto es que no se le asigna una única tarea, sino diferentes formas, como tracción y compresión , en este estudio se mejora el flujo del pavimento a altas temperaturas sin hacer que el pavimento sea demasiado pesado, un material que puede funcionar bien en estas condiciones es el caucho reciclado de los vehículos, (Carrizales, 2015).

Corbacho (2019). El objetivo general de su investigación era evaluar la estabilidad y el desarrollo continuo del método Marshall a través de pruebas y ensayos de briquetas asfálticas. Propiedades sobresalientes gracias a las pruebas de Hamburgo con mezclas asfálticas modificadas, muchas de las cuales han sido reemplazadas por fibras y agregados de tereftalato de poliestireno. Este estudio, realizado en Cusco, confirmó que las mezclas asfálticas con adición de fibras de tereftalato incrementaron un 24% en términos de resistencia, estabilidad y modificación permanente de los comparados a las mezclas asfálticas convencionales. También dijo que reemplazar los agregados con otra cantera sería una buena opción utilizando el desarrollo de la norma ASTM - D porque tiene un fuerte factor en la adhesión de las rocas.

Eliozone, Baldi y Kikut (2020) en su tema científico que aborda sobre las mezclas asfálticas con cal hidratada menciona que el uso de cal apagada mejora las propiedades de resistencia y durabilidad del asfalto. Es muy resistente a la humedad; determina que varias de las investigaciones se centran en las ventajas de la cal mezclada con asfalto; El porcentaje más utilizado para la evaluación en diseños es el 1,5% del tamaño total; porque este porcentaje dio mejores resultados que investigaciones que demostraron que esta mezcla era estable y diferente al utilizar cal apagada con 10%, 15% y 20% de cal. Esta información recomienda el uso de materiales asfálticos a base de cal; Este se reduce un 20% más la cal hidratada, por lo que pasa a ser un 20%.

II. MARCO TEÓRICO

Como trabajos previos a continuación presentamos.

Sohrabi, shirmohammadi y hamedi (2019), Irán, Para evaluar las mezclas, se determinó la acción del carbonato de calcio, que aumenta la resistencia de la mezcla bituminosa a los daños causados por la humedad. En los ensayos se utilizaron tres tipos de áridos: caliza, granito y cuarcita. para las diferentes hidrofiliías y dos tipos de conglomerantes bituminosos 60-70 y 85-100 para la preparación briquetas. La prueba AASHTO T283 es la prueba de laboratorio más popular para evaluar los daños En la prueba Marshall basado en normas. ASTM D1559 [21]. Cabe destacar que la modificación de la normativa existente garantiza que los áridos no afecten al contenido óptimo de ligante bituminoso en las muestras modificadas y que se amplíen las posibilidades sin cambios por el uso de un % de ligante bituminoso diferente. la aplicación de un recubrimiento de carbonato de calcio La adherencia del aglutinante se incrementó mediante la adición de aditivos de cal y betún. en mezclas con 2 tipos de conglomerante: Asfalto 60-70 y 85-100.

Según Goicochea (2017) en su tesis con nombre “Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumáticos reciclados como polímero base, chachapoyas “agregar caucho reciclado que no se usan y un betún asfáltico con penetración de PEN 60/70 para incrementar sus propiedades mecánicas del asfalto caliente minimiza costo de producción. Asimismo, el diseño es un método de experimentación y análisis. Para demostrar esto, se utilizó asfalto PEN 60/70 como muestra de control y se prepararon muestras de prueba con dosificación de 10%, 15%, 20% de caucho y 2% de azufre (S) a una temperatura de 160 °C. llevado a cabo. Se realizó cada y se concluyó que con la adición de caucho incrementó la resistencia, pero disminuye la temperatura de combustión y se concluye que reduce el coste de la mezcla asfáltica.

Quispe (2022) en su investigación “Análisis de la resistencia a la deformación de la mezcla asfáltica con nanocarbonato de calcio y nanoarcilla, Lima, 2022” determina la resistencia en la deformación en mezclas asfálticas que contienen 0,5%, 1,5%, 2,5%, 3,5% y 4,5% el trabajo se realizó con la metodología Marshall ASTM D-1559 y el método ASTM D-4867-04 modificado de Lottman se determina los cambios de

temperatura y humedad. los resultados con una adición de 3,5% de nanoarcilla y 0,5% de nanocarbonato de calcio mejoro su estabilidad y capacidad de resistir la humedad del diseño de mezcla de asfalto. Todas las mezclas alcanzaron un valor superior al 80% donde se concluyó que los nanoaditivos se utilizan como reemplazos parciales efectivos de agregados funcionales económicos y amigables con el medio ambiente.

Ponce (2021), en su investigación “Aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021” se realizó elaboraron briquetas con la metodología Marshall para determinar el efecto de la aplicación de fibra de vidrio en la mezcla con asfalto en caliente desarrollada en Puno, renovando el asfalto. Al diseñar asfalto caliente se determinó que aumentó la resistencia de la superficie de la carretera, con buenos resultados comparando asfalto modificado con 1%,3% y 5% de fibras de vidrio, se determinó mediante la prueba Marshall que con el asfalto mejorado con incorporación de fibra de vidrio presenta buenas características la estabilidad, finalmente se puede deducir que los valores son el diseño de asfalto es del 3% más fibra de vidrio.

Alvarado (2023), menciona que incorporando el elemento conchas de abanico triturado CAT el resultado a través de los diseños modificados mejoran en sus propiedades mecánicas MAC, este investigador realiza 4 porcentajes de contenido óptimo de material bituminoso de 4.7%,5.2%,5.7% y 6.2%. en donde a través de los ensayos llega a la conclusión de trabajar con un óptimo de 5.6% para ser utilizado en los demás diseños añadiendo las valvas trituradas, en los ensayos modificados al 10%, 15%,20% de CAT, los ensayos más favorables fueron el 10% con un valor numérico de una estabilidad de 1406 kg.

Según Guerreros (2022) en su tesis “Análisis de la influencia del sulfato de cromo en la degradación del asfalto en el proceso de producción de mezcla asfáltica en planta - Huancayo 2022 ”En este proyecto se determinan las propiedades físicas y mecánicas, se compara su composición de las propiedades del betún asfáltico añadido con sulfato de cromo elaborado al 5%, 10% y 15% en mezcla asfáltica PEN [i]85-100 , las propiedades del sulfato de cromo en mezcla asfáltica en caliente

MAC-2 se utilizó el método Marshall y los resultados obtenidos muestran que las pruebas de viscosidad y fluencia disminuyeron con la adición de sulfato de cromo; mientras que, con la adición de un 10% de sulfato de cromo, la ductilidad y la estabilidad aumentan generosamente.

Según Angulo y Lucano (2023) en su investigación "Influencia de la adición de aceite quemado de vehículos en mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Chicama" El objetivo principal fue evaluar la utilización de aceite de motor en su composición del diseño de mezcla con asfalto utilizando 18 briquetas. Los resultados de la prueba Marshall realizada al agregar aceite de motor en dosis de 1%, 3% y 5% mostraron mejoría. Al contrastar con el diseño control la durabilidad y resistencia con la implementación de aceite quemado del automóvil alcanza los mejores valores numéricos de 2,402 g/cm³ de gravedad específica, 4,3% en vacío, 65,0% de vacío lleno y betún asfáltico 1.248 kg de estabilidad y 3.020 kg/cm de resistencia. Se confirma que la acumulación de aceite de vehículos quemado tiene un efecto positivo sobre las propiedades de las mezclas asfálticas.

Carrizales (2015) menciona que hay un problema con la infraestructura vial en el Perú sobre el desempeño de las estructuras asfálticas, problemas de diseño fallas de construcción. Esta falla se puede ver en muchas carreteras y autopistas donde las fallas prematuras son comunes. Las fallas o irregularidades del recubrimiento a menudo resultan de un comportamiento mecánico en el que grandes cantidades de área se comportan de manera inesperada; La razón principal de esto es que no se le asigna una única tarea, sino diferentes formas, como tracción y compresión , en este estudio se mejora el flujo del pavimento a altas temperaturas sin hacer que el pavimento sea demasiado pesado, un material que puede funcionar bien en estas condiciones es el caucho reciclado de los vehículos.

Corbacho (2019). El objetivo general de su investigación era evaluar la estabilidad y el desarrollo continuo del método Marshall a través de pruebas y ensayos de briquetas asfálticas. Propiedades sobresalientes gracias a las pruebas de Hamburgo con mezclas asfálticas modificadas, muchas de las cuales han sido reemplazadas por fibras y agregados de tereftalato de poliestireno. Este estudio, realizado en Cusco, confirmó que el diseño de mezclas modificadas con fibras de

tereftalato proporciona un 24% en términos de resistencia, estabilidad y modificación permanente de los comparados a las mezclas asfálticas convencionales. También dijo que reemplazar los agregados con otra cantera sería una buena opción utilizando el desarrollo de la norma ASTM - D porque tiene un fuerte factor en la adhesión de las rocas.

Eliozondo, Baldi y Kikut (2020) en su tema científico que aborda sobre las mezclas asfálticas con cal hidratada menciona que el uso de cal apagada mejora las propiedades de resistencia y durabilidad del asfalto. Es muy resistente a la humedad; determina que la mayoría de las investigaciones se enfocan en las ventajas de combinar la cal con asfalto; El porcentaje más utilizado para la evaluación en diseños es el 1,5% del tamaño total; porque este porcentaje dio mejores resultados que investigaciones que demostraron que esta mezcla era estable y diferente al utilizar cal apagada con 10%, 15% y 20% de cal. Esta información recomienda el uso de materiales asfálticos a base de cal; entonces disminuye 20% más la cal hidratada.

Moussa, Madhy y Oda, (2020). en sus estudios en Egipto, el Cairo. En esta investigación realizó un análisis del efecto de la adición de nanomateriales de nanoarcilla y nano sílice sobre las propiedades del aglomerante asfáltico y del asfalto caliente. Realizaron pruebas sobre betún: resistencia a la rodadura medida, pruebas sobre HMA modificado: seguridad Marshall y resistencia indirecta, los valores de penetración se obtuvieron con 3% NC y 5% NS, temperatura máxima de retorno a 135 °C y 165 °C y 3% NC y 5% NS equivale a 500CP y 120CP, por lo que la cantidad óptima de nanoaditivos sería NC al 3 % y NS al 5%, por lo que sus valores se incrementan de la siguiente manera: es estable en 17,11 % y 41,85%, Después del análisis se concluye que el efecto es bueno para ambos casos, entonces aumenta la resistencia de deformación en el pavimento y permanente a la tracción.

Khan, Falaz-ur-rehman y Akbar (2019). Tienen como objetivo general era agregar más poliestireno a la mezcla asfáltica hasta lograr la consistencia de la mezcla asfáltica. Como resultado de la evaluación de la investigación realizada mediante

pruebas de laboratorio, como resultado de evaluar el comportamiento de los materiales bituminosos modificados con poliestireno, se observó que la mezcla modificada mejoro la resistencia y la estabilidad con el método Marshall aumentando los materiales de poliestireno. que contiene 15% de poliestireno con 5% es barato, Marshall ha agregado 35% de resistencia con 15% de poliestireno como parámetros máximos de diseño, esto es una buena señal de la mezcla asfáltica. Se recomienda preparar proyectos para futuras investigaciones sobre temas como la recolección y uso eficiente de los residuos.

MARDONES, L. CALABI, A. SANCHEZ, E. VALDES, G. CHILE. Los investigadores compararon las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica con diseño modificado aumentando fibras sintéticas y con un diseño normal de referencia a lo largo de la evaluación se han realizado un total de estudios investigando las características de la fisuración térmica y el comportamiento de daño producto de la humedad así mismo el comportamiento de deformación permanente. En este estudio también se evaluó el desempeño de las propiedades mecánicas con adición de fibras sintéticas de polipropileno, la aramida es un aditivo de fibras sintéticas que mostró una reducción del 10 al 17 % en el módulo de rigidez en comparación con los compuestos que son comúnmente utilizados a la temperatura probada, donde ambas mezclas cumplen con el 97% de la densidad Marshall, los resultados tiene como conclusión que la adición de fibras sintéticas de aramida y polipropileno reduce el daño causado por el agua y el escurrimiento y mejora la respuesta a la fisuración, la adición de fibras sintéticas reduce la absorción en un 37,4% respecto a los diseños se Concluye que la fibra del diseño con fibras mejora la respuesta a las altas temperaturas.

BIANCHETTO, H. REGUERO, A. RECASENS, R. JIMENEZ, F. Argentina. En su investigación refiere que es una ventaja el uso de fillers en mezclas de asfalto en caliente, usando una mezcla normal sin adición, para lograr los resultados cambiando el porcentaje de rellenos agregando (cal, carbonato de calcio o juntos) con la metodología Phoenix Basado en muestras realizadas en diferentes tiempos de envejecimiento RT acelerado, la referencia de este ensayo se realizó para determinar la fuerza necesaria para romper una pieza cilíndrica mediante un

martillo, evaluada según los parámetros para cada dosificación (envejecimiento RT y medición de temperatura) se dispuso 4 muestras para cada diseño donde se analizó la deformabilidad con la adición de filler entonces estos mismos provocan índices de incremento en su resistencia donde se puede comparar con el diseño sin ningún porcentaje de cal, entonces se afirma que el uso de filler en concentraciones genera valores que incrementan su resistencia mediante el método fénix de aceleración de envejecimiento de las mezclas con ligante asfáltico en caliente.

BERRU, CASTRO, COLCAS. En su investigación mencionan que las conchas de abanico conocido con el nombre científico *Argopecten purpuratus* se encuentra en todo el litoral de la costa desde Valparaíso en Chile hasta Tumbes en Perú, proveniente de la familia de moluscos bivalvos este molusco contiene una cantidad de carbonato de calcio en gran parte de su estructura de 99.14% formado por tres elementos en su composición química siendo así el calcio, carbono y oxígeno. elemento $CaCO_3$.

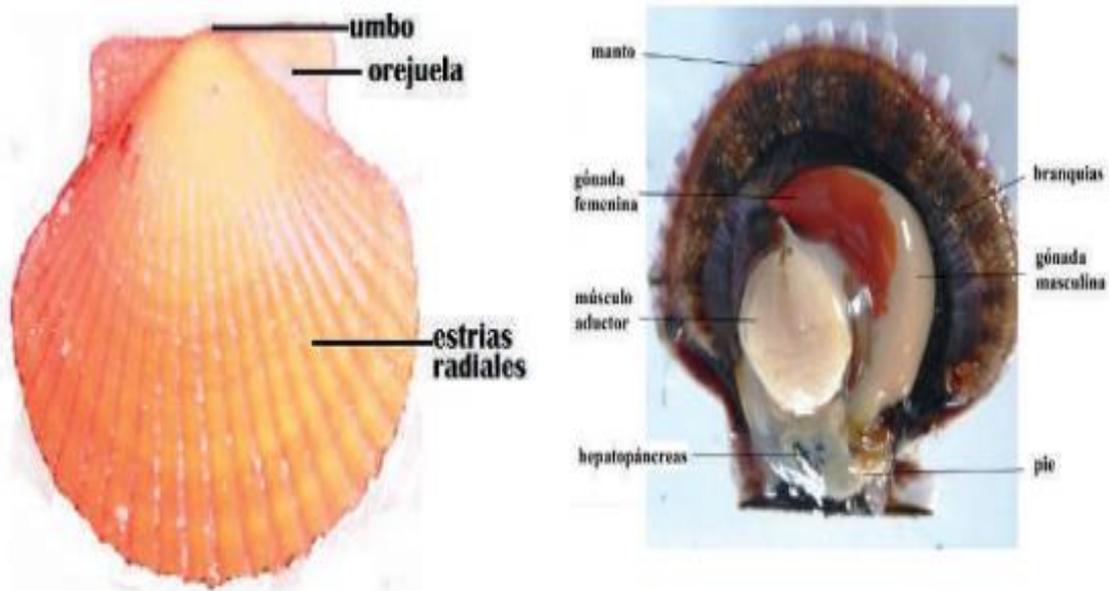


figura 1. Anatomía de la concha de abanico

Fuente: FONDEPEZ

ALVA, 2021. En su investigación Estudio De La Viabilidad Técnico Ambiental De La Aplicación De Pellets Basados En Valvas De Conchas De Abanico Y Exoesqueletos De Langostinos Como Adsorbentes Para La Remoción De Metales Pesados En Agua, Lima. 2021. Menciona que mediante un examen de difracción de rayos x DRX el componente principal identificado en la máquina de detección de difractograma, el filler de las valvas de la concha de abanico es carbonato de calcio CaCO_3 , con una presencia del 94%. También se detecta con un porcentaje al 6% la presencia de aragonita, una fase específica que está presente en las valvas de los moluscos marinos que fueron observados en los picos oscuros más altos en el diagrama, así mismo re realizó un examen de microscopia electrónica de barrido de SEM. Donde este compuesto por carbonato de calcio en toda su estructura con un valor de 400nm – 800nm.

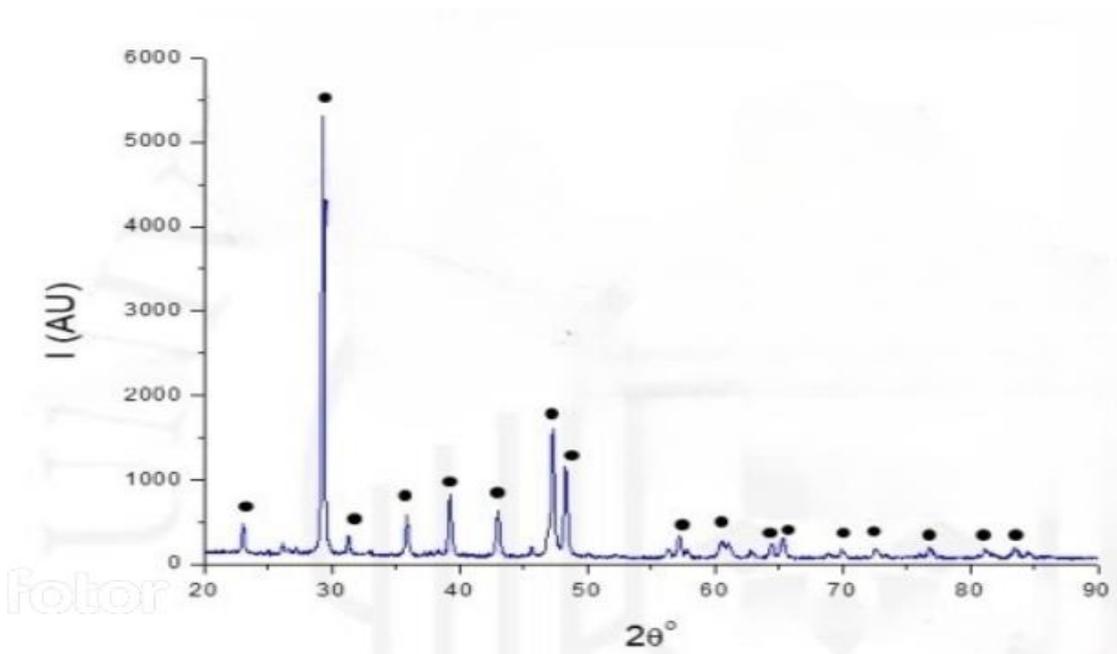


figura 2. Difractograma de cantidad de átomos C de la concha de abanico

Fuente: ALVA, Juliet, 2021

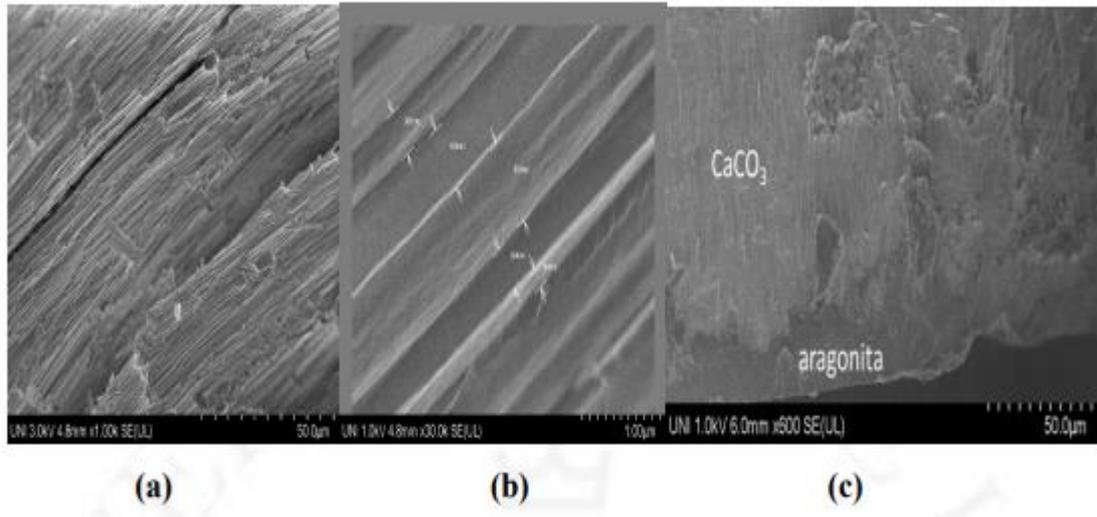


figura 3. Microscopia electrónica de barrido de SEM de la concha de abanico

Fuente: ALVA, Juliet, 2021

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada porque se enfoca en tener nuevos resultados mediante mediciones, recolección de datos aplicados en los ensayos que se realizaron.

