



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia de la incorporación de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas
asfálticas en caliente, Lima-2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Arevalo Palomino, Harold (ORCID: 0000-0002-7639-9746)

Lucho Valle, Jhazmin Yesennia (ORCID: 0000-0002-5567-1667)

ASESOR:

Mg. Casusol Ibérico, German Fernando (ORCID: 0000-0001-7143-5026)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima-Perú

2019

Dedicatoria

Dedicamos nuestro trabajo de investigación a nuestros padres, hijos y a toda nuestra familia quienes estuvieron siempre para llevar a cabo todas nuestras metas para llegar a ser mejores personas y profesionales.

Agradecimiento

A nuestra institución, Universidad César Vallejo, y a la Escuela profesional de ingeniería Civil, por habernos dado la oportunidad de escalar en el campo del conocimiento.

A nuestro Director de Escuela Ing., por brindarnos grandes docentes que nos ayudaron a desarrollarnos intelectualmente durante nuestro proceso de formación.

A compañeros y amigos por compartir conocimientos, experiencias y anécdotas, vividas durante nuestra etapa de formación.

Página del Jurado

Página del Jurado

Declaración de autenticidad

Nosotros, Harold Arevalo Palomino, con DNI 75303977 y Jhazmin Yessenia Lucho Valle, con DNI 72782818, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

Por tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, diciembre del 2019



AREVALO PALOMINO HAROLD

DNI 75303977



LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA

DNI 72782818

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaración de autenticidad.....	vi
Índice	vii
Resumen	x
Abstract.....	xi
I. Introducción	1
II. Método	16
2.1. Tipo y diseño de investigación	16
2.2. Variables, Operacionalización	16
2.3. Población, muestra y muestreo.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	19
2.5. Procedimiento	19
2.5. Método de Análisis de datos	20
2.6. Aspectos éticos.....	20
III. Resultados.....	22
IV. Discusión.....	38
V. Conclusiones.....	40
VI. Recomendaciones	42
VII. Referencias.....	48
VIII. Anexos	49
Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis.....	145
Pantallazo del Software Turnitin.....	147
Autorización para la Publicación de la Tesis.....	148
Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación.....	149

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	17
Tabla 2. Número de Briquetas del proyecto	18
Tabla 3. Análisis granulométrico de poliestireno	22
Tabla 4. Parámetros de agregados para mezcla asfáltica	24
Tabla 5. Granulometría de agregados	25
Tabla 6. Análisis de agregados con poliestireno	27
Tabla 7. Resumen de Ensayos de Calidad	28
Tabla 8. Insumos del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	29
Tabla 9. Dosificación para el Diseño Marshall	29
Tabla 10. Resultados Ensayo Marshall Mezcla Asfáltica Convencional	30
Tabla 11. Insumos del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada	30
Tabla 12. Dosificación 1 para el Diseño Marshall Modificado	31
Tabla 13. Resultados Ensayo Marshall 0.2% de Poliestireno	31
Tabla 14. Dosificación 2 para el Diseño Marshall Modificado	31
Tabla 15. Resultados Ensayo Marshall 0.3% de Poliestireno	32
Tabla 15. Dosificación 3 para el Diseño Marshall Modificado	32
Tabla 17. Resultados Ensayo Marshall 0.5% de Poliestireno	32
Tabla 18. Mezcla Asfáltica convencional Vs. Mezcla Asfáltica con 0.3% poliestireno	33
Tabla 19. Cantidad de material por m ³	37
Tabla 20. Índice de Plasticidad (malla N° 40 – N° 200)	56
Tabla 21. Equivalente de arena	56
Tabla 22. Parámetros Equivalente de Arena	57
Tabla 23. Tabla Peso específico y absorción	57
Tabla 24. Resultados de Ensayo de Abrasión	58
Tabla 25. Parámetros Abrasión de los Ángeles	59
Tabla 26. Resultados Ensayo de Sales solubles en agregados	59
Tabla 27. Resultados Ensayo de Caras Fracturadas	59
Tabla 28. Parámetros Ensayo Caras Fracturadas	60
Tabla 29. Resultados Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas	60
Tabla 30. Parámetro de Partícula Chatas y Alargadas	61