Según Hernández, Torres (2018) es el método científico es el proceso de aplicar teorías para obtener información y comprender, revisar, corregir o aplicar de manera relevante y veraz el conocimiento de ello.

El diseño experimental se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables para analizar los efectos posteriores apreciar los resultados que cambian según la inferencia que pueda tener mediante los incrementos o modificaciones de diseño por el investigador.

Diseño de Investigación

Sampieri (2019). indica que Un estudio de diseño experimental cuando ocurre un investigador describe continuamente el tema de su análisis, siendo importante que entre los objetivos se incluya identificar las implicaciones que surgen del método de prueba de la hipótesis.

El investigador utiliza un diseño experimental cuando determina e investiga el producto de una situación manipulada para afirmar el efecto de una variable relativa. Entonces permite generar alteraciones mediante el manejo de la variable independiente y ver la consecuencia que ocurre.

Un estudio de diseño experimental cuando ocurre el investigador describe lo siguiente: sujeto constante de su análisis con respecto a lo que es importante para lograr los objetivos, identifica las implicaciones que surgen de la forma en que se prueba la hipótesis propuesta. En resumen, este estudio se centra en el diseño experimental porque para manipular una variable se realiza las pruebas para obtener nuevos resultados y confirmar la suposición de la investigación propuesta.

Enfoque de Investigación

El estudio adopta un Enfoque cuantitativo porque es en el que nos basaremos en hechos que ya han sido comprobados para explicar un problema en particular, de la misma manera que los resultados que obtenemos se dan en porcentajes o cantidades.

3.2 Variables y Operacionalización

Según Valderrama, guillen (2014). Las variables se refieren a las propiedades, calidad y características de los fenómenos en estudio por su tamaño e intensidad y tienen unas medidas reales.

Variables

Variable Independiente: **carbonato de calcio**

Para poder elaborar el diseño de esta mezcla con ligante asfáltico se adiciono un indicador de 1%, 1.5% y 3% de carbonato de calcio calcinado en polvo que se

incorporará y será distribuido en los ensayos, con el objetivo que esta mezcla sea homogénea, que su comportamiento pueda soportar cargas mayores al diseño patrón.

Dimensión: Porcentaje de carbonato de calcio calcinado en polvo

Indicador: diseño patrón de 0%,1%,1.5%,3%.

Instrumento de medición:

MÉTODO MARSHALL

norma AASHTO t110

norma ASTM D 1559

Escala de medición: la escala viene a ser la razón

Variable Dependiente:

Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente

Según INSTRON (2020). La resistencia a la compresión maneja las tensiones máximas del material, creando grietas en un área de prueba específica para probar si puede soportar la estructura ya establecida.

Dimensión: Propiedades mecánicas

Indicador: Resistencia a la compresión, la resistencia a tracción, la resistencia a la flexión.

Instrumento de medición **MÉTODO MARSHALL**

Escala de medición: se puede investigar y analizar la variable continua entonces su escala de medición es el "intervalo"

3.3 Población y muestra

Población

En esta investigación la población asignada está delimitada en el distrito de ate, en la autopista ramiro pírale donde se tomará las fallas directamente ocasionadas por los vehículos de carga pesada en un tramo de 1 km para nuestro proyecto que está conformado por un conjunto de defectos en la carpeta de rodadura.

La actual investigación tiene como población a los ensayos de laboratorio que vienen a ser las briquetas de mezcla asfáltica añadido con carbonato de calcio natural calcinado proveniente de los mercados de abasto y residuos de la playa.

Las briquetas que se elaboraron para determinar la deformación y fallas producto a la humedad o por climas adversos tienen una dimensión de 4" de diámetro 2.12" de altura que ello nos determinara nuestra población a evaluar.

Muestra

Está conformado por un pequeño grupo de la población que viene a ser el subconjunto de interés sobre el cual se recopilan datos. Debe estar definido y delimitado de antemano con precisión y debe ser representativo de la población para este proyecto, con la recopilación de datos que este enfocada en nuestra población a estudiar.

Son un total de 4 diseños que son evaluadas con ensayos y se tuvo un total parcial de 27 briquetas que son representados como el pavimento flexible en la autopista Ramiro Prialé realizados con el MÉTODO MARSHALL ASTM D 1559 los cuales son distribuidos por diseños de acuerdo a la proporción que se agregara a la mezcla asfáltica, con carbonato de calcio natural calcinado en porcentajes de 1%,1.5%,3%.

Tabla 1. Número de briquetas ensayadas en laboratorio, diseños con CaCo3

Diseño De Mezcla Asfáltica	Ensayo		Briquetas
Mezcla asfáltica sin CaCo3 (0%)	Propiedades mecánicas del diseño de la mezcla asfáltica, ASTM D 1559	MÉTODO MARSHALL	18
Mezcla asfáltica con CaCo3 (1%)		MÉTODO MARSHALL	3
Mezcla asfáltica con CaCo3 (1.5%)		MÉTODO MARSHALL	3
Mezcla asfáltica con CaCo3 (3%)		MÉTODO MARSHALL	3

Muestreo

Según González (2019). el muestreo no probabilístico es la selección de muestras cuya forma no podrían ser mismos o similares criterios que la parte de la población seleccionada, es seleccionada por conveniencia o asignando las mejores muestras a evaluar.

En mi investigación se trabajó con la muestra no probabilística y a criterio caso contrario generaría un alto costo de los ensayos a evaluar, así mismo con los parámetros establecidos del MTC E 504 Y ASSHTO T110 menciona que como base mínima de pruebas se deben realizar mínimo 3 muestras, con ello se confirma que los fenómenos ocurridos servirán como pruebas, anomalías y resultados positivos para sacar conclusión de nuestros diseños elaborados.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica para la recolección de datos

Bavaresco (2013). La investigación requiere de técnicas adecuadas de recopilación de datos para cada estudio determinar las técnicas utilizadas y cada técnica determina las herramientas utilizadas.

La observación experimental:

Para este estudio el método será la observación directa de los especímenes que vienen a ser las briquetas, según lo observado se anotaran los datos recogidos por los instrumentos de reelección para después ser analizados.

Instrumentos para la recolección de datos

Esta es una técnica que nos permite observar y registrar las características de las pruebas realizadas como herramienta se puede utilizar una hoja o tarjeta en la que se escriban datos, por lo cual cada uno de las muestras se regirán a las normativas del MTC ensayo de laboratorio.

Formatos de registro estandarizados:

AASHTO T-342 ensayo del módulo dinámico

AASHTO T-324 resistencia a la deformación permanente

AASHTO T-283 resistencia de daño producido por la humedad.

Validez

Martínez, March (2015). La validez se refiere al grado en que el instrumento calcula una de las variables para determinar la confiabilidad se va referir al grado en que el instrumento de un producto y resultado consistente y consistente.

La prueba emplea métodos o técnicas para evaluar el módulo dinámico, la resistencia a la deformación permanente y la capacidad de resistir los efectos del daño causado por la humedad a medida de ratificar la fiabilidad y comprobar realmente los resultados que han sido obtenidos con instrumentos de medición internacionalmente.

Confiabilidad

Para tener fiabilidad y precisión durante los fenómenos ocurridos durante el proceso de recolección de datos se tendrá evidencias y procedimientos de la asistencia de laboratorio de asfalto lo cual serán manipulados con ayuda de expertos, los cuales se tendrán anotados en fichas de recolección de datos, lo cual será finalmente aprobado por los especialistas.

3.5 Procedimiento

Se evaluó los puntos de estudio y rehabilitación de la carpeta de rodadura en la autopista Ramiro Priale específicamente los tramos donde se encuentra en mal estado las vías, se identificó los problemas para poder plantear solución a dichos daños causados por los vehículos.

Muestreo De Los Agregados

Se homogenizo los materiales con el proceso de cuarteo para agregados finos y agregado grueso, se escogió dos muestras opuestas de cada montículo mencionado y así determinar un adecuada mezcla y efectividad al diseño.



figura 4. Cuarteo de material y granulometría

Se realizó el análisis de granulometría según norma MTC E-204 se utilizaron los tamices para el material grueso se utilizó desde 3" hasta el n°200 y para finos de 3/8" hasta n° 200 así mismo se tiene como antecedente en los anexos n°4 ensayos de RDX refracción de rayos x donde indica el porcentaje de CaCO_3 , los agregados son llevados al horno a una temperatura de $120\text{ }^\circ\text{C}$ para su secado y eliminación de humedad. Una vez pesado las muestras se colocan en los tamices en el orden según NTP 400.012 y se anota cada retención de cada uno. posteriormente se realizan ensayos de calidad para cada material según la tabla mencionada.



figura 5. Espécimen en filler de CaCo3 pasante por malla n° 140

Tabla 2. Ensayos físicos de agregados finos y gruesos

Nº	Descripción	Norma
1	Abrasión los ángeles (l.a.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½")	MTC E 207.
2	Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio	MTC E 209
3	Partículas chatas y alargadas en agregados	MTC E 223
4	Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles	MTC E 219
5	Elementos de porcentaje de partículas fracturadas del material grueso	MTC E 210.
6	Peso específico y absorción de agregados gruesos	MTC E 206
7	Adherencia del agregado grueso	MTC E 517
8	Equivalente de arena	ASTM D2419 - 2014
9	Sales solubles en agregados finos	NTP 339.152-2015

Fuente: propia

Elaboración de probetas método Marshall

Se realizó 1 diseño patrón y 3 diseños con mezcla asfáltica añadido CaCO_3 (carbonato de calcio), para ello se recolectó de los desechos de conchas abanicadas en el terminal pesquero de Villa María Del Triunfo restos que son desechados por los comerciantes pesqueros, las dosificaciones que se añadieron para el diseño de las mezclas de asfalto fueron: el diseño patrón, 1%, 1.5%, 3%.

Para obtener un diseño óptimo de mezcla asfáltica se trabajó con 5 porcentajes en este trabajo (4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%), previamente se tuvo en cuenta la calidad de los agregados, así como también antecedentes de investigadores, seguidamente cada diseño se evaluará con el óptimo encontrado en el diseño patrón para poder realizar una comparativa y poder optar que porcentaje es mejor.

Los trabajos preliminares que se realizaron fue la granulometría según la norma ASTM D-422 de los agregados de la arena gruesa, arena fina, piedra chancada se necesitó tener las proporciones pasantes de cada árido. Para este diseño se trabajó con una gradación MAC-2 donde se utiliza los tamices de 1" hasta el n°200.

Compuestos por un 45% de arena fina, un 5% de filler y 50% de material grueso respecto a la dosificación.



figura 6. Mezcla de agregados y betún a 140 c°

En este estudio se utilizó un betún asfáltico de clasificación PEN 60-70 por las características climáticas de la ubicación y temperatura ambiente que es trabajable a temperaturas de 15c°- 25c° según el manual MTC (EG 2013) especificaciones técnicas del manual de carreteras.

Método Marshall ASTM D- 1559 MTC E -504 para realizar las briquetas que están compuestos por piedra chacada, arena fina, arena gruesa, betún asfáltico es muy importante verificar que la temperatura no descienda de 140c° según la norma MTC E 504, estos componentes se verterán en un pírex metálico teniendo una mezcla homogénea y se medirá constantemente su T°. para la compactación se utilizó un molde con medidas de 4" y 2 ½ "y en el fondo un molde de papel que servirá como filtro, se le adicionara la mezcla 1200 gr de los agregados que fueron vertidos y estos se compactaron con una maquina automatizada cada lado con 75 golpes en un tiempo no mayor a 90 segundos.

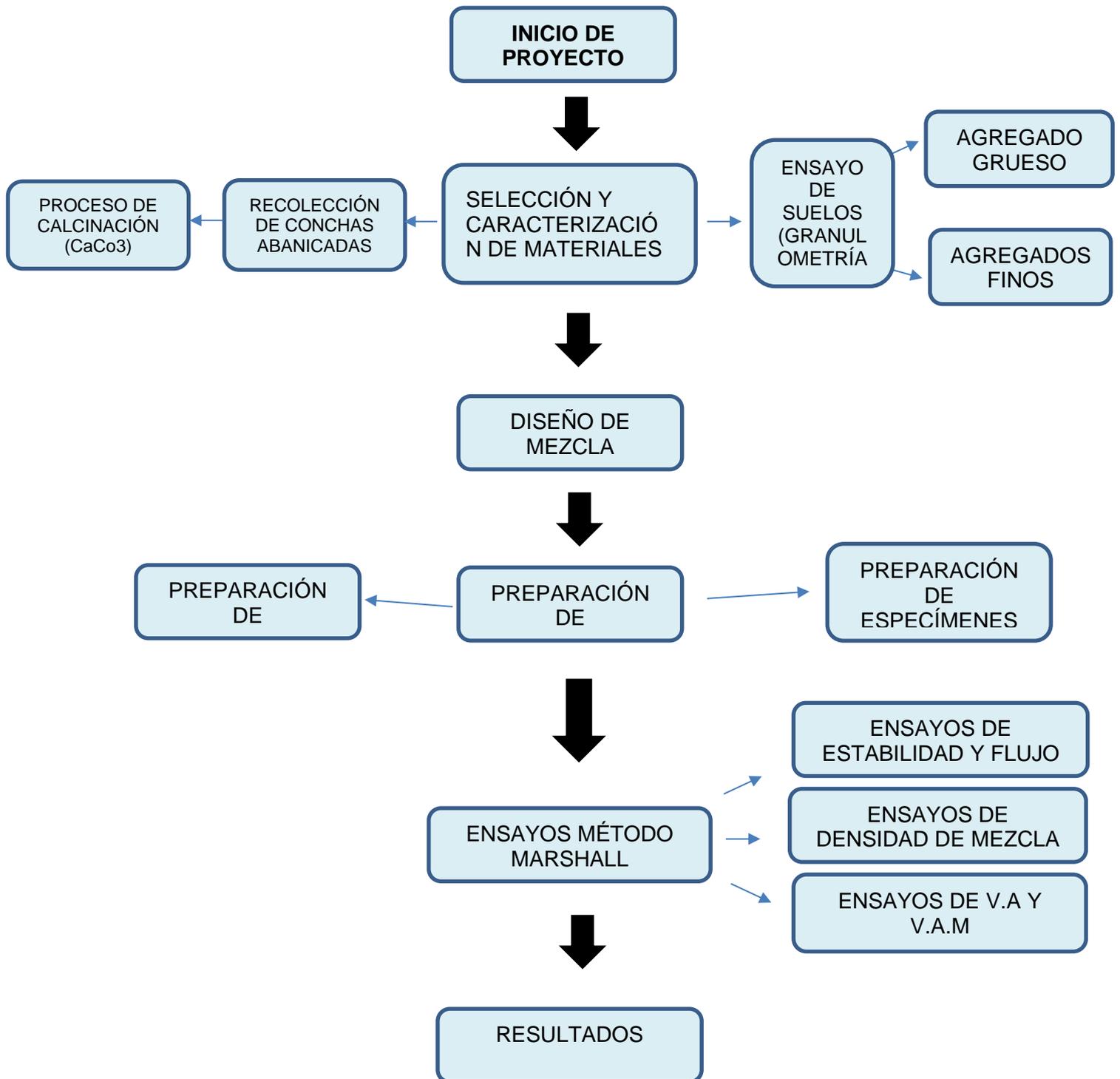
Luego se procedió a retirar con una gata hidráulica y enfriar los moldes para posteriormente ser sumergidas en baños maría a una temperatura aproximada a 60c° controlado con un cronometro a unos 40 minutos, donde se halló la estabilidad y flujo de los ensayos con la finalidad de conocer los valores de la cohesión de la mezcla asfáltica.



figura 7. Compactación y elaboración de briquetas

FLUJOGRAMA DE PROYECTO

Adición De Carbonato De Calcio Para Incrementar Las Propiedades Mecánicas De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Ate-



IV. RESULTADOS

Analizar las características de los materiales con ensayos físicos que nos proporcionen la calidad y estándares que cumplan según las normas. Estos mismos son indispensables como trabajos preliminares para poder realizar las briquetas y obtener óptimos resultados.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS

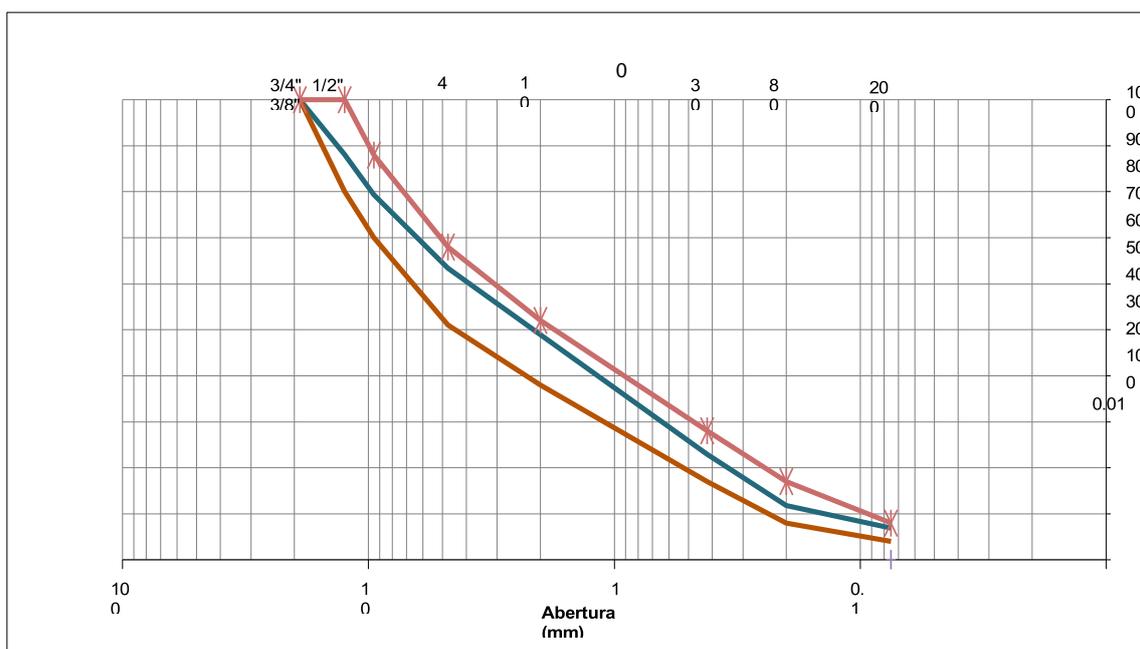
Granulometría para mezclas asfálticas según tipo de gradación MAC2 de los tamices $\frac{3}{4}$ " hasta n° 200 deben cumplir el tamaño de partículas retenidas estando dentro de los límites granulométricos, la curva con los datos obtenidos de retención debe ser estrictamente analizadas y respetar los criterios especificados por el ASTM D 3515. Tener en cuenta puntos de control del área delimitado MTC EG 2013- 423 -03.

Tabla 3. Análisis granulométrico mezcla asfáltica especificación MAC2

TAMIZ	ABERTUR A (mm)	MATERIAL				MEZCLA	ESPECIFICACIÓN	
		A	B	C	D		MAC -2	
		17.0%	18.0%	32.0%	33.0%	100.0%	MTC EG 213 -423-03	
3/4"	19.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	12.5	99.8	33.9	100.0	100.0	88.1	80	100
3/8"	9.5	62.4	21.6	99.7	99.7	79.3	70	88
N° 4	4.75	5.1	6.6	92.7	95.3	63.2	51	68
N° 10	2.00	0.8	0.6	76.0	71.6	48.2	38	52
N° 40	0.42	0.8	0.6	23.2	39.3	20.6	17	28
N° 80	0.20	0.8	0.6	11.3	16.1	9.2	8	17
N° 200	0.075	0.8	0.6	3.4	9.0	4.3	4	8

Fuente: resultados de laboratorio Masterlem.

figura 8. Curva granulométrica combinación de materiales



Fuente: ensayos de laboratorio, Elaboración propia.

Interpretación: en los resultados de la figura 8 los porcentajes retenidos en cada tamiz se encuentran dentro de los límites. donde el material A es la grava con tamaño nominal 3/8" tiene un 17%, el material B es la grava con tamaño nominal 1/2" tiene un 18%, la arena chancada un 32% y la arena natural contiene un 33% teniendo un 100% para una mezcla convencional.

Tabla 4. Porcentajes de agregados para diseño convencional

agregados (%)	
grava de 3/8"	17
grava de 1/2"	18
arena chancada	32
arena natural	33

Fuente: propia

Desgaste de piedra chancada por abrasión de los ángeles

La piedra chancada paso por el ensayo de abrasión de los ángeles MTC E 207 para poder determinar el desgaste con tamaños no mayores a 3/4", un sistema que gira respecto revoluciones graduables de 30 rpm con 500 vueltas manipulados por un especialista, la gradacion B fue porque la muestra ensayada tenía 5006.8gr y se colocaron 11 esferas de acero y se obtuvo un 20% de desgaste del material.

Tabla 5. Resultados de ensayo desgaste por abrasión de los ángeles

Datos del ensayo Abrasión De Los Ángeles	
tamaño máximo nominal	3/4"
gradación	"B"
resultados (%)	20

Cálculo de % de desgaste por método de abrasión:

$$\% \text{ de desgaste (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 = \text{DESGASTE}\%$$

$$\% \text{ de desgaste: } \frac{5006.8 - 4000.1}{5006.8} \times 100 = 20.1\%$$

peso total de la muestra (g); (w1): 5006.8 gr

peso retenido en el tamiz n° 12 (g); (w2): 4000.1gr

peso que pasa el tamiz n° 12 (g); (w3): 1006.7gr

porcentaje (%) de desgaste: 20.1%

Gravedad específica y absorción del agregado grueso

Mediante este ensayo se determinó la gravedad específica y el porcentaje de absorción MTC E 206, la importancia de este ensayo indica la cantidad aproximada que puede penetrar mediante la porosidad de los agregados en un tiempo relativo de 24 h introducidas en agua. Para ello se tomó como muestra 4048.7gr y 1941.4gr de grava limpias sin partículas y se introdujo a la estufa a 105°C posteriormente se sumergió en el agua por 24 h. este ensayo se realiza para tener una correcta dosificación y formular bien las mezclas diseñadas entonces la muestra tiene un 0.6% de absorción de agua.

Tabla 6. Resultados de porcentaje de absorción de agregado grueso

Nº	Resultados	Unidades	Resultados
1	Peso específico de masa	G/cc	2.89
2	Peso específico de sat. Sup. Sec	G/cc	2.9
3	Peso específico aparente	G/cc	2.93
4	Absorción de agua	%	0.6

Tabla 7. Cálculo de % de absorción de agua del agregado grueso

N°	Datos	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Promedio
1	Peso de la muestra sumergida en canastilla (A)	G	2653.8	1273	-----
2	Peso de la muestra sat. Sup. Seca a 105° (B)	G	4048.7	1941.4	-----
3	Peso muestra seca (C)	G	4019.1	1934	-----
N°	Resultados				
4	Peso específico sat. Sup. Seca = $B/B-A$	G/cc	2.903	2.905	2.904
5	Peso específico de masa = $C/B-A$	G/cc	2.881	2.893	2.89
6	Peso específico aparente = $C/C-A$	%	2.994	2.926	2.935
7	Absorción de agua = $((B-C)/C)*100$	%	0.7736	0.56	0.6

Ensayo Estándar De Determinación De Caras Fracturadas

Consiste mediante este ensayo deducir visualmente la angularidad de la superficie de los agregados con la finalidad de incrementar el esfuerzo cortante en las mezclas según MTC E 210, el tamaño máximo nominal fue 1/2" a 3/8" el resultado obtenido mediante la observación y clasificación fue el 99% donde se concluye con la aceptabilidad del agregado grueso que se requiere para el diseño de mezcla.

Tabla 8. Resultados de ensayo caras fracturadas

N°	Ensayo	Unidades	Resultados
1	Porcentaje de al menos una cara fracturada	%	100
2	Porcentaje de al menos dos caras fracturadas	%	99

Ensayo partículas chatas y alargadas

En este ensayo consiste en disponer los porcentajes que se tiene en la muestra que pueden interferir al diseño de mezcla y no poder cumplir las especificaciones según el MTC E 223, para ello se utilizó un aparato para definir su espesor y longitud del agregado, entonces la retención de el tamiz 3/4" a 1/2" tiene como

resultado 5%, entonces para el ASTM 4791 se deduce que no debe exceder el 10% de la muestra, nuestro resultado se encuentra dentro de los parámetros.

Tabla 9. Resultados de ensayo caras fracturadas

N.º	Información	Unidades	Resultados
1	Partículas chatas y alargadas en masa	%	5

Ensayo para el valor equivalente de arena

Para este método se deduce el promedio equivalente de arena del agregado, se trabaja con todos los finos que pasan el tamiz n° 4 y descartar la cantidad no deseable de partículas, arcillas y finos para lo cual se apoyo con el MTC E 114. Se tuvo como muestra 1500gr del material que paso el tamiz n°4 entonces se realizo tres muestras tubos (sifón) con solución de cloruro cálcico de anhidro que sirve para separar las partículas y tomar datos, donde se realizo un promedio estimado de los 3 ensayos teniendo como resultado 65% de equivalencia de arena se encuentra en el rango establecido según el manual MTC DG- 2013.

Tabla 10. Resultados de ensayo equivalente de arena

Muestra	Unidades	Resultados
Arena chancada	%	65

Tabla 11. Resultados de las muestras ensayadas

Nº	Equivalente de arena	1	2	3
1	Hora de entrada de saturación	09:10	09:12	09:14
2	Salida de saturación	09:20	09:22	09:24
3	Hora de salida decantación	09:21	09:23	09:24
4	Hora de entrada decantación	09:41	09:42	09:44
5	Altura material fino (pulg)	5.70	5.9	5.8
6	Altura arena (pulg)	3.7	3.8	3.8
7	Equivalente de arena	65	64	66
8	% promedio equivalente arena	65		

En la tabla n°12. Los criterios de diseño según el método Marshall para una mezcla asfáltica eficiente y un tráfico pesado las especificaciones indica lo siguiente según ASTM D 1559.

Tabla 12. Parámetros para método Marshall

Parámetros para tráfico pesado	
N° de golpes por cara	75
Estabilidad mínima	831kg
Flujo	2-4 mm
% De vacíos en la mezcla	3-5%
Estabilidad /flujo kg/cm ²	1700- 4000
Relación polvo /asfalto	0.6- 1.3

Fuente: MTC 2013.

Mediante los resultados de los ensayos en un diseño convencional trabajados con los porcentajes 4.5%,5%,5.5%,6%,6.5% y7%, se logró obtener el contenido óptimo de asfalto donde se determina el óptimo cemento asfáltico 5.9% para poder trabajar con los diseños modificados ya planteados y poder realizar las comparativas con el 0% sin ninguna adición de CaCo₃, en la tabla n°10 se puede ver la mejor dosificación ya evaluada al diseño convencional este porcentaje de cemento asfáltico se utilizara en los diseños próximos.

Tabla 13. Resultados de las muestras ensayadas

DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL C.O.A 5.9%	
Cemento asfáltico	5.9%
Agregado grueso (36.6%)	34.40%
Agregado fino (63.4%)	59.70%
Total, mezcla asfáltica	100%

Interpretación tabla n°13 Los mejores resultados para un diseño convencional según los ensayos realizados para un contenido optimo de asfalto al 5.9% con numero de golpes con un martillo mecanizado dando 75 golpes por cada lado, la estabilidad tiene un valor de 1420 kg/cm², el flujo obtenido es de 3.6.mm, el

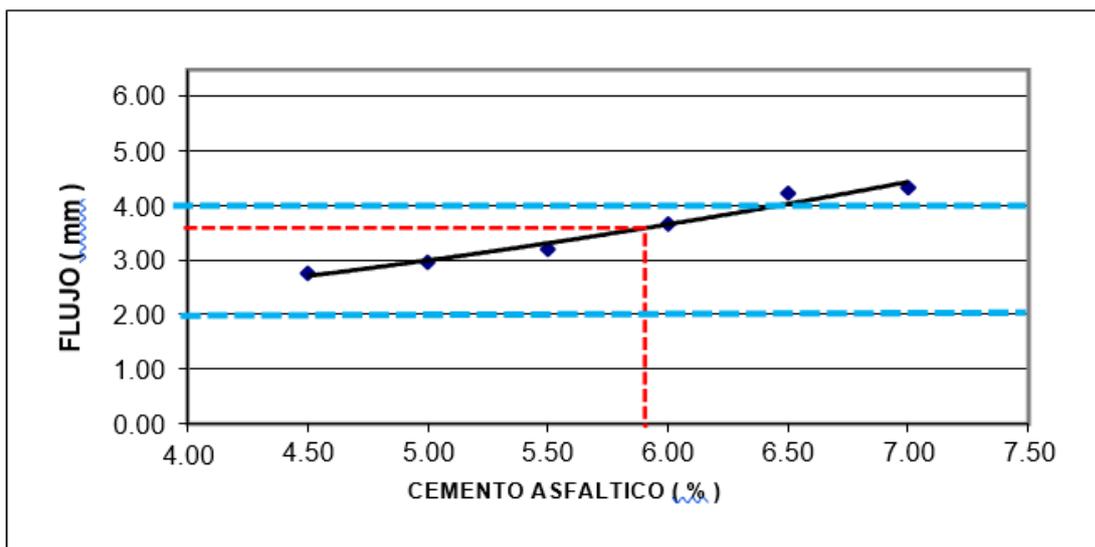
porcentaje de V.A tiene un valor de 4.2%, la relación de estabilidad flujo 3381kg/cm, en cuanto a los V.M.A resulto 17,1%.

Tabla 14. Resultados de los ensayos realizados para encontrar el optimo

RESULTADOS AL 5.9% C.O. A	
Contenido De Cemento Asfaltico	5.90%
Numero De Golpes Cada Lado	75
Estabilidad	1415 kg
Flujo	3.6 mm
Vacios De Aire En La Mezcla	4.20%
Relación Estabilidad/Flujo	3931 kg/cm
Peso Unitario	2.426 g/cm ³
Relación Polvo/Asfalto	1.2
V.M. A	16.90%
Vacios Llenados Con Cemento Asfalto Asfaltico	75%

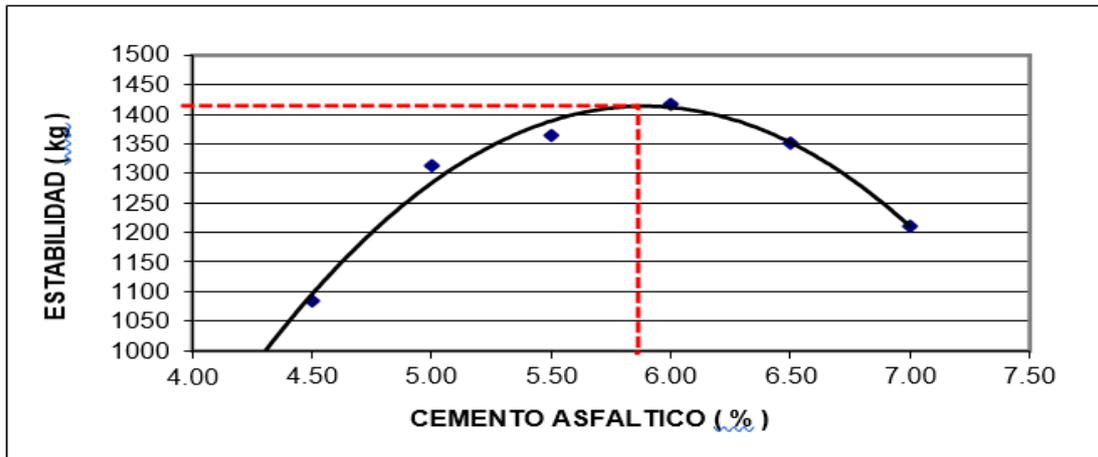
Gráficos de las curvas referente al diseño convencional optimo con una adición de 5.9% de cemento asfaltico.

figura 9. Flujo vs %C. A



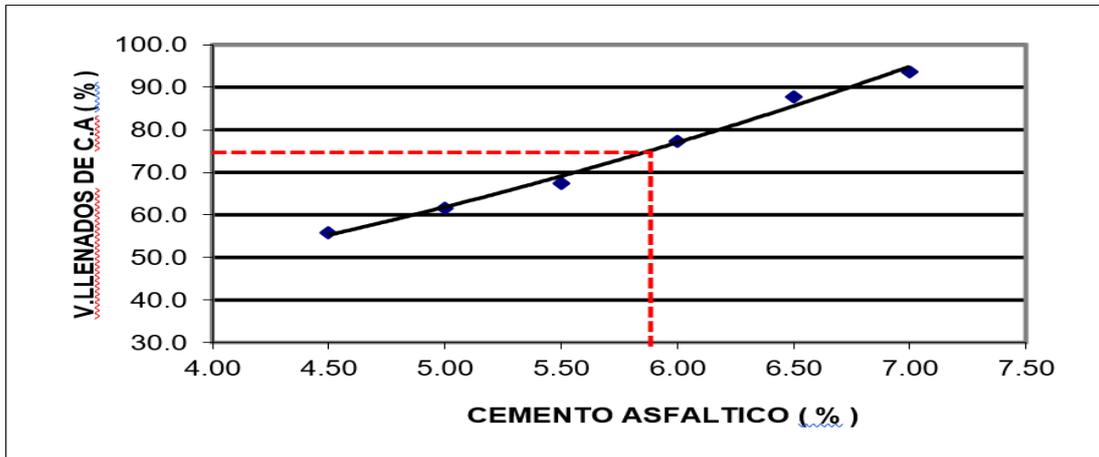
Fuente: laboratorio Masterlem

figura 10. Estabilidad vs % C.A.



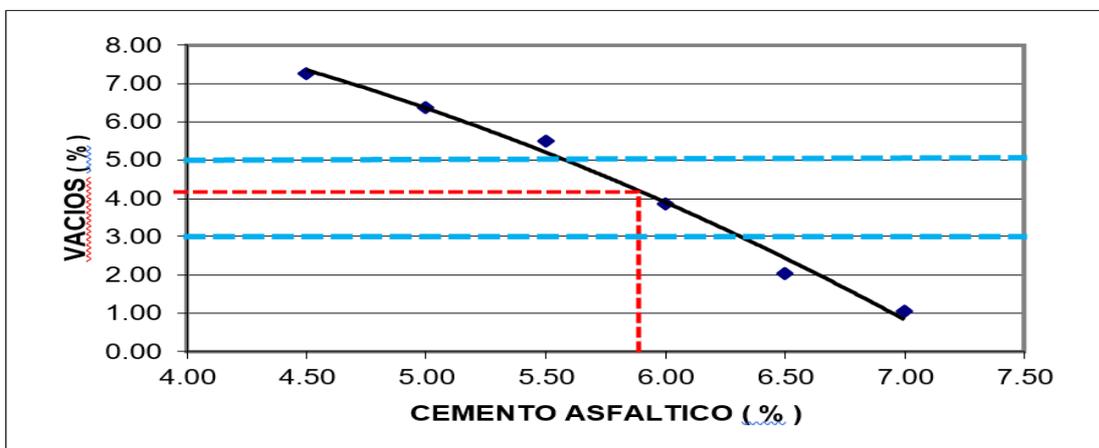
Fuente: laboratorio Masterlem

figura 11. Vacíos llenados con C.A vs %C. A



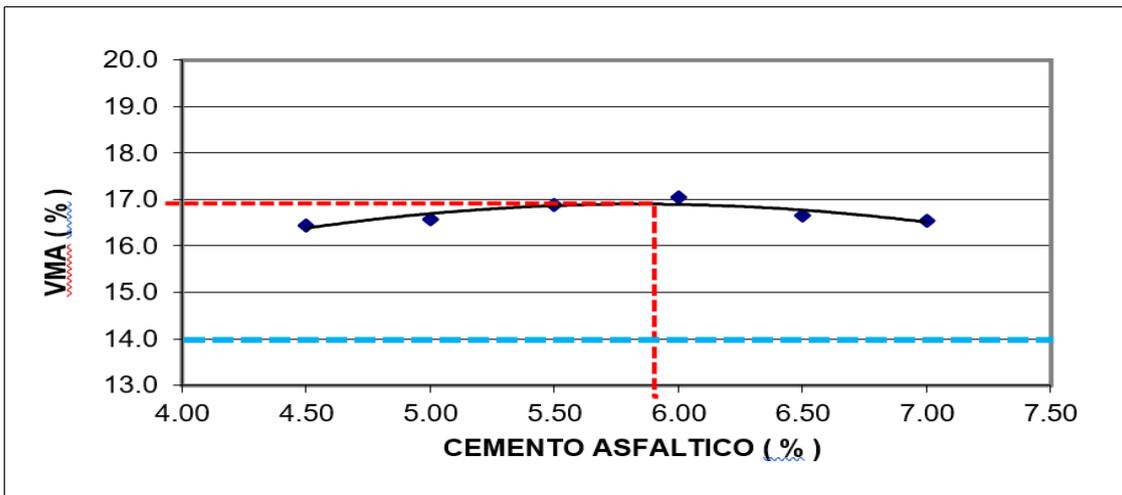
Fuente: laboratorio Masterlem

figura 12. %Vacíos vs %C.A



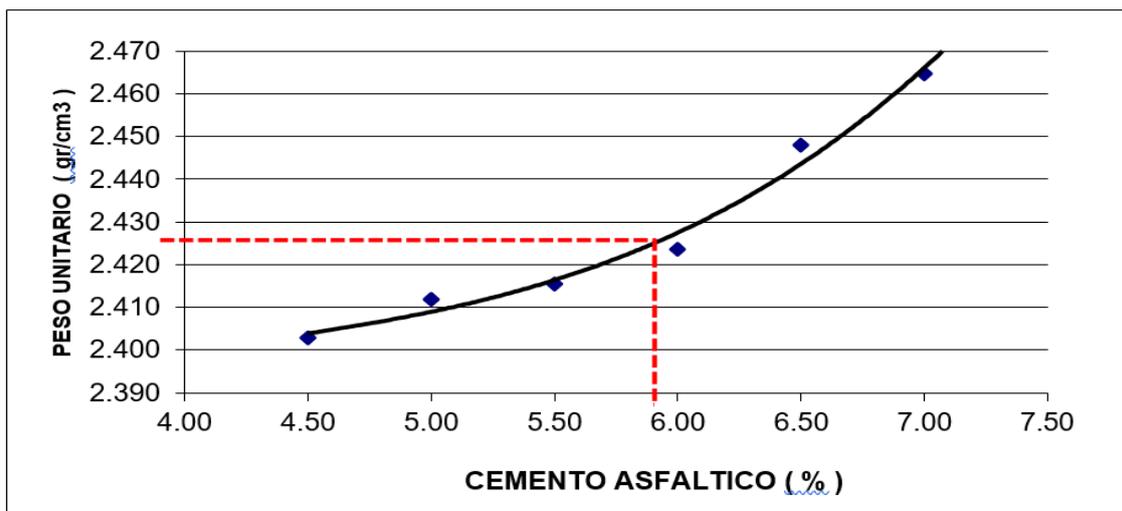
Fuente: laboratorio Masterlem

figura 13. %V.M.A vs %C.A



Fuente: laboratorio Masterlem

figura 14. densidad vs %C.A



Fuente: laboratorio Masterlem

Interpretación: en los gráficos mostrados las curvas están evaluadas con el contenido óptimo, el punto de equilibrio viene a ser el 5.9% de material bituminoso asfáltico.

Para determinar los **resultados el objetivo específico 1** es la evaluación de la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente incorporando el carbonato de calcio (CaCo_3) en ate 2024. Teniendo como valores admitidos para un tipo de

tráfico pesado, el flujo tiene como parámetros de estabilidad de 8 KN – 14 KN y los criterios para estabilidad no deben ser valores menores de 800 kg según la norma MTC E 504.

Los valores de estabilidad se dan mediante una carga hacia la probeta donde inmediatamente quiebra en su punto máximo, para los resultados del diseño de mezcla convencional C.O.A se elaboró por cada porcentaje 3 briquetas con un total de 6 porcentajes.

Tabla 15. Estabilidad Marshall de mezclas asfálticas convencional

Estabilidad Marshall Diseño Convencional				
%C.A	Estabilidad Sin Corregir	Factor De Estabilidad	Estabilidad Corregida (Kg)	promedio
4.5	1100	1	1100	1085
	1105	1	1105	
	1050	1	1050	
5	1321	1	1321	1313.67
	1315	1	1315	
	1305	1	1305	
5.5	1360	1	1360	1364.67
	1370	1	1370	
	1364	1	1364	
6	1430	1	1430	1417.00
	1421	1	1421	
	1400	1	1400	
6.5	1350	1	1350	1351.67
	1340	1	1340	
	1365	1	1365	
7	1159	1.04	1205	1211.33
	1170	1.04	1217	
	1165	1.04	1212	

Fuente: propia

Interpretación: en la tabla n°15 se muestra los resultados de la estabilidad corregida Marshall para cada porcentaje evaluado, el factor de estabilidad no tubo cambios significativos, con una adición de 6% se logró el valor más alto con un promedio de

1417 kg. Este valor significa que la rigidez alcanza su punto máximo con el 6% para un diseño convencional entonces se encuentran favorables dentro de los parámetros permisibles.

Tabla 16. Estabilidad Marshall de mezclas asfálticas con adición de CaCo3

Estabilidad Marshall modificado con CaCo3 respecto al C.O.A 5.9%		
%C.A	estabilidad corregida (kg)	promedio
0%	1430	1415
	1421	
	1400	
1%	1468	1471
	1481	
	1464	
1.50%	1471	1465.33
	1465	
	1460	
3%	1385	1390.67
	1400	
	1387	

Fuente: propia

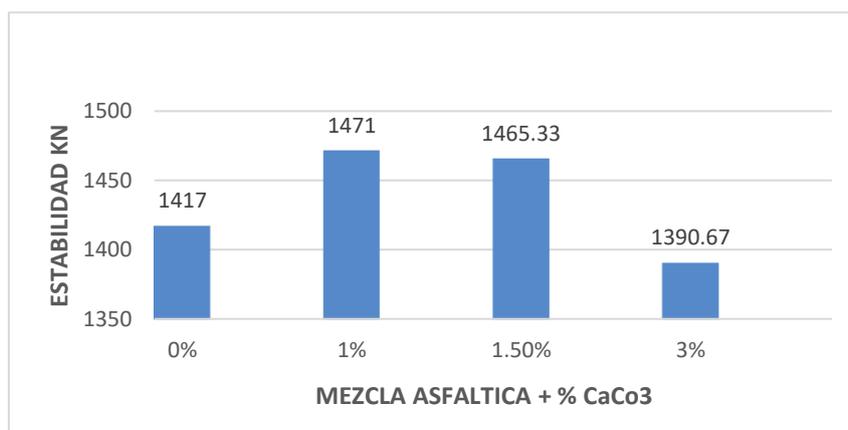


figura 15. Resultados de estabilidad Marshall convencional y adición de CaCo3

Interpretación: en la tabla 16 y figura 15 se aprecia la estabilidad con respecto a el C.O.A . donde se reflejará el C.O.A el 5.9% en los demás diseños con adición de carbonato de calcio. Se opto por trabajar los diseños con el óptimo para poder realizar una comparación respecto al diseño convencional entonces el diseño patrón con 0% muestra valores de 1417kg, con adición de 1% de CaCO3 se obtuvo 1471 kg. Además, con 1.5% llego a un valor de 1465.33 kg y con 3% se obtuvo 1390 kg.

El flujo Marshall para mezclas asfálticas en caliente es representado bajo la deformación de las briquetas y como resultados vienen a ser definidos en valores de 10^{-1} plug, entonces los criterios aceptables son de 2 – 4 mm.

Tabla 17. Flujo Marshall convencional al 5.9% del C.O.A

Flujo Marshall diseño convencional						
%C.A	4.5	5	5.5	6	6.5	7
Flujo (0.01 pulg.)	2.8	3	3.2	3.6	4.1	4.4
	2.7	2.9	3.1	3.7	4.2	4.3
	2.8	3	3.3	3.7	4.4	4.3
Promedio	2.77	2.97	3.20	3.67	4.23	4.33

Interpretación: en la tabla n°17 se puede deducir que el flujo Marshall con respecto al contenido óptimo de asfalto en el diseño convencional tiene como mejores resultados una adición de 6% de betún asfáltico con un flujo estimado de 3.67mm.

Tabla 18. Flujo Marshall diseños modificados respecto al 5.9% del C.O.A

Flujo Marshall modificado con CaCo3 respecto al C.O.A 5.9%		
%C.A	flujo (0.01 pulg.)	promedio
0%	3.5	3.57
	3.5	
	3.7	
1	3.6	3.58
	3.5	
	3.7	
1.5	3.7	3.7
	3.6	
	3.8	
3	3.4	3.53
	3.6	
	3.6	

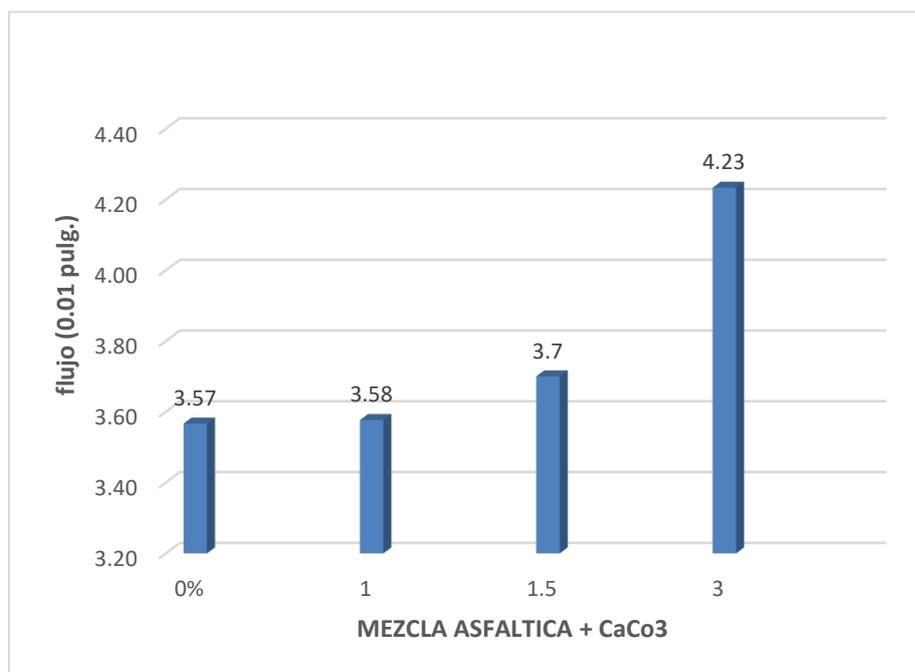


figura 16. Resultados de flujo Marshall convencional y adición de CaCo3

Interpretación: En la figura 16 y tabla n°18 el flujo Marshall se estableció como contenido óptimo el punto de equilibrio 5.9% de C.A donde el diseño convencional muestra un flujo de 3.57, haciendo la comparación con el mismo C.O.A a los demás diseños con un porcentaje de adición de CaCo3 modificado de 1% el valor del flujo es 3,58mm, para 1.5% se obtuvo 3.7mm y para 3%se logró 4.23 mm.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Como objetivo específico 2 es la comparación de la densidad de la mezcla de asfalto en caliente al adicionar 1%, 1.5% y 3% de carbonato de calcio, identificar el peso unitario de los especímenes ensayados de las probetas ensayada, para estos ensayos se necesitan 3 pesos para cada briqueta en las cuales está el peso al aire, peso superficialmente saturado seco y peso hidratado con agua en baños maría con una temperatura ambiente según la norma MTC E 504.

Tabla 19. Resultado de peso específico con un C.O.A

Pesos específicos con el C.O.A 5.9%				
%C.A	Peso de la briqueta en el aire	Peso de la briqueta saturada	Peso de la briqueta hidratada	Gravedad específica bulk (gr/cm ³)
0%	1248.1	1247.9	733.4	2.424
	1247.9	1248.5	734.1	
	1247.8	1248.6	733.9	
1%	1248.1	1249	733.4	2.430
	1248.1	1249	733.4	
	1247.9	1248.5	734.1	
1.50%	1247.8	1248.6	733.9	2.429
	1247.8	1248.6	733.9	
	1248.1	1249	733.4	
3%	1248.1	1249	733.4	2.418
	1247.9	1248.5	734.1	
	1247.8	1248.6	733.9	

Fuente: propia

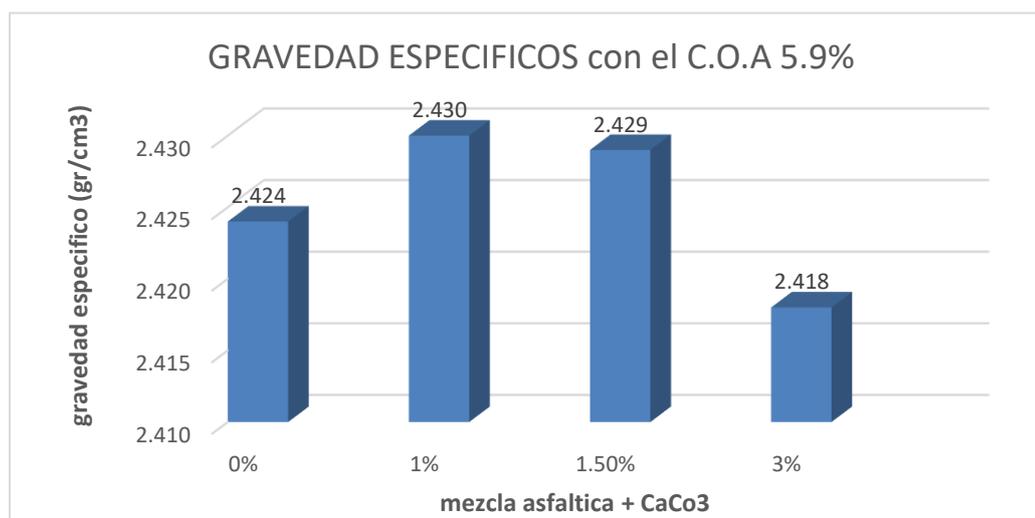


figura 17. Resultados de peso específico convencional y adición de CaCo3

Interpretación: los resultados de la tabla n°19 muestran los valores de las probetas que fueron pesadas después de ser retiradas de los moldes compactados se pesa para determinar la gravedad específica, en la figura n°6 la gravedad específica bulk indica en los porcentajes 1% y 1.5% aumenta considerablemente y en 3% baja más que en el diseño convencional.

Densidad teórica máximo (RICE) este ensayo conlleva un tiempo de ½ día donde se toman las muestras secas, seguidamente son pesadas y medidas su volumen sin compactarlas, este resultado indica el peso máximo obtenido y es de gran importancia para deducir los vacíos totales del contenido de asfalto.

Tabla 20. Resultado de densidad máxima RICE con un C.O.A al 5.9%

Densidad máxima RICE con CaCo3 respecto al C.O.A 5.9%	
diseños	ensayo rice gr/cm3
0%	2.521
1%	2.532
1.50%	2.542
3%	2.561

Fuente: propia

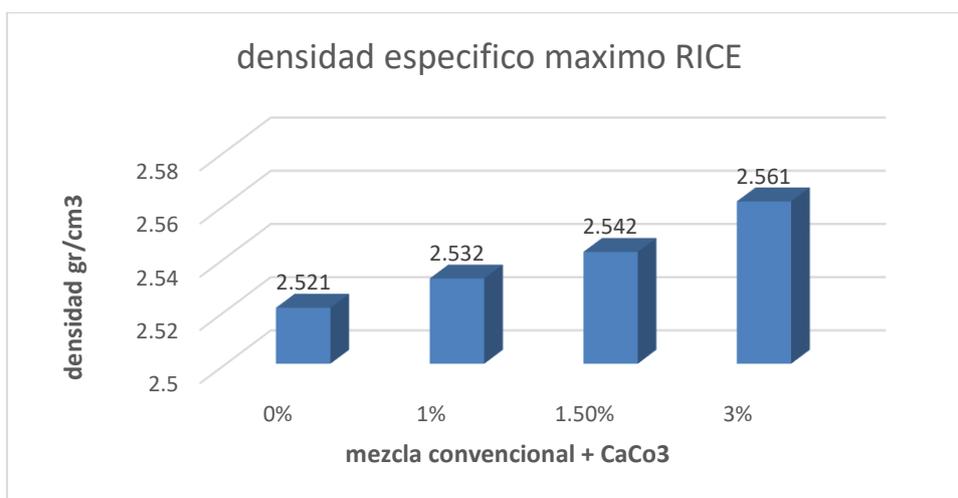


figura 18. Resultados de densidad máxima convencional y adición de CaCo3

Interpretación: en la figura n°18 la densidad máxima alcanzada con una mezcla asfáltica optima al 5.9% nos dieron como resultado al 1%, 2.53 gr/cm los incrementos según se va adicionando más porcentaje de carbonato de calcio al diseño la densidad incrementa.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Como objetivo específico 3 es analizar el contenido de V.A y V.M.A de la mezcla con asfalto en caliente agregando el 1%, 1.5%, 3% de carbonato de calcio, para estos resultados se tiene como V.A a los espacios ocupados por aire, mediante los golpes que fueron realizados según el tipo de tráfico en este caso 75 golpes donde se analiza la infiltración de agua que podría suceder. Los parámetros según el MTC para tráfico pesado deben estar de 3-5 % según la norma MTC E 504.

Tabla 21. Resultado de V.A máxima con un C.O.A al 5.9%

(V.A) % de vacíos de aire con el C.O.A 5.9%				
DISEÑOS	porcentaje de vacíos			
	m1	m2	m3	promedio
0%	3.98	3.77	3.83	3.86
1%	4.06	3.96	4	4.01
1.50%	4.41	4.42	4.47	4.43
3%	5.67	5.56	5.55	5.59

Fuente: propia

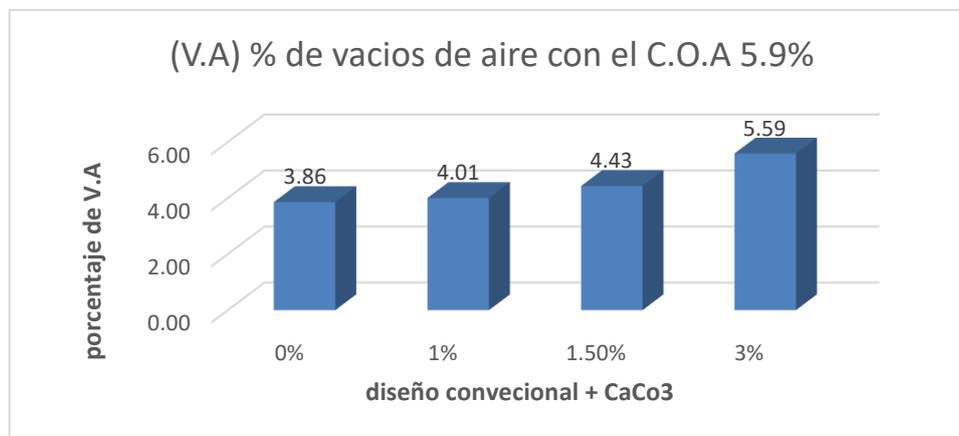


figura 19. Resultados de V.A convencional y adición de CaCo3

Interpretación: en la figura n°19 los resultados de vacíos de aire en una mezcla convencional tienen un 3.86% mientras que en los diseños modificados con carbonato de calcio con un C.O.A tienden a incrementar según se adiciona carbonato de calcio.

Para el V.M..A vienen hacer los espacios de aire en las partículas de los agregados gruesos de la mezcla ya compactada así mismo incluyen también los espacios llenos de asfalto, los criterios mínimos aceptables son 14% para agregados usados de ¾" mínimo según la norma MTC E 504.

Tabla 22. Resultado V.M.A con un C.O.A al 5.9%

(V.M.A) % de vacíos con el C.O.A 5.9%				
DISEÑOS	porcentaje de vacíos			
	m1	m2	m3	promedio
0%	17.2	17	17	17
1%	17.7	17.6	17.6	18
1.50%	18.1	18.1	18.1	18
3%	19.9	19.8	19.8	20

Fuente: propia

Interpretación: en la tabla 22 y figura 20 el porcentaje de V.M.A cumplen con las condiciones siendo favorable para cada diseño de mezcla con un diseño convencional se obtiene como promedio 17%, para un diseño con 1% de CaCo3 se obtiene un 18%, para un 1.5% de CaCo3 nos dio 18% y para un 3% con CaCo3 dio como resultado un 20%

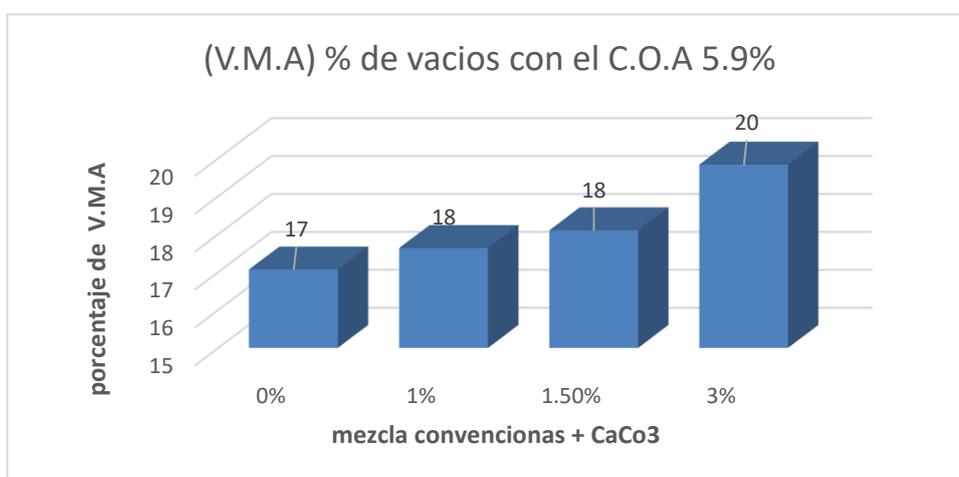


figura 20. Resultados de V.M.A convencional y adición de CaCo3

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipotesis especifica 1. La estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente tendrá una variación con el 1%,1.5% y 3% de CaCo3 Ate 2024.

Ho= La estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente no tendrá variación con la adición de 1%, 1.5% y 3% de CaCo3 Ate 2024.

H1= La estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente si tendrá una variación con el 1%,1.5% y 3% de CaCo3 Ate 2024

Se realizó la prueba estadística para comprobar la hipotesis lo cual se analiza la distribución normal con un margen de nivel de significancia de error al 5%, en este estudio se trabajará con la prueba de shapiro wilk, puesto que la cantidad de especímenes es menor a 50.

Tabla 23. Prueba de normalidad respecto a los resultados del C.O.A para cada diseño

Pruebas de normalidad						
GRUPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ESTABILIDAD	0.247	12	0.042	0.870	12	0.065
FLUJO	0.128	12	.200*	0.940	12	0.498

En la tabla n°23 se utilizó shapiro- wilk debido a la muestra menor a 50 entonces utilizando el software spss se puede deducir que el nivel de significancia es mayor al 5%, entonces la distribución es normal $p > 0.05$.

Tabla 24. Prueba t de student 0.01% estabilidad

Prueba para una muestra							
ESTABILIDA D	valor de prueba =2						
	t	gl	significación p de un factor		diferencia de medias	95% de intervalo de confianza	
			factor	factore s		inferior	superior
58.066	11	<.001	<.001	605.0000 0	582.067 4	627.932 6	

De acuerdo a la tabla n°24, se deduce que anteriormente en la tabla n°23 los resultados son normales entonces tiene criterios paramétricos, a través de la prueba t de student nos indica que el valor es menor al 5%, entonces se confirma la hipótesis alterna para la evaluación de estabilidad.

Tabla 25. Prueba t de student 0.01% flujo

Prueba para una muestra							
FLUJO	valor de prueba =2						
	t	gl	significación		diferencia de medias	95% de intervalo de confianza	
			p de un factor	p de dos factores		inferior	superior
	13.112	11	<.001	<.001	1.64167	1	1.917

De acuerdo a la tabla n°25, en la tabla n°23 los resultados son normales entonces tiene criterios paramétricos, se realizó la prueba t de student donde nos indica que el valor es 1%, entonces se confirma la hipótesis alterna para la evaluación al flujo.

Como hipótesis específica 2. la densidad de la mezcla asfáltica obtendrá cambios adicionando el 1%,1.5% y 3% de CaCo3 Ate 2024.

Ho= la densidad de la mezcla asfáltica en caliente no obtendrá cambios con la adición de 1%, 1.5% y 3% de CaCo3 Ate 2024.

H1= la densidad de la mezcla asfáltica en caliente obtendrá cambios con la adición de 1%, 1.5% y 3% de CaCo3 Ate 2024.

Tabla 26. Prueba de normalidad respecto a los resultados del C.O.A para cada diseño respecto a la densidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PESO. ESPECÍFICO. BULK	0.180	4		0.981	4	0.911

En la tabla n°26 se utilizó shapiro- wilk debido a la muestra menor a 50 entonces se puede deducir que el nivel de significancia es mayor al 5%, entonces la

distribución es normal $p > 0.05$ se utilizara parámetros de t de student para determinar la hipótesis.

Tabla 27. Prueba t de student 0.01% de densidad

Prueba para una muestra							
PESO ESPECIFIC O BULK	valor de prueba =2						
	t	gl	significación p de un factor		diferenci a de medias	95% de intervalo de confianza	
			p de dos factores			inferior	superior
	63.448	3	<.001	<.001	0.539	1	0.566

De acuerdo a la tabla n°27, en la tabla n°26 los resultados son normales entonces tiene criterios paramétricos, se realizó la prueba t de student donde nos indica que el valor es 1% es inferior al 5%, entonces se confirma la hipótesis alterna para la evaluación al flujo donde hay variación agregando carbonato de calcio en sus propiedades mecánicas.

Hipotesis especifica 3. El contenido de vacíos de agregado mineral y vacíos de aire de la mezcla asfáltica en caliente tendrá una variación adicionando el 1%, 1.5% y 3% de CaCO_3 Ate 2024.

H_0 = El contenido de vacíos de aire y vacíos de agregado mineral de la mezcla asfáltica en caliente no tendrá una variación adicionando el 1%, 1.5% y 3% de CaCO_3 Ate 2024.

H_1 = El contenido de vacíos de aire y vacíos de agregado mineral de la mezcla asfáltica en caliente tiene variación adicionando el 1%, 1.5% y 3% de CaCO_3 Ate 2024.

Tabla 28. Prueba de normalidad respecto a los resultados del C.O.A para cada diseño respecto a V.A y V.M.A

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VACIOS.DE.AIRE	0.272	4		0.861	4	0.265
VACIOS.MINERAL.DE.AGREGADOS	0.329	4		0.895	4	0.406

En la tabla n°28 utilizando la prueba de shapiro-wilk porque los valores son menores de 50, para los V.A y vacíos mineral de agregados según el software SPSS como prueba de normalidad con una margen de error al 5%, dando como resultado un 26% en V.A y 41% en V.M.A quiere decir que el test de enfoque es paramétrico y se tendrá que evaluar con el test de student para afirmar la hipótesis.

Tabla 29. Prueba t de student 0.04% de V.A

Prueba para una muestra							
VACÍOS DE AIRE	valor de prueba =2						
	t	gl	significación		diferencia de medias	95% de intervalo de confianza	
			p de un factor	p de dos factores		inferior	superior
	6.315	3	0.004	0.008	2.4725	1.2264	3.7186

De acuerdo a la figura 29, en la tabla n°28 los resultados son normales y cumplen los criterios, en la evaluación el $p < 0.04$ que es el 4% menos al margen establecido, entonces se confirma la hipótesis del investigador donde tiene tendencias diferentes en la adición de CaCo_3 .

Tabla 30. Prueba t de student 0.04% de V.M.A

Prueba para una muestra							
VACÍOS DE AIRE	valor de prueba =2						
	t	gl	significacion p de un dos factor factores		diferencia de medias	95% de intervalo de confianza	
			inferior	superior			
6.755	3	0.003	0.007	4.25	2.2478	6.2522	

En la tabla n°30 en la prueba t de student se confirma que tiene el margen de error inferior a los parámetros siendo así un 3% lo cual la hipótesis H1 vendría a tener relación con los resultados de V.M.A entonces existe variación según se adiciona el carbonato de calcio.

V. DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos mediante la elaboración de ensayos a sus propiedades mecánicas con briquetas evaluadas en laboratorio, se puede decir que al adicionar en filler el carbonato de calcio al 1% cumplen los parámetros adecuados para trabajar con la mezcla asfáltica en pavimentos de tránsito de vehículos pesados. En cuanto al primer objetivo “Verificar la estabilidad y flujo de la mezcla de asfalto en caliente añadiendo el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024”, en el ensayo de estabilidad con una adición de 5.9% de cemento asfáltico y 1% de carbonato de calcio se tuvo como resultado 1471 kg/cm y en el ensayo para el flujo tiene como resultado 3.58mm y para el ensayo de estabilidad y flujo como respuesta 4166kg/cm. Por otra parte, en su investigación el autor Quispe (2022). En su tema de investigación con adición de nanocarbonato de calcio y nanoarcilla con mezclas modificadas de 0.5%, 1.5%, 2.5% 3.5% y 4.5%, se analizó los ensayos mencionados mostrando mejores resultados un diseño al 3.5% modificado con un betún tabla 26 de 6% teniendo una estabilidad de 3050 lb o 1383 kg/cm y en el ensayo de flujo 3.25 mm. Es una comparación de resultados aumentando los valores y el gráfico estándar muestra valores positivos de ambos resultados lo cual se define con estos

resultados que el pavimento puede soportar mayor capacidad de carga con respecto a las deformaciones.

Tabla 31. Resumen de resultados discusión 1

AUTOR	Romero (2024)	Quispe (2022)
Porcentaje de betún asfáltico	5.90%	6%
Resultados de estabilidad	1471 kg/cm	1383 kg/cm
Resultados de flujo	3.58 mm	3.25 mm

Fuente: elaboración propia

En cuanto al segundo objetivo “Verificar la densidad de la mezcla asfalto en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo₃ Ate- 2024”, en el ensayo de densidad y peso específico con una adición de 5.9% de cemento asfáltico y 1% de carbonato de calcio se obtiene como resultado 2.53 gr/cm, por otra parte el autor Angulo (2023) en su tema de investigación “Influencia de la adición de aceite quemado de vehículos en mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Chicama” al adicionar aceite quemado con dosificaciones 1%,3%,5%, con un betún asfáltico optimo al 4.6% muestra su mejor resultado con respecto al peso específico tiene un valor de 2.402 gr/cm³ con un aceite quemado al 3% de diseño modificado, comparando ambos procedimientos y resultados se tiene una similitud donde tienen un rango que permite que tenga mejoras en su diseño para ambos autores.

Tabla 32. Resumen de resultados discusión 2

AUTOR	Romero (2024)	Angulo (2023)
Porcentaje de betún asfáltico	5.90%	4.6%
Dosificación trabajada	1%	3%
% de V.A	4.01%	4.30%
% de V.A.M	18%	12.20%

Fuente: elaboración propia

En cuanto al tercer objetivo “Verificar los vacíos de aire V.A y V.A.M vacíos de agregado mineral de mezclas de asfalto adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024”, en el ensayo de densidad y peso específico con una adición de 5.9% de cemento asfáltico y 1% de carbonato de calcio se obtiene como resultado los vacíos de aire 4.01% y vacíos de agregado mineral 18%, por otra parte el autor Angulo (2023) en su tema de investigación “Influencia de la adición de aceite quemado de vehículos en mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Chicama ” al adicionar aceite quemado con dosificaciones 1%,3%,5%, con un betún asfáltico optimo al 4.6% muestra su mejor resultado con respecto al porcentaje de vacíos 4.3% y porcentaje de vacíos del agregado mineral 12.2% con un aceite quemado al 3% de diseño modificado, comparando ambos procedimientos y resultados se tiene una similitud donde tienen un rango que permite que tenga mejoras en su diseño para ambos autores.

Tabla 33. Resumen de resultados discusión 2

AUTOR	Romero (2024)	Angulo (2023)
Porcentaje de betún asfáltico	5.90%	4.6%
Dosificación trabajada	1%	3%
Resultados de densidad	2.532 gr/cm ³	2.402 gr/cm ³

Fuente: elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

Para un encontrar el diseño óptimo de asfalto en porcentajes de 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7% en el diseño convencional o diseño patrón sin ninguna modificación que lo más favorable resulto el 5.9% donde existen datos favorables para la mezcla asfáltica mediante ello se trabajara con respecto a las mezclas modificadas añadiendo carbonato de calcio, para poder hacer una comparación de la mezcla convencional con los modificados.

En la estabilidad añadiendo un porcentaje de 1% a la mezcla asfáltica se tienen valores promediando las 3 briquetas tenemos un valor de 1471 kg entonces incrementa favorablemente con respecto al diseño convencional que tiene como valor 1417 kg.

Con la incorporación de 1% de CaCo_3 a la mezcla asfáltica influye de manera relevante la resistencia a la estabilidad y flujo, teniendo como valor 3924 kg/cm respecto al diseño convencional de 3381 kg/cm, aumentando un 14% más de resistencia estabilidad y flujo.

El flujo tiene como valor optimo el diseño convencional 3.57 mm. Adicionando carbonato al 1% se obtuvo 4.23 mm lo cual existe una varianza moderada y con 1.5% se obtuvo 3.7 mm estando dentro los parámetros permisibles.

La densidad con una adición al 1% de CaCo_3 refleja como resultado 2.532 gr/cm³ y en un diseño convencional 2.521 gr/cm³ lo cual tiene similitud en los resultados del diseño patrón.

Los V.A en la mezcla comparando el diseño convencional tiene como resultado un 3.86% y el diseño con 1% de carbonato de calcio tiene un valor numérico de 4.01 % entonces según el MTC E 514 se encuentra dentro de los criterios y especificación del 3-5%.

En los V.M.A no existió varianza significativa con el diseño convencional de 17% y con el diseño modificado al 1% de CaCo_3 tiene un valor de 18%

Se concluye con todos los resultados obtenidos en laboratorio realizados para un diseño de mezclas con ligante asfáltico en caliente el más conveniente y con

porcentaje de carbonato de calcio siendo el más favorable para la aplicación en la autopista Ramiro Priale es el 1% de CaCo_3 .

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda trabajar con la granulometría adecuada mac2 MTC EG 213-423-03 y no alterar la combinación de agregados para la mezcla asfáltica, la presente investigación el diseño de mezcla tiene como agregado grueso un 36.6% agregado fino 63.4% y cemento asfáltico 5.9%.

Se sugiere para un diseño con CaCo_3 no alterar el 1% en un diseño modificado al exceder la proporción de carbonato de calcio la mezcla asfáltica podría volverse muy dura o rígida lo cual provocaría anomalías desfavorables en la carpeta asfáltica.

Se recomienda que esta investigación sirva como base para mejorar las investigaciones futuras, generar impacto aplicando carbonato de calcio en las mezclas, el carbonato ofrece importantes beneficios en las propiedades mecánicas y contribuye a reducir el uso de materiales tradicionales, reduciendo residuos y emisiones para que sea beneficioso mitigando la contaminación ambiental.

Según los resultados que se obtuvo a través de los ensayos de diseños modificados se puede deducir que la incidencia de CaCo_3 contribuye en mejorar las propiedades mecánicas, entonces se puede fomentar la utilización en próximos proyectos de pavimentos flexibles con una incorporación no mayor al 1%, así mismo se recomienda evaluar la incidencia con otros métodos como el SUPERVAVE, y se pueda comparar que método es más eficiente, con la finalidad de ampliar la vocación por las infraestructuras viales enfocado en mezclas asfálticas en caliente.

Se recomienda trabajar con un contenido óptimo de betún para cada diseño modificado en esta investigación se realizó un solo contenido óptimos de asfalto y se utilizó el mismo porcentaje de betún asfáltico para el total de briquetas con ello se realizó una comparación en el diseño convencional.

Se recomienda tener mucho cuidado al momento de la trituración de las valvas de la concha de abanico ya que tienen un olor desagradable, es preferible contar con los epps adecuados para gases, así mismo pasar con mucho cuidado por la malla n°40 para la utilización como filler y poder adicionar en las mezclas asfálticas.

VIII. PROPUESTAS

Como propuesta de investigación para el mismo estudio se propone incorporar además del carbonato de calcio otro elemento o fibra que pueda dar mejores resultados en la mezcla de asfalto en caliente.

Como propuesta para mejorar la economía se propone realizar más estudios de las valvas de conchas porque tienen en su composición elementos que ayudan a mejorar la consistencia de la mezcla asfáltica y también el concreto, sería una alternativa para reducir los costos en materiales de construcción y poder ser remplazados con agregados o filler.

REFERENCIAS

1. REYES, Jheysi. Análisis de Propiedades de Mezclas Asfálticas en Caliente con adición de Aceite de Soya de acuerdo las Normas MTC- 2022. Tesis (Grado En Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2022.

Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93383>

2. TARAZONA, Javier. Estudio del proceso de degradación de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas debido a ciclos de humedecimiento y secado. Tesis. Colombia. Universidad de los Andes, 2020. [Fecha consulta: 17 de marzo 2024].

Disponible:

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/25b8b5eb-49c4-4bcb-b6ea-15d8de9dd5e1>

3. KIKUT, Karina, BALDI, Alejandra y ELIZONDO, Ana. Beneficios De Uso De Cal Hidratada En Mezclas Asfálticas: Revisión Del Estado Del Arte. Revista Infraestructura Vial [et al]. 2020, vol.22, n°.39. [fecha de consulta: 10 de marzo de 2024].

Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v22n39/2215-3705-infraestructura-22-39-12.pdf>

ISSN 2215-3705

4. JIMÉNEZ, Angie. Análisis del desempeño mecánico de una mezcla asfáltica modificada con fibra de bambú. Infraestructura Vial [et al]. 2021, vol.23, n°42. [consultado el 17 de marzo de 2024].

Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052021000200044&lng=en&nrm=iso

ISSN 2215-3705

5. MARTINEZ G., CAICEDO B., GONZALES D., CELIZ L., FUENTES L., TORRES Trece Años De Continuo Desarrollo Con Mezclas Asfálticas

Modificadas Con Grano De Caucho Reciclado En Bogotá: Logrando Sostenibilidad En Pavimentos. Revista de ingeniería de construcción [et al].2018,vol.33, nº1. [fecha de consulta: 12 de marzo de 2024] ISSN 0718-5073

Disponible en:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000100041#aff2

6. ODA, A., EL DESOUKY, A., MAHDY, H., MOUSSA, O. Effects of asphalt modification by Nanosilica and Nanoclay on asphalt binder and hot mix asphalt properties Conferencia Internacional Sobre Ingeniería Civil Y Arquitectura, Universidad Ain Shams, El Cairo, Egipto, 2020. Vol 974. [Fecha de consulta: 11 de marzo de 2024].

Disponible en https://journals.ekb.eg/article_300932.html

7. GUERREROS, Lourdes. Análisis De La Influencia Del Sulfato De Cromo En La Degradación Del Asfalto En El Proceso De Producción De Mezcla Asfáltica En Planta - Huancayo 2022. Tesis (Grado De Ingeniería). Huancayo: Universidad Continental, 2022.

Disponible en <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13584>

8. ANGULO, Jhensin. LUCANO, Cristian. Influencia De La Adición De Aceite Quemado De Vehículos En Mezcla Asfáltica Para El Diseño Del Pavimento Flexible, Chicama. Tesis (Grado De Ingeniería). Trujillo. Universidad Cesar Vallejo, 2023.

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/136627>

9. BARZOLA, Daniel. Caucho Reciclado En Comportamiento Mecánico De La Mezcla Asfáltica En El Distrito De Yanahuanca Provincia De Daniel Alcides Carrión – 2022. Tesis (Grado De Ingeniería), Cerro De Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2023.

Disponible en <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2945>

10. ALARCON, D., CHAPARRO, J., SANCHEZ, M. Importancia De La Resistencia Y Vida Útil De Mezclas Asfálticas Modificadas Con GCR En Colombia. Tesis (Grado De Ingeniero), Colombia: Universidad Santo Tomas, 2020.

Disponible en <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30460>

11. TARAZONA, Javier. Estudio Del Proceso De Degradación De Las Propiedades Mecánicas De Las Mezclas Asfálticas Debido A Ciclos De Humedecimiento Y Secado. Tesis (Trabajo De Pregrado). Colombia: Universidad De Los Andes, 2020.

Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/25b8b5eb-49c4-4bcb-b6ea-15d8de9dd5e1>

12. Conoce cuáles son los nuevos materiales de construcción sostenibles para carreteras y edificios [en línea]. Constructivo, 2020. [Fecha de consulta 06 de marzo de 2024].

Disponible:

<https://constructivo.com/noticia/conoce-cuales-sonlos-nuevos-materiales-de-construccion-sostenibles-para-carreteras-y-edificios1586874893>

13. MARDONES, L. CALABI, A. SANCHEZ, E. VALDES, G. evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con la incorporación de fibras sintéticas de aramida y polipropileno. Infraestructura vial. [en línea]. 2018. vol.20, n.36. [Fecha de consulta: 11 de marzo de 2024].

Disponible:

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052018000200015&lang=es

14. BIANCHETTO, H. REGUERO, A. RECASENS, R. JIMENEZ, F. Efecto De Los Filleres Activos En La Resistencia Al Envejecimiento De Las Mezclas Asfálticas Mediante El Uso Del Ensayo Fénix. Congreso ibero latinoamericano de asfalto Mexico 2019 [en línea]. 2019. Argentina. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2024].

Disponible:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/189474/26068462.pdf>

15. J. G. Matienzo Maguiña, (2018) "Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz - 2017," Repositorio: USANPEDRO-Institucional, Chimbote.

Disponible en:

<https://repositorio.usanpedro.edu.pe/items/084a8a35-1709-4cc8-ab16-d11bb9f7043b>

16. CHÁVEZ, F. (2019). Valoración de residuo de concha de abanico para uso como agregado en mezclas asfálticas en caliente (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/11042/4268>

17. AKHTAR, Ali; SARMAH, Ajit K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. Journal of Cleaner Production, 2018, vol. 186, p. 262-281. [fecha de consulta: 1 de abril de 2024]. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.085>

18. BAMIGBOYE, Gideon O., et al. Sustainable use of seashells as binder in concrete production: Prospect and challenges. Journal of Building Engineering, 2021, vol. 34, p. [fecha de consulta: 9 de abril de 2024].

Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101864> ISSN 101864

19. CHEN, Wuxing, et al. Properties and economics evaluation of utilization of oil shale waste as an alternative environmentally-friendly building materials

in pavement engineering. *Construction and Building Materials*, 2020, vol. 259, p. [fecha de consulta: 20 de marzo de 2024].

Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119698> ISSN 119698

20. FAN, Guopeng, et al. Analysis of the Influence of Waste Seashell as Modified Materials on Asphalt Pavement Performance. *Materials*, 2022, vol. 15, no 19, p. 6788. [fecha de consulta: 9 enero de 2021].

Disponible en:

<https://doi.org/10.3390/ma15196788>

21. HAMADA, Hussein M., et al. Effect of recycled seashells on concrete properties: A comprehensive review of the recent studies. *Construction and Building Materials*, 2023, vol. 376, p. 131036. [fecha de consulta: 19 de enero de 2024].

Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131036> ISSN 131036

22. A. Oparaeli, K. Ichechi, M. Oju and A. Enwuso, (2020). "Contributions of Periwinkle Shell Ash on the Stability and Elastic Properties of Modified Asphalt Concrete for a High Trafficked Road," *International Journal of Constructive Research in Civil Engineering*.

Disponible en:

<https://www.arcjournals.org/pdfs/ijcrce/v6-i2/1.pdf>

23. G. Ruiz, F. Chávez, S. Santamaría, W. Araujo, J. Timaná and R. Schmitt, (2018). "Laboratory evaluation of seashells used as fine aggregate in hot mix asphalt," *International Journal of Pavement Engineering*.

Disponible en:

<https://sci-hub.se/10.1080/10298436.2018.1502435>

24. LV, Songtao, et al. Surface-treated fish scale powder with silane coupling agent in asphalt for performance improvement: Conventional properties, rheology, and morphology. *Journal of Cleaner Production*, 2021, vol. 311, p. 127772. [fecha de consulta: 1 de abril de 2024].

Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127772>

25. MORANTE, R. (2017). Evaluación de la adherencia entre la concha de abanico y el ligante asfáltico (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú. Repositorio Institucional Pirhua – UDEP. [fecha de consulta: 1 de abril de 2024]. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/11042/3450>

26. SANTAMARÍA, S. (2020). Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú. [fecha de consulta: 1 de mayo de 2024].

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/11042/4493>

27. GEORGE, BOATENG y JENKINS, (2020). Rendimiento de laboratorio y modelización del comportamiento del asfalto de mezcla en caliente con vidrio triturado reciclado. *J. S. Afr. Inst. Civ. Eng* [en línea]. Junio 2020. Volumen 62. [Fecha de consulta 2 de mayo del 2024]. ISSN 2309-8775

Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.17159/2309-8775/2020/v62n3>

28. TANG, Junyao, et al. Investigation on low-temperature cracking characteristics of asphalt mixtures: A virtual thermal stress restrained specimen test approach. *Construction and Building Materials*, 2022, vol. 347, p. 128541. [fecha de consulta: 9 de junio de 2022].

Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128541> ISSN 128541

29. Liu, Y., Sun, C., Xu, J., & Li, Y. (2009). The use of raw and acid-pretreated bivalve mollusk shells to remove metals from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*, 156–162.

Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.02.009>

30. EVALUACIÓN de las Propiedades Mecánicas de una Mezcla Densa en Caliente Modificada con un Desecho de PVC [en línea]. Colombia: Revista Tecno Lógicas, 2011 [fecha de consulta: 12 de mayo del 2024].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/n27/n27a02.pdf>

31. FARFAN, Daniel y ROMERO, Zbigniew. Propiedades Mecánicas del Asfalto en caliente adicionando 1.5% de Caucho Reciclado Granular, Chimbote – 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote – Perú: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45919?locale-attribute=es>

32. Manual de Ensayo de Materiales. Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016. 1269 pp. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. (29 de mayo de 2020). Estadísticas MTC - Transportes. Obtenido de

<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informespublicaciones/344790estadistica>

33. CORTEZ, Fiorella. Reología del Betun Asfáltico con Incorporación de Polvo de Neumático en las Propiedades Físico-Químicas de un Ligante Modificado [En línea]. Tesis de Grado. Universidad Peruana Los Andes, Perú, 2022 [Consultado 19 febrero 2024].

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12848/4505>

34. FORERO, Mayra y HERNÁNDEZ, Johan. Diseño Marshall y verificación de adherencia de una mezcla asfáltica MDC-25 con reemplazo parcial de material granular por ceniza de cascarilla de arroz [En línea]. Tesis de Grado. Universidad Católica de Colombia, Colombia, 2020 [Consultado 20 febrero 2023].

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/10983/24768>

35. GONZÁLES, María y LUQUILLAS, Karla. Evaluación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente mejorada con fibra acrílica respecto a la mezcla asfáltica convencional [En línea]. Tesis de Grado. Universidad Ricardo Palma, Perú, 2019 [Consultado 19 mayo 2024].
Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.14138/2818>

36. LAUPA, Alexander. Aplicación de aceite usado de vehículos para mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica en la Av. Naranjal, Lima 2021 [En línea]. Tesis de Grado. Universidad César Vallejo, Perú, 2021 [Consultado 20 febrero 2024].

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/81645>

37. ORTEGA, Wernher. Aceite de palma para la conservación de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente expuestos a transportes prolongados en climas fríos, Huancayo 2020 [En línea]. Tesis de Grado. Universidad Continental, Perú, 2021 [Consultado 17 mayo 2024].

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12394/9211>

38. ALVAREZ, Luis y CARRERA, Ever. Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica [En línea]. Tesis de Grado. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú, 2017 [Consultado 20 mayo 2024].

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12759/3595>

39. Gonzales Seijas, M. J., & Luquillas Alderete, K. D. (2019). Evaluación Del Comportamiento Mecánico De La Mezcla Asfáltica En Caliente Mejorada Con Fibra Acrílica Respecto a La Mezcla Asfáltica Convencional. (Tesis De Grado). Universidad Ricardo Palma, Lima.

Disponible en:

http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2818/CIV_T030_70817847_T%20%20%20LUQUILLAS%20ALDERENTE%20KARLA%20DE%20LA%20LIBERTAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

40. Huaman Cabrera, E. B. (2020). Evaluación de la carpeta de rodadura asfáltica aplicando las metodologías Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo (VIZIR). (Tesis de Grado). Universidad Peruana Union, Lima - Peru.

Disponible en:

<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/3428>

41. FLORES, Y. y MAZZA, J. (2014). Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto. Repositorio.uns.edu.pe [en línea]. [Fecha de acceso: 16 mayo 2024].

Disponible en:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1912/27226.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

"ADICIÓN DE CaCo3 PARA INCREMENTAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN ATE 2024									
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	VARIABLE DE OPERACIONALIZACIÓN		Instrumento	Metodología		
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores				
¿De que manera influye la adición de CaCo3 para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate- 2024?	Determinar el incremento de las propiedades mecánicas de la mezcla asfálticas en caliente adicionando el CaCo3 en Ate- 2024	Adicinando el CaCo3 es factible el incremento de las propiedades mecánicas de la mezcla asfálticas en caliente en Ate- 2024	CaCo3	Porcentaje de dosificación de la CaCo3	(gr/cm ³)	Balanza / Recipiente	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Experimental		
					1%			manual EG-2013 ASTM D 1559	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN Cuantitativo
					2%				
					3%		TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumento			
¿Cuál es la variación en la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el % de CaCo3 en te 2024?	Verificar la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024	La estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente tendra una variación adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024	Propiedades mecánicas la mezcla asfáltica en caliente	Estabilidad Flujo Relación Estabilidad Flujo	Kg mm Kg/cm	metodo marshall, prensa hidraulica ASTM D1075, ASTM D1559	NIVEL DE INVESTIGACIÓN Explicativo		
							INSTRUMENTO Normas técnicas, equipo de laboratorio y fichas recolectora para datos		
¿Cuál es la variación en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024?	Comparar la densidad de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024	La densidad de la mezcla asfáltica en caliente tendra una variación adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024		Densidad	gr/cm3		TÉCNICA Recolección de datos através de la observación		
¿Cuál es la variación del contenido de V.A Y V.M.A de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024 ?	Analizar el contenido V.A y V.M.A de la mezcla asfáltica en caliente adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024	El contenido V.A y V.M.A de la mezcla asfáltica en caliente tendra una variación adicionando con el 1%, 1.5%, 3% de CaCo3 Ate- 2024		contenido de vacios	% de vacios		POBLACIÓN Cantidad de briquetas		
							MUESTRA Diseño de mezcla 27 briquetas		
							MUESTREO No probabilístico - por conveniencia		

Anexo 2. Matriz de operacionalización

Operacionalización de la variable independiente: carbonato de calcio

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
CaCo3	El diseño de mezcla asfáltica se regirá a los parámetros de diseño Marshall ASTM D 1559 y al Manual EG-2013, para poder determinar las cantidades propicias y cumplir con los que estipula el manual y así llegar al diseño permitido y valido para ser aplicado; las que serán medidas a través de sus indicadores las cuales cuentan con un ítem para cada indicador para la variable independiente diseño de mezcla asfáltica.	El carbonato de calcio es un producto que reduce los índices del envejecimiento de los pavimentos, su objetivo es alterar las propiedades e incrementar su durabilidad, estabilidad para las mezclas asfálticas, para analizar la cal hidratada se tendrá encuentra los porcentajes (1%,1.5% y 3%) que se apliquen al diseño de mezcla y evaluar el comportamiento.	Peso específico	(ml/cm ³)	manual EG-2013 Y NORMA ASTM D 1559 - MÉTODO MARSHALL	Intervalo
			Porcentaje de dosificación de carbonato de calcio	Patrón, 1% 2% 3%		Razón

Operacionalización de la variable dependiente: Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica	"Las mezclas asfálticas poseen propiedades mecánicas de resistencia a deformación constante y fisuras; para tolerar esfuerzos mayores de tráfico canalizados, cargas elevadas por ejes y climas extremos" (Flores,2018, p.40).	Para determinar unas de las propiedades mecánicas en una mezcla asfáltica en caliente se dará por medio del ensayo de deformabilidad en mezclas asfálticas y resistencia a la compresión inmersión de mezclas inducidas a la humedad; para determinar la pérdida de resistencia por influencia del agua en el diseño de mezcla asfáltica según el manual de ensayos MTC-E 518.	contenido de vacíos de la mezcla asfáltica	% de vacíos	ASTM D 1559 MÉTODO MARSHALL	Intervalo
			densidad en la mezcla asfáltica	densidad gr/cm ³	EQUIPO MARSHALL MTC E 504	Intervalo
	Un concreto presenta propiedades mecánicas, las que son capacidades y actitudes en estado endurecido; siendo estos la resistencia a los esfuerzos ; el índice de la permeabilidad y la resistencia a la flexión. (Acevedo y Martínez 2017, p.36)	Se analizarán las propiedades físicas que una mezcla asfáltica en caliente que puede presentar, se aplicara mediante ASTM D 1559 - Método Marshall para determinar, la relación de contenido de vacíos y la densidad de la mezcla asfáltica que pueda existir y alterar su comportamiento.	deformabilidad	estabilidad (kg) flujo (mm) relación de flujo estabilidad (kg/cm)	EQUIPO MARSHALL ASTM 1559 - AASHTO T245	Intervalo
			resistencia a la compresión	resistencia a la compresión (Mpa) índice de resistencia retenida (%)	PRENSA HIDRÁULICA MTC E 518	Intervalo



Anexo 3. Antecedente análisis físico químico de ceniza de concha de abanico porcentaje de carbonato de calcio.



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS - ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *896826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO

SOLICITA : Lesly Marilyn Vásquez Zorrilla
TESIS : Evaluación del concreto adicionando residuos de concha de abanico y plástico politereftalato de etileno reciclado.
PROCEDENCIA : Sechura - Piura
FECHA : 16-05-2019

I. RESULTADOS:

COMPONENTE	RESULTADO (%)
CaCO ₃	84.9
SiO ₂	11.3
Fe ₂ O ₃	0.5
MgO	1.2
Na ₂ O	0.6
K ₂ O	1.0
TiO ₂	0.2
PPI	0.3

NOTA : La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


Ing. Hugo Mosquera Esquivel
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 27664

Anexo 4. Certificados de laboratorio



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe



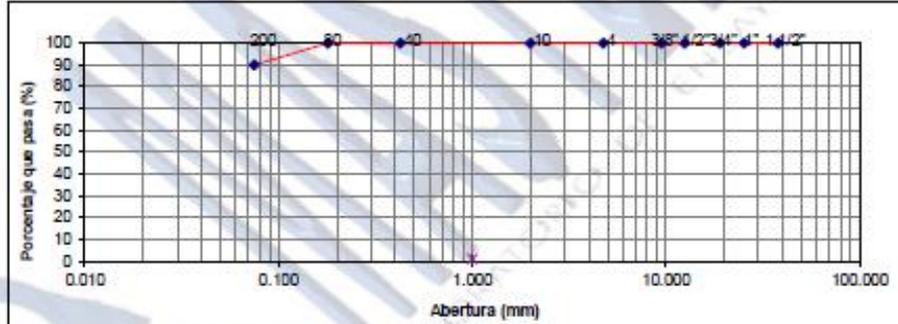
INFORME DE ENSAYO OE24-0892417

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
 Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
 Muestra : Carbonato de calcio
 Procedencia : Terminal pesquero - Villa María del Triunfo
 Fecha de recepción : 2024-05-07
 Fecha de ensayo : 2024-05-08
 Fecha de emisión : 2024-05-20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 5444-15

TAMIZ	ABERTURAS (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	37.900	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0
Nº 10	2.000	0.0	0.0	100.0
Nº 40	0.425	0.0	0.0	100.0
Nº 80	0.180	0.0	0.0	100.0
Nº 200	0.075	10.0	10.0	90.0
< Nº 200	FONDO	90.0	100.0	0.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ORTEGA
 ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 = 01 5407601

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



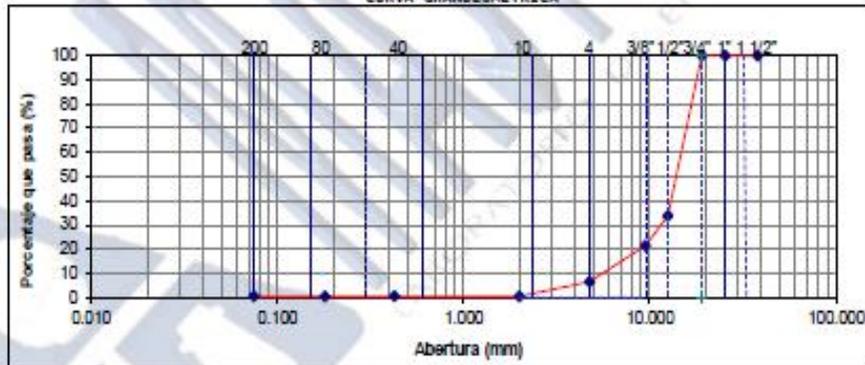
INFORME DE ENSAYO OE24-0892414

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Piedra chancada 1/2
Cantera : Vancárcel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TANIZADO D 5444-15

TAMIZ	ABERTURAS (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	37.900	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	66.1	66.1	33.9
3/8"	9.500	12.3	78.4	21.6
Nº 4	4.750	15.0	93.4	6.6
Nº 10	2.000	6.0	99.4	0.6
Nº 40	0.425	0.0	99.4	0.6
Nº 80	0.180	0.0	99.4	0.6
Nº 200	0.075	0.0	99.4	0.6
< Nº 200	FONDO	0.6	100.0	0.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20606076236

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407061

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



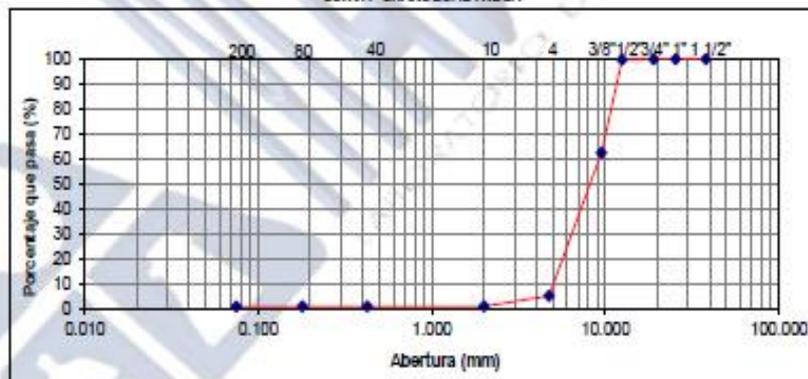
INFORME DE ENSAYO OE24-0892413

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Piedra chancada 3/8
Cantera : Varcáncel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO D 5444-15

TAMIZ	ABERTURAS (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	37.900	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.2	0.2	99.8
3/8"	9.500	37.4	37.6	62.4
Nº 4	4.750	57.3	94.9	5.1
Nº 10	2.000	4.3	99.2	0.8
Nº 40	0.425	0.0	99.2	0.8
Nº 80	0.180	0.0	99.2	0.8
Nº 200	0.075	0.0	99.2	0.8
< Nº 200	FONDO	0.8	100.0	0.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GACNA
ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GACNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



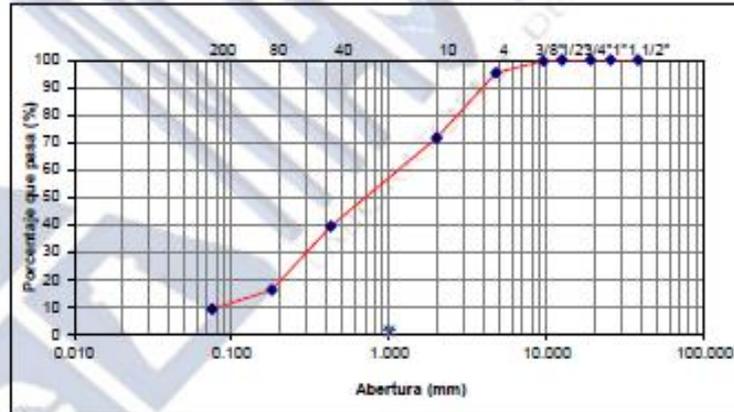
INFORME DE ENSAYO OE24-0892416

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Arena natural
Cantera : Varcárcel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 5444-15

TAMIZ	ABERTURAS (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.3	0.3	99.7
№ 4	4.750	4.3	4.7	95.3
№ 10	2.000	23.7	28.4	71.6
№ 40	0.425	32.3	60.7	39.3
№ 80	0.180	23.2	83.9	16.1
№ 200	0.075	7.0	91.0	9.0
< № 200	FONDO	9.0	100.0	0.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



Adriana Ortega
ADRIANA ENRIQUE ORTEGA GARCIA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú
Teléfono: 950 270 955 - 01 5407801
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



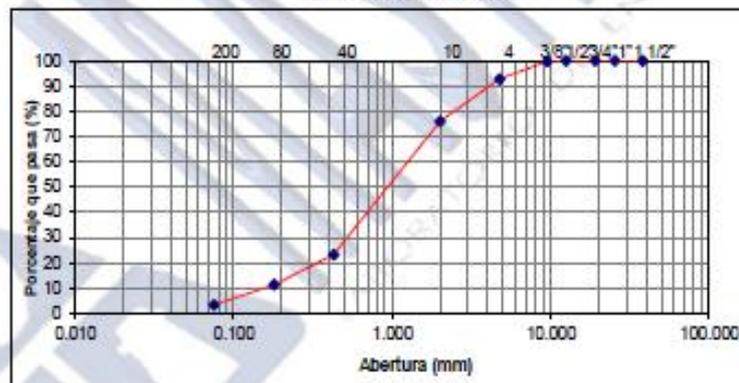
INFORME DE ENSAYO OE24-0892415

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Arena chancada
Cantera : Vancércel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO D 5444-15

TAMIZ	ABERTURAS (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	37.900	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.3	0.3	99.7
Nº 4	4.750	7.0	7.3	92.7
Nº 10	2.000	16.8	24.0	76.0
Nº 40	0.425	52.7	76.8	23.2
Nº 80	0.180	12.0	88.7	11.3
Nº 200	0.075	7.9	96.6	3.4
< Nº 200	FONDO	3.4	100.0	0.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ORTEGA
ADDERLY ENRIQUE ORTEGA BACNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Muehípa - Lima - Perú
 Teléfono: 950 270 855 - 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe



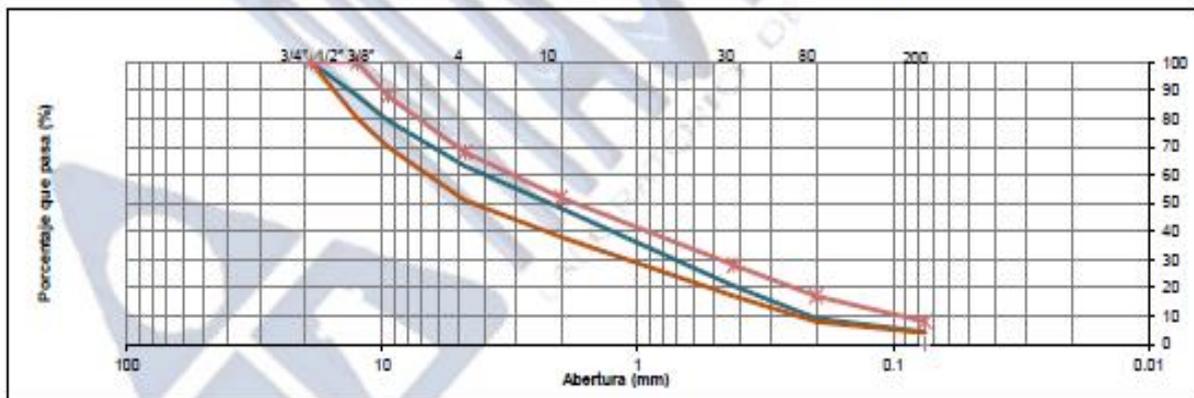
INFORME DE ENSAYO OE24-0892418

Solicitante : Christian Farid Romero Cepacyachi
 Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
 Muestra : Combinación de agregados
 Fecha de recepción : 2024-05-07
 Fecha de ensayo : 2024-05-08
 Fecha de emisión : 2024-05-20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MEZCLA ASTM D5444-15

MAC -2 : Graduación granulométrica mezcla asfáltica en caliente
 Material (A) : Grava de 3/8"
 Material (B) : Grava de 1/2"
 Material (C) : Arena Chancada
 Material (D) : Arena natural

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MATERIAL A	MATERIAL B	MATERIAL C	MATERIAL D	MEZCLA	ESPECIFICACIÓN MAC -2	
		17.0%	18.0%	32.0%	33.0%	100.0%	MTC EG 213 -423-03	
3/4"	19.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	12.5	99.8	33.9	100.0	100.0	88.1	80	100
3/8"	9.5	62.4	21.6	99.7	99.7	79.3	70	88
Nº 4	4.75	5.1	6.6	92.7	95.3	63.2	51	68
Nº 10	2.00	0.8	0.6	76.0	71.6	48.2	38	52
Nº 40	0.42	0.8	0.6	23.2	39.3	20.6	17	28
Nº 80	0.20	0.8	0.6	11.3	16.1	9.2	8	17
Nº 200	0.075	0.8	0.6	3.4	9.0	4.3	4	8



NOTA:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20906076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 050 270 955 - 01 5407601

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892412

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Carbonato de calcio
Procedencia : Terminal pesquero - Villa María del Triunfo
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-21

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRÁULICO ASTM C188-17

Nº	Reporte	Unidades	Resultados
1	Gravedad específica	g/cm ³	2.70

Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ORTEGA
ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892408

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Arena
Cantera : Varcáncel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-16

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209-2000

I. EXAMEN CUANTITATIVO: AGREGADO FINO

Abertura de malla		Peso antes del ensayo (g)	Tamices para determinar las pérdidas	Peso después del ensayo (g)	Pérdidas (g)	Pérdida total (%)	Gradación original (%)	Pérdida corregida (%)
Pasa	Ret.							
3/8"	Nº4	100.0	Nº4	88.6	11.4	11.4	10.3	1.17
	Nº4	100.0	Nº8	91.9	8.1	8.1	19.2	1.56
	Nº8	100.0	Nº16	90.9	9.1	9.1	28.1	2.56
	Nº16	100.0	Nº30	89.6	10.4	10.4	14.1	1.47
	Nº30	100.0	Nº50	91.4	8.6	8.6	15.2	1.31

Pérdida Total	8.1
---------------	-----

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADORLY ENRIQUE ORTEGA GAJANA
INGENIERO CIVIL
CIP. 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú
Teléfono: 950 270 955 - 01 5407651
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892401

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Piedra chancada
Cantera : Roncadora
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-16

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209-2000

I. EXAMEN CUANTITATIVO: AGREGADO GRUESO

Abertura de malla		Peso antes del ensayo (g)	Tamices para determinar las pérdidas	Peso después del ensayo (g)	Pérdidas (g)	Pérdida total (%)	Gradación original (%)	Pérdida corregida (%)
Pasa	Ret.							
1 1/2"	1"	0.0	5/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1"	3/4"	0.0						
3/4"	1/2"	675.0	5/16"	989.1	18.9	1.9	58.6	1.10
1/2"	3/8"	333.0						
3/8"	Nº4	298.0						

Pérdida Total (%) 2.7

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ABDIEL ENRIQUE ORTEGA GADNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 805 - 01 5407601

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892412

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Polvo de concha de abanico
Procedencia : Terminal pesquero - Villa María del Triunfo
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRÁULICO ASTM C188-17

Nº	Reporte	Unidades	Resultados
1	Gravedad específica	g/cm ³	2.70

Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ORTEGA
ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20806076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 050 270 955 – 01 5407681

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892410

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Arena chancada
Cantera : Varcárcel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-14

RESULTADOS DE ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS

MTC E 205- GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Densidad relativa (gravedad específica) OD	g/cm ³	2.67
2	Densidad relativa (gravedad específica) SSD	g/cm ³	2.70
3	Densidad relativa aparente (gravedad específica)	g/cm ³	2.75
4	Absorción	%	1.5

OD= Seco al horno, SSD=Saturada superficie seca.

Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GACNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20560076236
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892407

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Arena Chancada
Cantera : Varcáncel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-14

MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO MTC E 114-2000

MUESTRA	EQUIVALENTE DE ARENA (%)
Arena Chancada	65

Observaciones

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADOERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20508078235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407651

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892405

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Piedra Chancada
Cantera : Varcárcel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-14

MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO MTC E 210-2000

N°	Ensayo	Unidades	Resultados
1	Porcentaje de al menos una cara fracturada	%	100
2	Porcentaje de al menos dos cara fracturada	%	99

Nota :

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ORTEGA
ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 988 - 01 5407801

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892404

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Piedra Chancada
Cantera : Vancárcel - La quebrada
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-14

PARÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS MTC E 223

Nº	Información	Unidades	Resultados
1	Partículas chatas y alargadas en masa	%	5

Nota : Relación 1:3

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ORTEGA
ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20500076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407881

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892402

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : "Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024"
Muestra : Piedra chancada
Cantera : Varcárcel - La quebrada
Fecha recepción : 2024-05-07
Fecha ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-14

ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 MM (1 1/2")
MTC E 207-2000

DATOS DEL ENSAYO

Tamaño máximo nominal	3/4"
Gradación	"B"
Resultados (%)	20

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAJNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892419.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
 Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
 Muestra : Mezcla asfáltica
 Fecha de recepción : 2024-05-07
 Fecha de ensayo : 2024-05-20
 Fecha de emisión : 2024-05-29

**ENSAYO MARSHALL
 ASTM D-1559**

Nº DE BRIQUETA	Nº	1	2	3	Prom.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	4.50	4.50	4.50	4.5
2 % DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA (> N°4)	%	35.0	35.0	35.0	
3 % DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE MEZCLA (< N°4)	%	60.5	60.5	60.5	
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.0	0.0	0.0	
5 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm ³	1.000	1.000	1.000	
6 PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm ³	2.890	2.890	2.890	
7 PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm ³	2.670	2.670	2.670	
8 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm ³	0.00	0.00	0.00	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.20	6.20	6.10	
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1248.4	1249.0	1249.7	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1248.9	1250.1	1250.4	
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	730.0	730.0	730.0	
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm ³	518.9	520.1	520.4	
14 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm ³	2.406	2.401	2.401	2.403
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE)	g/cm ³	2.591			
16 % DE VACIOS	%	7.1	7.3	7.3	7.26
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³	2.747			
18 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³	2.801			
19 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%	0.71			
20 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%	3.82			
21 RELACIÓN POLVO/ASFALTO		0.89			
22 % DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	83.7	83.5	83.5	83.6
23 % DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	56.3	55.7	55.7	55.9
24 % VACIOS DEL AGREGADO MINERAL (V.M.A.)	%	16.3	16.5	16.5	16.4
25 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1100.0	1105.0	1050.0	1085.0
26 FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00	
27 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1100	1105	1050	1085
28 FLUJO	mm	2.8	2.7	2.8	2.8
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	3929	4093	3750	3924



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892419.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-20
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

Nº DE PROBETA	Nº	1	2	3	Prom.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.00	5.00	5.00	5.0
2 % DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA (> N°4)	%	34.8	34.8	34.8	
3 % DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE MEZCLA (< N°4)	%	60.2	60.2	60.2	
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	
5 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm3	1.000	1.000	1.000	
6 PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm3	2.890	2.890	2.890	
7 PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm3	2.670	2.670	2.670	
8 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm3	0.00	0.00	0.00	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.20	6.20	6.20	
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1246.1	1247.4	1248.4	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1247.1	1248.1	1249.2	
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	730.0	731.4	731.6	
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm3	517.1	516.7	517.6	
14 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm3	2.410	2.414	2.412	2.412
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE)	g/cm3		2.576		
16 % DE VACIOS	%	6.5	6.3	6.4	6.37
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm3		2.747		
18 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm3		2.809		
19 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%		0.81		
20 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%		4.23		
21 RELACIÓN POLVO/ASFALTO			0.98		
22 % DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	83.4	83.5	83.4	83.4
23 % DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	61.2	61.9	61.6	61.6
24 % VACIOS DEL AGREGADO MINERAL (V.M.A.)	%	16.6	16.5	16.6	16.6
25 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1321.0	1315.0	1305.0	
26 FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00	
27 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1321	1315	1305	1314
28 FLUJO	mm	3.0	2.9	3.0	3.0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	4403	4534	4350	4429



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892419.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-20
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	Nº DE PROBETA	Nº	1	2	3	Prom.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.50	5.50	5.50	5.5
2	% DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA (> N°4)	%	34.6	34.6	34.6	
3	% DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE MEZCLA (< N°4)	%	59.9	59.9	59.9	
4	% DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	
5	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm ³	1.000	1.000	1.000	
6	PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm ³	2.890	2.890	2.890	
7	PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm ³	2.670	2.670	2.670	
8	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm ³	0.00	0.00	0.00	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.20	6.20	6.20	
10	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1246.7	1247.8	1248.8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1247.2	1247.9	1249.4	
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	731.0	731.4	732.4	
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm ³	516.2	516.5	517.0	
14	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm ³	2.415	2.416	2.415	2.415
15	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE)	g/cm ³		2.556		
16	% DE VACIOS	%	5.5	5.5	5.5	5.50
17	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³		2.747		
18	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³		2.811		
19	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%		0.83		
20	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%		4.72		
21	RELACIÓN POLVO/ASFALTO			1.10		
22	% DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	83.1	83.1	83.1	83.1
23	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	67.4	67.5	67.4	67.5
24	% VACIOS DEL AGREGADO MINERAL (V.M.A.)	%	16.9	16.9	16.9	16.9
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1360.0	1370.0	1364.0	
26	FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00	
27	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1360	1370	1364	1365
28	FLUJO	mm	3.2	3.1	3.3	3.2
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	4250	4419	4133	4268



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892419.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-20
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL

ASTM D-1559

Nº DE PROBETA	Nº	1	2	3	Prom.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.00	6.00	6.00	6.0
2 % DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA (> N°4)	%	34.4	34.4	34.4	
3 % DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE LA MEZCLA (< N°4)	%	59.6	59.6	59.6	
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	
5 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm3	1.000	1.000	1.000	
6 PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm3	2.890	2.890	2.890	
7 PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm3	2.670	2.670	2.670	
8 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm3	0.00	0.00	0.00	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.20	6.20	6.20	
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1248.1	1247.9	1247.8	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1249.0	1248.5	1248.6	
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	733.4	734.1	733.9	
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm3	515.6	514.4	514.7	
14 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm3	2.421	2.426	2.424	2.424
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE)	g/cm3		2.521		
16 % DE VACIOS	%	4.0	3.8	3.8	3.86
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm3		2.747		
18 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm3		2.792		
19 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%		0.59		
20 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%		5.44		
21 RELACIÓN POLVO/ASFALTO			1.27		
22 % DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	82.8	83.0	83.0	82.9
23 % DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	76.8	77.8	77.5	77.4
24 % VACIOS DEL AGREGADO MINERAL (V.M.A.)	%	17.2	17.0	17.0	17.1
25 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1430.0	1421.0	1400.0	1417.0
26 FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00	
27 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1430	1421	1400	1417
28 FLUJO	mm	3.6	3.7	3.7	3.7
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	3972	3841	3784	3866



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892419.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-20
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

	Nº DE PROBETA	Nº	1	2	3	Prom.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.50	6.50	6.50	6.5
2	% DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA (> N°4)	%	34.2	34.2	34.2	
3	% DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE MEZCLA (< N°4)	%	59.3	59.3	59.3	
4	% DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	
5	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm3	1.000	1.000	1.000	
6	PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm3	2.890	2.890	2.890	
7	PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm3	2.670	2.670	2.670	
8	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm3	0.00	0.00	0.00	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.10	6.10	6.10	
10	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1247.4	1247.1	1247.8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1247.9	1247.9	1247.0	
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	738.0	738.4	737.7	
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm3	509.9	509.5	509.3	
14	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm3	2.446	2.448	2.450	2.448
15	PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE)	g/cm3		2.499		
16	% DE VACIOS	%	2.1	2.1	2.0	2.04
17	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm3		2.747		
18	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm3		2.790		
19	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%		0.56		
20	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%		5.97		
21	RELACIÓN POLVO/ASFALTO			1.39		
22	% DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	83.3	83.3	83.4	83.3
23	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	87.4	87.7	88.2	87.8
24	% VACIOS DEL AGREGADO MINERAL (V.M.A.)	%	16.7	16.7	16.6	16.7
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1350.0	1340.0	1365.0	
26	FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00	
27	ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1350	1340	1365	1352
28	FLUJO	mm	4.1	4.2	4.4	4.2
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	3293	3190	3102	3195



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20508076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892419.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-20
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

Nº DE PROBETA	Nº	1	2	3	Prom.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	7.00	7.00	7.00	7.0
2 % DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA (> N°4)	%	34.0	34.0	34.0	
3 % DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE MEZCLA (< N°4)	%	59.0	59.0	59.0	
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	
5 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm3	1.000	1.000	1.000	
6 PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm3	2.890	2.890	2.890	
7 PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm3	2.670	2.670	2.670	
8 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm3	0.00	0.00	0.00	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.10	6.10	6.10	
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1245.0	1245.1	1245.7	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1245.0	1245.7	1245.9	
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	740.2	740.6	740.1	
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm3	504.8	505.1	505.8	
14 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm3	2.466	2.465	2.463	2.465
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE)	g/cm3		2.491		
16 % DE VACIOS	%	1.0	1.0	1.1	1.05
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm3		2.747		
18 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm3		2.806		
19 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%		0.77		
20 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%		6.28		
21 RELACIÓN POLVO/ASFALTO			1.46		
22 % DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	83.5	83.5	83.4	83.5
23 % DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	94.0	93.7	93.2	93.6
24 % VACIOS DEL AGREGADO MINERAL (V.M.A.)	%	16.5	16.5	16.6	16.5
25 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1159.0	1170.0	1165.0	1164.7
26 FACTOR DE ESTABILIDAD		1.04	1.04	1.04	
27 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1205	1217	1212	1211
28 FLUJO	mm	4.4	4.3	4.3	4.3
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	2739	2830	2818	2796



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20508076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 965 - 01 5407861

Web: www.masterlem.com.pe

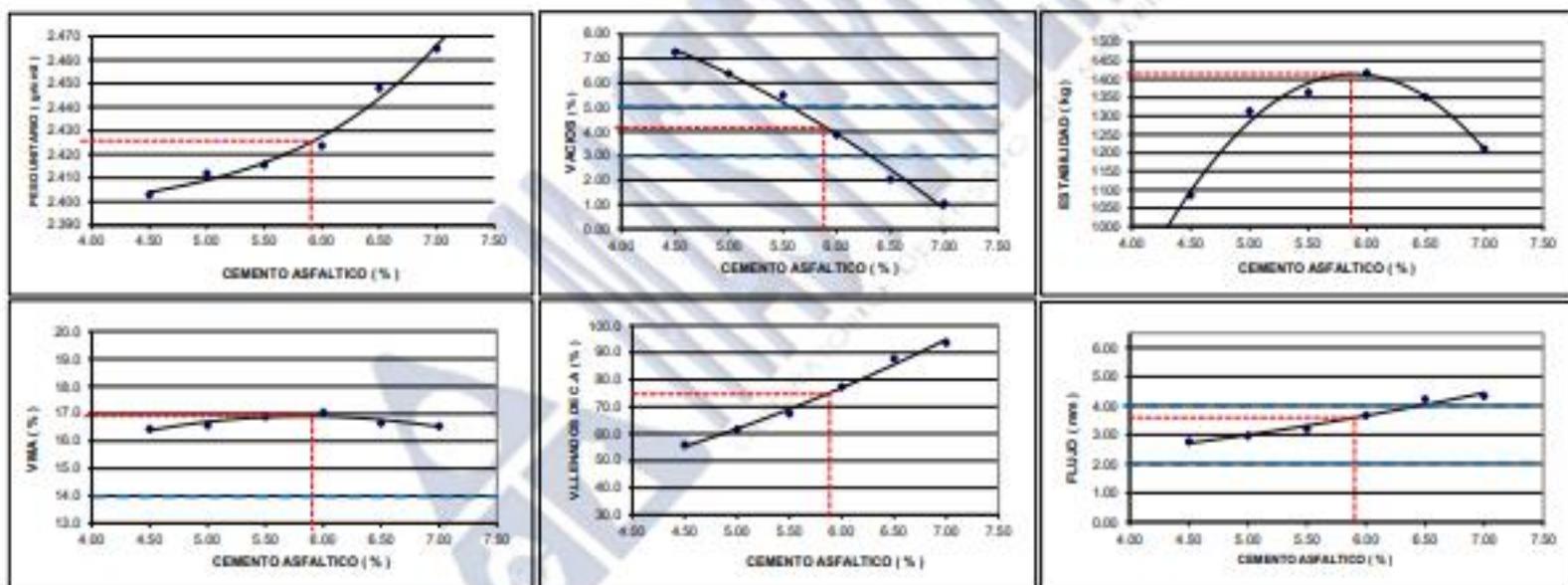
Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO DE24-892419.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ato 2024
Muestra : Mezcla asfáltica
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-28
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL ASTM D -1559





MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506078235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 965 - 01 5407861

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-8892419.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-20
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL ASTM D -1559

CRITERIOS DE DISEÑO

DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS DEL MÉTODO MARSHALL PARA MEZCLA ASFÁLTICA Y ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO SE INDICA LO SIGUIENTE:

TRÁFICO	Pesado
N° DE GOLPES POR CARA	75
ESTABILIDAD MÍNIMA	831 Kg
FLUJO	2 - 4 mm
PORCENTAJE DE VACÍOS EN LA MEZCLA RESPECTO AL VOLUMEN DEL ESPECIMEN	3 - 5 %
ESTABILIDAD/FLUJO Kg/cm	1700 - 4000
RELACION POLVO/ASFALTO	0.6 - 1.3

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO SE DETERMINA A PARTIR DEL ESTUDIO DE LAS CURVA DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE VS. CONTENIDO ASFÁLTICO:

CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO	5.90	%
NÚMERO DE GOLPES EN CADA LADO DEL ESPECIMEN	75	
ESTABILIDAD	1415	Kg
FLUJO	3.6	mm
VACÍOS DE AIRE EN LA MEZCLA	4.2	%
RELACION ESTABILIDAD / FLUJO	3931	Kg/cm
PESO UNITARIO	2.426	g/cm ³
RELACION POLVO/ASFALTO	1.2	
V.M.A.	16.9	%
VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO	75.0	%
CEMENTO ASFÁLTICO	5.9	%
AGREGADO GRUESO (36.6%)	34.4	%
AGREGADO FINO (63.4%)	59.7	%
MEZCLA DE AGREGADOS	94.1	%
CEMENTO ASFÁLTICO	5.9	%
MEZCLA ASFÁLTICA	100.0	%



RODRIGO
RODRIGO
INGENIERO CIVIL
CP. 28741



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892420.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica + 1.0% de carbonato de calcio
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

Nº DE PROBETA	Nº	1	2	3	Prom.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.90	5.90	5.90	5.90
2 % DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	34.07	34.07	34.07	
3 % DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE MEZCLA	%	59.03	59.03	59.03	
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.00	1.00	1.00	
5 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm ³	1.00	1.00	1.000	
6 PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm ³	2.89	2.89	2.89	
7 PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm ³	2.67	2.67	2.67	
8 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm ³	2.70	2.70	2.70	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.20	6.20	6.20	
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1247.1	1248.4	1247.9	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1248.0	1248.9	1248.1	
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	734.6	735.5	734.7	
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm ³	513.4	513.4	513.4	
14 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm ³	2.429	2.432	2.431	2.430
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE)	g/cm ³		2.532		
16 % DE VACIOS	%	4.06	3.96	4.00	4.01
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³		2.776		
18 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³		2.801		
19 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%		0.322		
20 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%		5.597		
21 RELACIÓN POLVO/ASFALTO			1.076		
22 % DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	82	82	82	82
23 % DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	77	77	77	77
24 % VACIOS DEL AGREGADO MINERAL	%	17.7	17.6	17.6	18
25 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1468	1481	1464	1471
26 FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00	
27 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1468	1481	1464	1471
28 FLUJO	mm	3.40	3.60	3.60	3.53
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	4318	4114	4067	4166



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0892420.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica + 1.5% de carbonato de calcio
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-29

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

Nº DE PROBETA	Nº	1	2	3	Prom.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.90	5.90	5.90	5.90
2 % DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	33.89	33.89	33.89	
3 % DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE MEZCLA	%	58.71	58.71	58.71	
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	1.50	1.50	1.50	
5 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm ³	1.00	1.00	1.000	
6 PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm ³	2.89	2.89	2.89	
7 PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm ³	2.67	2.67	2.67	
8 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm ³	2.70	2.70	2.70	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.20	6.20	6.20	
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1248.5	1247.9	1247.9	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1248.9	1248.7	1248.4	
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	735.1	735.1	734.5	
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm ³	513.8	513.6	513.9	
14 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm ³	2.430	2.430	2.428	2.429
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO (RICE)	g/cm ³		2.542		
16 % DE VACIOS	%	4.41	4.42	4.47	4.43
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³		2.791		
18 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³		2.814		
19 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%		0.294		
20 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%		5.624		
21 RELACIÓN POLVO/ASFALTO			1.004		
22 % DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	82	82	82	82
23 % DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	76	76	75	76
24 % VACIOS DEL AGREGADO MINERAL	%	18.1	18.1	18.1	18
25 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1471	1465	1460	1465
26 FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00	
27 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1471	1465	1460	1465
28 FLUJO	mm	3.70	3.60	3.80	3.70
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	3976	4069	3842	3962



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407061

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0092420.V3

Solicitante : Christian Farid Romero Capacyachi
Proyecto : Adición de carbonato de calcio para incrementar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente en Ate 2024
Muestra : Mezcla asfáltica + 3.0% de carbonato de calcio
Fecha de recepción : 2024-05-07
Fecha de ensayo : 2024-05-08
Fecha de emisión : 2024-05-29

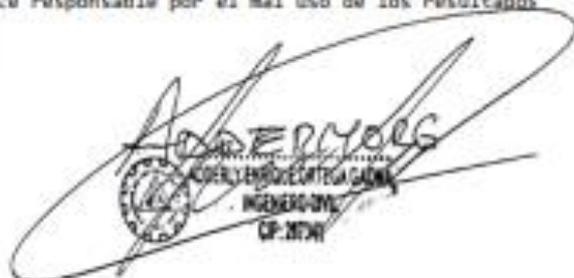
ENSAYO MARSHALL
ASTM D-1559

Nº DE PRÓBETA	Nº	1	2	3	Prom.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.90	5.90	5.90	5.90
2 % DE GRAVA TRITURADA EN PESO DE LA MEZCLA	%	33.34	33.34	33.34	
3 % DE ARENAS COMBINADAS EN PESO DE MEZCLA	%	57.76	57.76	57.76	
4 % DE FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	3.00	3.00	3.00	
5 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL CEMENTO ASFALTICO	g/cm ³	1.00	1.00	1.000	
6 PESO ESPECIFICO BULK DE LA GRAVA TRITURADA	g/cm ³	2.89	2.89	2.89	
7 PESO ESPECIFICO BULK DE LA ARENA	g/cm ³	2.67	2.67	2.67	
8 PESO ESPECIFICO APARENTE DEL FILLER	g/cm ³	2.70	2.70	2.70	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA	cm	6.20	6.10	6.20	
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE	g	1247.8	1247.7	1248.2	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA	g	1248.6	1248.2	1248.9	
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA	g	732.1	732.3	732.9	
13 VOLUMEN DE LA BRIQUETA	cm ³	516.5	515.9	516.0	
14 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	g/cm ³	2.416	2.418	2.419	2.418
15 PESO ESPECIFICO MAXIMO (RICE)	g/cm ³		2.561		
16 % DE VACIOS	%	5.67	5.56	5.55	5.59
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³		2.837		
18 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	g/cm ³		2.839		
19 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO	%		0.023		
20 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	%		5.878		
21 RELACION POLVO/ASFALTO			0.852		
22 % DEL VOLUMEN DEL AGREGADO/VOLUMEN BRUTO DE LA BRIQUETA	%	80	80	80	80
23 % DE VACIOS LLENADOS CON C.A.	%	71	72	72	72
24 % VACIOS DEL AGREGADO MINERAL	%	19.9	19.8	19.8	20
25 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1385	1400	1387	1391
26 FACTOR DE ESTABILIDAD		1.00	1.00	1.00	
27 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1385	1400	1387	1391
28 FLUJO	mm	4.10	4.30	4.30	4.23
29 RELACION ESTABILIDAD/FLUJO	kg/cm	3378	3256	3226	3286

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.




CHRISTIAN FARID ROMERO CAPACYACHI
INGENIERO CIVIL
CP. 1704

Anexo 5. Ficha técnica de cemento asfáltico PEN 60-70 Petroperú

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO		<i>Fecha efectiva:</i> Enero 2019		
TIPO DE PRODUCTO CEMENTO ASFÁLTICO		<i>Reemplaza edición de:</i> Enero 2014		
NOMBRE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MÍN.	MÁX.	ASTM	AASHTO
PENETRACIÓN, a 25°C, 100 g, 5 s, 0.1mm	60	70	D-5	T-49
VOLATILIDAD				
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-70	T-228
Punto de inflamación, Cleveland, copa abierta, °C	232		D-92	T-48
DUCTILIDAD a 25°C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51
SOLUBILIDAD, % masa	99.0		D-2042, D-7553	T-44
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA				
Prueba de calentamiento sobre película fina, 3.2 mm, 163°C, 5 horas:			D-1754	T-179
Pérdida por calentamiento, % masa		0.8		
Penetración retenida, % del original	52+		D-5	T-49
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	50		D-113	T-51
Índice de susceptibilidad térmica	-1.0	+1.0		Francés RLB
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	Reportar		D-2170	T-201
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	200		D-2170	T-201
REQUERIMIENTO GENERAL:	El cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá formar espuma al ser calentado a 175°C.			
OBSERVACIONES:				
(a) En concordancia con a Norma Técnica Peruana NTP 321.051 y con los estándares ASTM D 946 y AASHTO M-20.				

PANEL DE FOTOS

Recolección de conchas de abanico terminal pesquero vmt



Limpieza y eliminación de partículas impregnadas en las conchas



Secado en temperatura ambiente



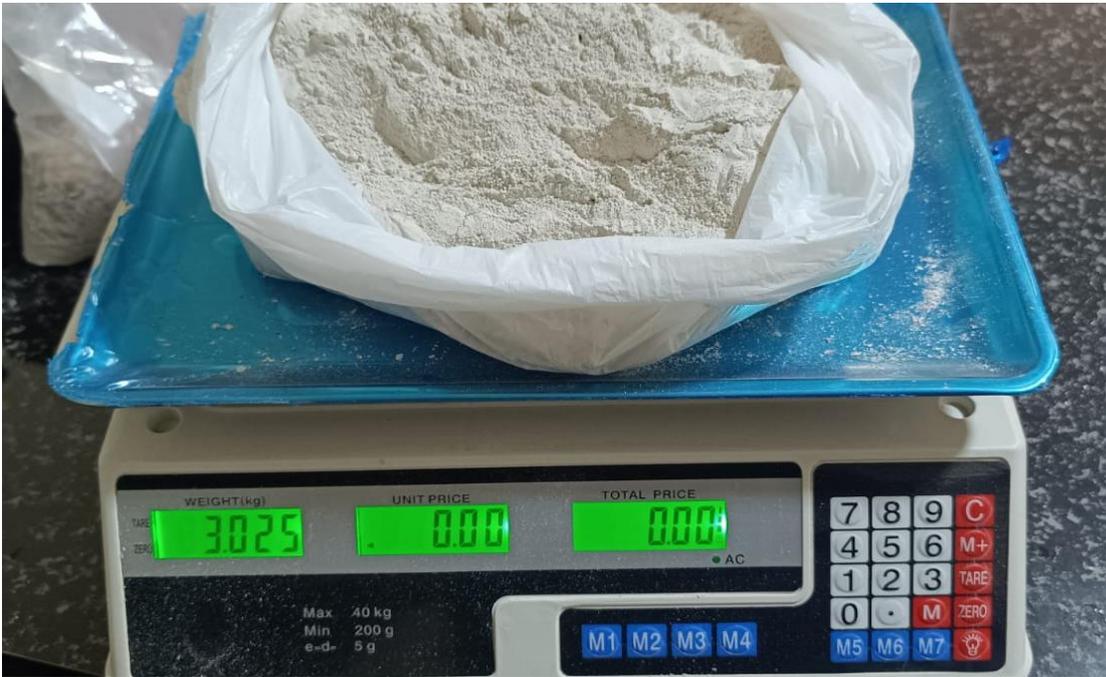
Secado en temperatura ambiente



Peso de material utilizado y Trituración manual de conchas de abanico



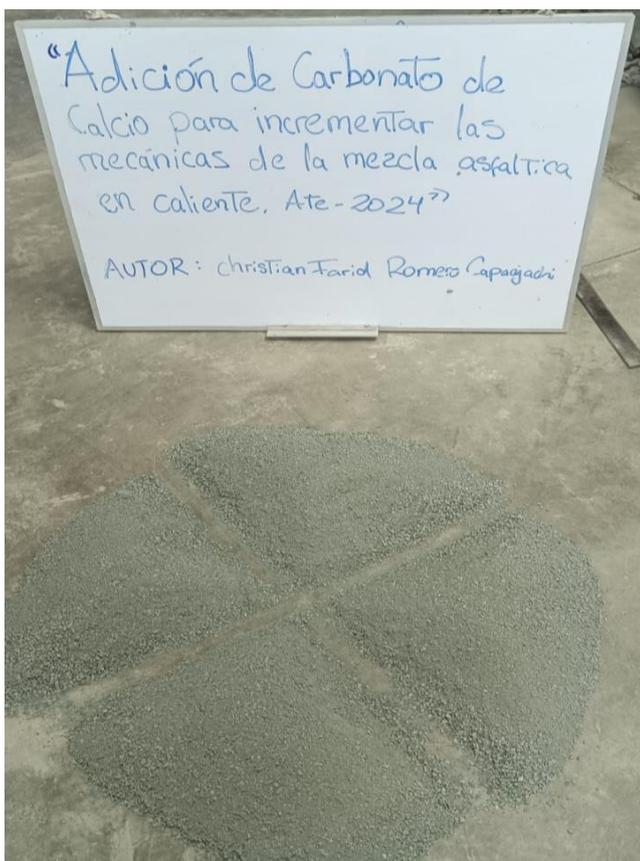
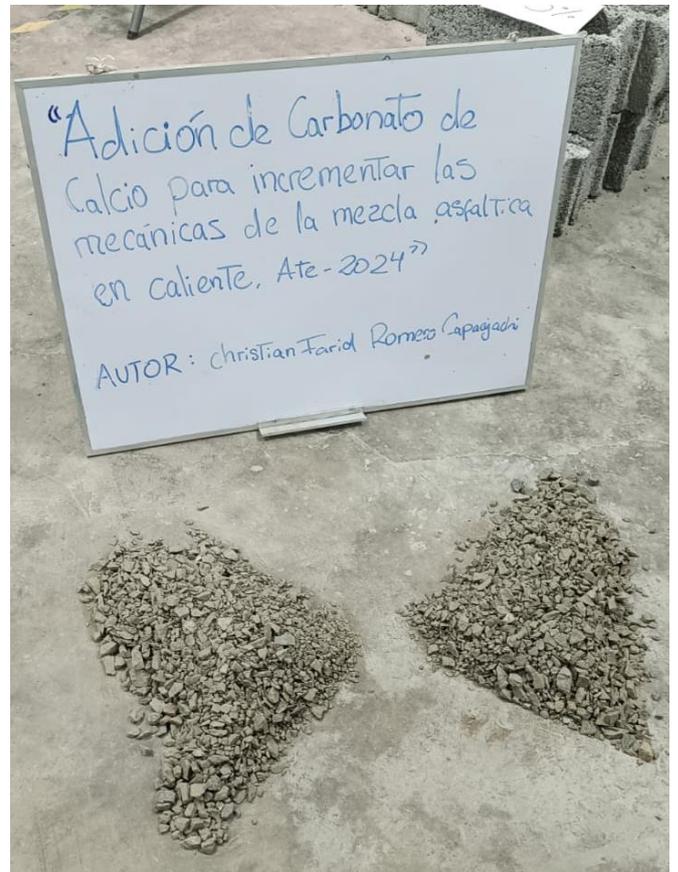
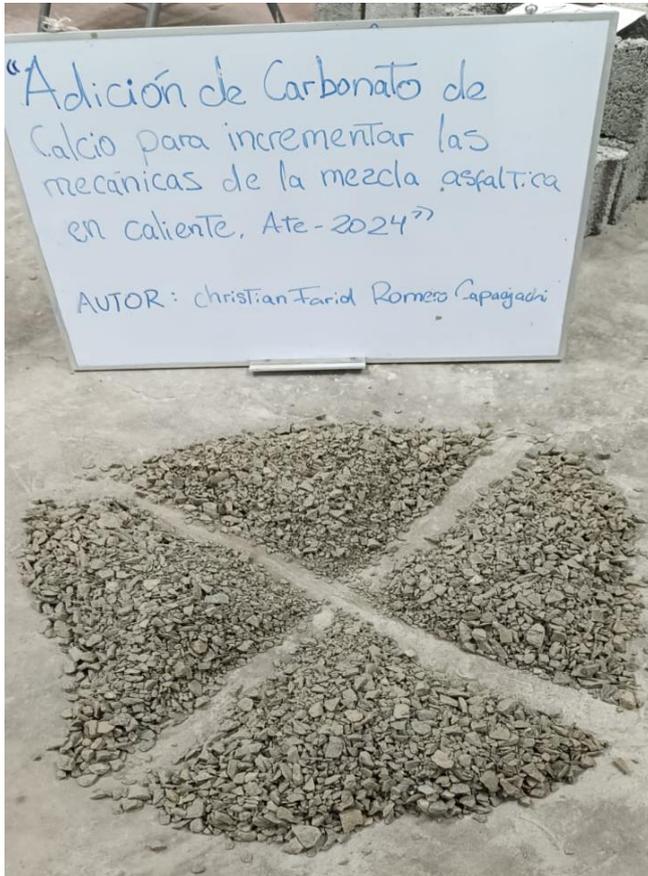
Peso de material utilizado y molienda manual de conchas de abanico



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 400.012 y Tamizado para filler con malla n° 140 de CaCo3



Cuarteo de agregados MTC E 105 muestras representativas, NTP 339.089



Ensayo de abrasión de los ángeles agregados gruesos MTC E 207 ASTM C-131 ASTM C-535

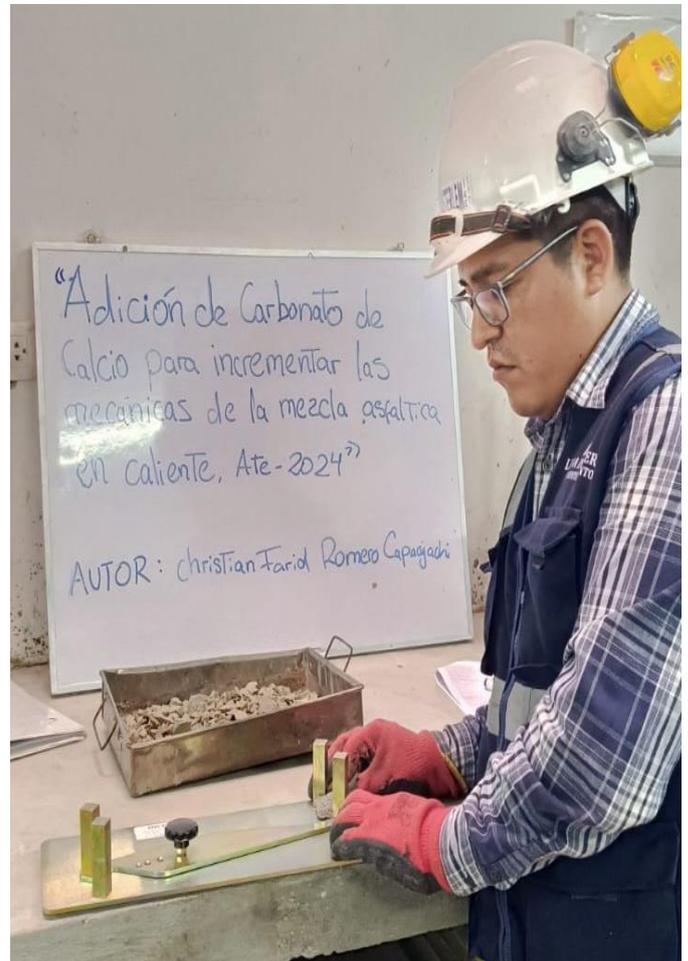
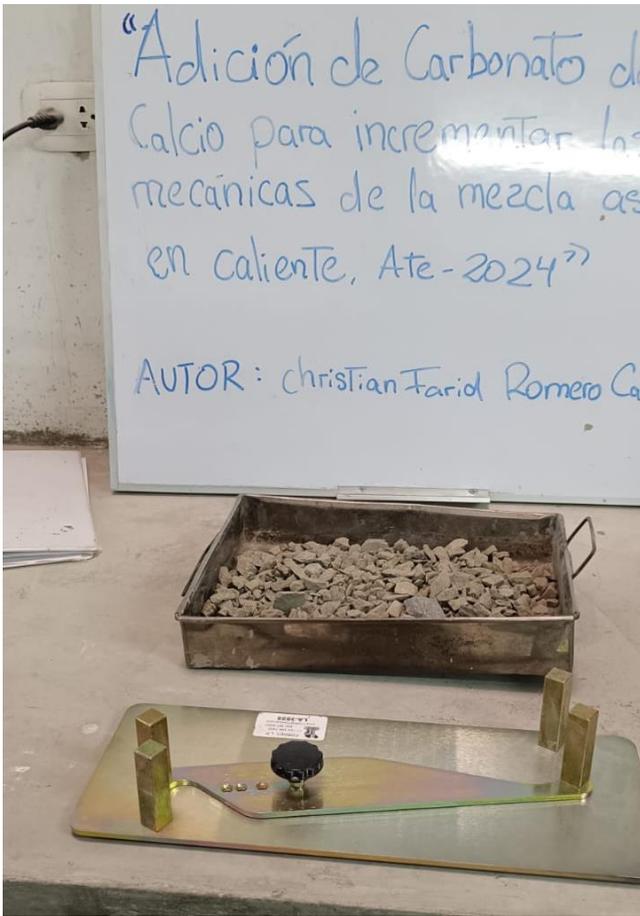


Equivalente de arena y agregados finos ASTM 2419



ENSAYOS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

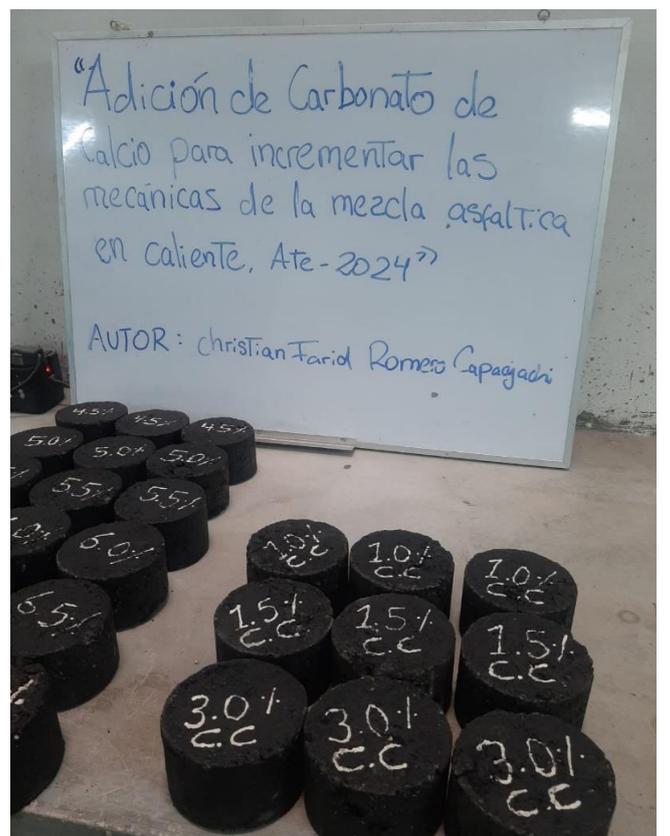
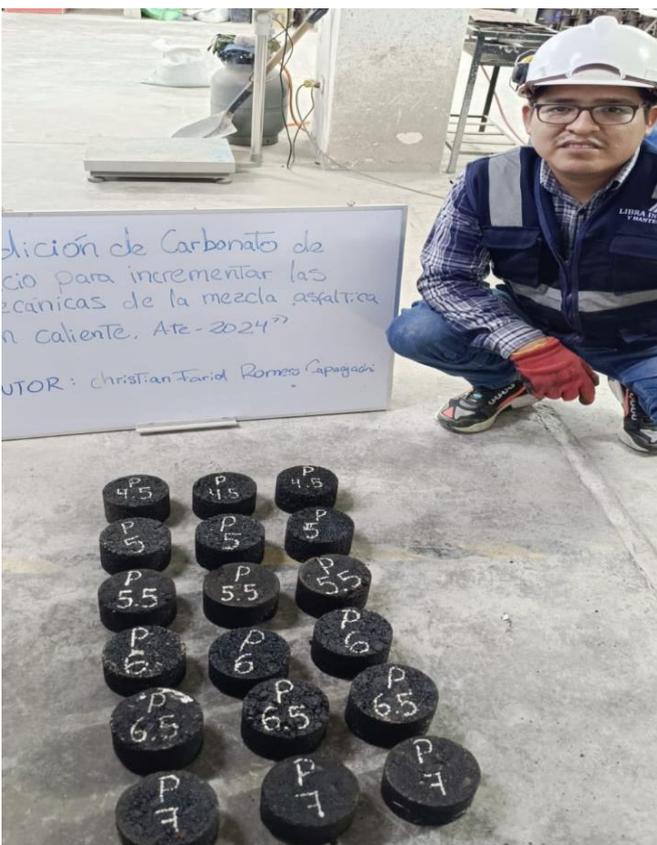
D4791- 2019



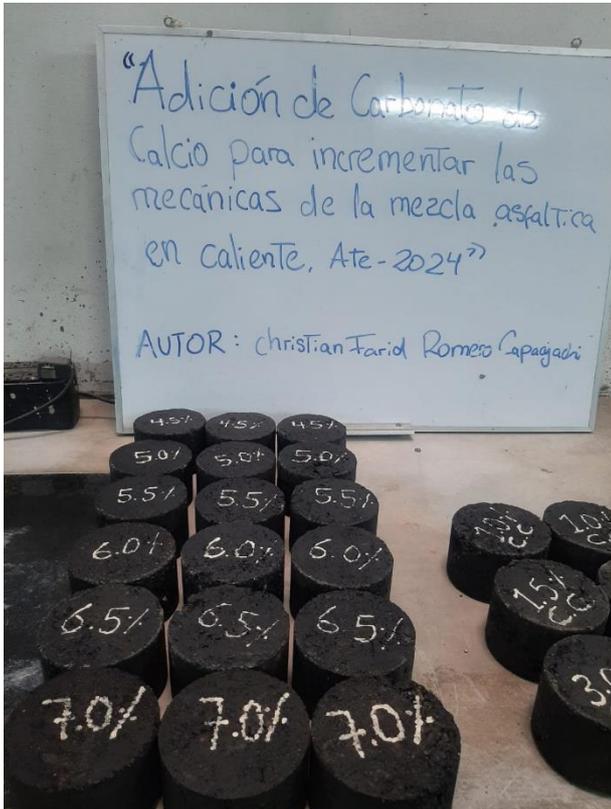
**DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ASTM D 1559,
combinación de los agregados y compactación de
briquetas 75 golpes por cada lado.**



DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ASTM D 1559, elaboración de briquetas e hidratación en baños maría a 60c°



DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ASTM D 1559, elaboración de briquetas e hidratación en baños maría a 60c°





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

LIMA, 11 de Julio del 2024

Siendo las 19:00 horas del 11/07/2024, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "Adición De Carbonato De Calcio Para Incrementar Las Propiedades Mecánicas De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Ate-2024", presentado por el autor ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID egresado de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
CHRISTIAN FARID ROMERO CAPACYACHI	(12)Aprobado

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado

Firmado electrónicamente por: LREQUIS
el 23 Jul 2024 13:31:59

LUIS VILLAR REQUIS CARBAJAL
PRESIDENTE

Firmado electrónicamente por:
LCLEMENTECO el 23 Jul 2024 13:31:41

LUIS JIMMY CLEMENTE CONDORI
SECRETARIO

Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF
el 23 Jul 2024 13:32:15

LEOPOLDO CHOQUE FLORES
VOCAL(ASESOR)

Código documento Trilce: TRI - 0806582

* Para Pre y posgrado los rangos de dictamen se establecen en el Reglamento de trabajos conducentes a grados y títulos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Yo, ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID identificado con N° de Documento N° 77131741 (respectivamente), estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, autorizo (X), no autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi Tesis: "Adición De Carbonato De Calcio Para Incrementar Las Propiedades Mecánicas De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Ate-2024".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según está estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

--

ATE VITARTE, 16 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID DNI: 77131741 ORCID: 0000-0001-8710-0028	Firmado electrónicamente por: CROMEROCA el 16-07- 2024 09:10:03

Código documento Trilce: INV - 1674720



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Adición De Carbonato De Calcio Para Incrementar Las Propiedades Mecánicas De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Ate-2024", cuyo autor es ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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, 09 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 11-07- 2024 16:47:12

Código documento Trilce: TRI - 0806584



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición De Carbonato De Calcio Para Incrementar Las Propiedades Mecánicas De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Ate-2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada 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 publicada, ni presentada 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 la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ROMERO CAPACYACHI CHRISTIAN FARID DNI: 77131741 ORCID: 0000-0001-8710-0028	Firmado electrónicamente por: CROMEROCA el 16- 07-2024 09:09:07

Código documento Trilce: INV - 1674718