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Perlas de poliestireno expandido	6
<i>Figura 2.</i> Curva granulométrica de Poliestireno	23
<i>Figura 3.</i> Curva granulométrica de gradación de agregados.....	26
<i>Figura 4.</i> Curva granulométrica gradación de agregados 2	27
<i>Figura 5.</i> Estabilidad Vs. Tipo de Mezcla Asfáltica	34
<i>Figura 6.</i> Contenido de Vacíos Vs. Tipo de Mezcla Asfáltica.....	34
<i>Figura 7.</i> Fluencia Vs. Tipos de Mezcla Asfáltica.....	35
<i>Figura 8.</i> Peso específico Vs. Tipo de Mezcla Asfáltica	36
<i>Figura 9.</i> Rigidez Marshall Vs. Tipo de Mezcla Asfáltica	36
<i>Figura 10:</i> Tamizado de agregado grueso.....	128
<i>Figura 11:</i> Cuarteo de agregado grueso para obtener muestra	128
<i>Figura 12:</i> Tamizado de agregados gruesos y finos.....	128
<i>Figura 13:</i> Aparato Casagrande	129
<i>Figura 14:</i> Golpes hasta cerrar la ranura abierta.....	129
<i>Figura 15:</i> Ranura de muestra parcialmente cerrada	129
<i>Figura 16:</i> Vertiendo la última muestra de arena al cilindro	130
<i>Figura 17:</i> Muestras de arena en cilindro graduado.....	130
<i>Figura 18:</i> Agitando el cilindro de arena por 45 ± 1 s	130
<i>Figura 19:</i> Insertación de tubo de irrigación al cilindro de plástico	130
<i>Figura 20:</i> Especímenes para la obtención del equivalente de arena.....	131
<i>Figura 21:</i> Eliminando burbujas de aire para obtener peso específico	131
<i>Figura 22:</i> Agitando el frasco en la maquina.....	131
<i>Figura 23:</i> Después de enfriar a temperatura ambiente	132
<i>Figura 24:</i> Agregado grueso listo para el ensayo de abrasión	132
<i>Figura 25:</i> Máquina de los ángeles para ensayo de abrasión.....	132
<i>Figura 26:</i> Tamizado de poliestireno expandido	133
<i>Figura 27:</i> Perlas de poliestireno expandido.....	133
<i>Figura 28:</i> Calentando el cemento asfáltico a temperatura.....	133
<i>Figura 29:</i> Incorporación cemento asfáltico a los agregados.....	134
<i>Figura 30:</i> Briquetas (15unid.)	134
<i>Figura 31:</i> Muestra para comenzar el ensayo Marshall	134
<i>Figura 32:</i> Temperar el agua a 25°C para luego sumergir las briquetas.....	135
<i>Figura 33:</i> Peso de Briquetas saturada superficialmente seco en aire	135
<i>Figura 34:</i> Briquetas superficialmente saturadas	135
<i>Figura 35:</i> Equipo para baño María	136
<i>Figura 36:</i> Briquetas en baño María	136
<i>Figura 37:</i> Prensa de compresión para briquetas lista para la rotura	136
<i>Figura 38:</i> Briquetas después del ensayo de rotura	136

Resumen

Nuestra presente investigación “Influencia de la incorporación de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Lima-2019” tuvo como objetivo general determinar el porcentaje óptimo de la incorporación de poliestireno para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente. En el contenido de nuestra investigación se utilizó los agregados pétreos de la cantera “LA GLORIA” y el cemento asfáltico PEN 60/70 de “REPSOL”, estos materiales fueron procesados y ensayados de acuerdo a las especificaciones del MTC (EG-2013).

Nuestro trabajo de investigación corresponde a un diseño Pre Experimental, tipo Aplicada, Método científico, enfoque Cuantitativo, Nivel Exploratorio. La población hace referencia a los fenómenos relacionados a las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas y la muestra está comprendida por 60 especímenes ensayados en el laboratorio de la Dirección de Estudios Especiales del MTC, con un muestreo No Probabilístico por conveniencia. El método de observación fue directo y se utilizó fichas técnicas para la recolección de datos para obtener los resultados, los cuales fueron obtenidos por medio de la elaboración de ensayos y mediante un análisis técnico para interpretarlos.

Realizamos ensayos de calidad a nuestros agregados pétreos (finos y gruesos), cemento asfáltico y a las mezclas asfálticas para así verificar y determinar la mejora de las propiedades mecánicas que existe en la incorporación de poliestireno. Luego, para obtener los resultados, realizamos ensayos Marshall de una mezcla asfáltica convencional y 3 ensayos Marshall adicionales incorporando Poliestireno. Los resultados óptimos de nuestras mezclas asfálticas se obtuvieron al incorporar 0.3% de poliestireno en relación la mezcla con una estabilidad, fluencia, contenido de vacíos y rigidez de 1610.8kg, 4.4mm, 4.0% y 3698kg/cm respectivamente, al ser comparadas con la mezcla convencional con valores de 1538.4kg, 4.4mm, 4.1% y 3517kg/cm respectivamente.

Palabras claves: Poliestireno, Mezcla asfáltica en caliente, Marshall, Estabilidad, Flujo, densidad y contenido de vacíos

Abstract

Our present research "Influence of the incorporation of polystyrene on the mechanical properties of hot asphalt mixtures, Lima-2019" had as a general objective to determine the optimal percentage of the incorporation of polystyrene to improve the mechanical properties of hot asphalt mixtures. In the content of our research we used the stone aggregates of the quarry "LA GLORIA" and the PEN 60/70 asphalt cement of "REPSOL", these materials were processed and tested according to the specifications of the MTC (EG-2013).

Our research work corresponds to a Pre Experimental design, Applied type, Scientific method, Quantitative approach, Explanatory Level. The population refers to the phenomena related to the mechanical properties of asphalt mixtures and the sample is comprised of 60 specimens tested in the laboratory of the Directorate of Special Studies of the MTC, with a non-probability sampling for convenience. The observation method was direct and technical data sheets were used to obtain the results, which were obtained through the elaboration of tests and a technical analysis to interpret them.

We perform quality tests on our stone aggregates (thin and thick), asphalt cement and asphalt mixtures in order to verify and determine the improvement of the mechanical properties that exists in the incorporation of polystyrene. Therefore, to obtain the results we perform Marshall tests of a conventional asphalt mixture and 3 additional Marshall tests incorporating Polystyrene. The optimal results of our asphalt mixtures were obtained by incorporating 0.3% polystyrene in relation to the mixture with a stability, creep, void content and stiffness of 1610.8kg, 4.4mm, 4.0% and 3698kg / cm respectively, when compared to the conventional mixture with values of 1538.4kg, 4.4mm, 4.1% and 3517kg / cm respectively.

Keywords: Polystyrene, Hot asphalt mix, Marshall, Stability, Flow, density and void content.

I. Introducción

En la actualidad, las mezclas asfálticas convencionales se degeneran prematuramente ocasionando segregación del pavimento asfáltico, la cual ocurre de la separación de agregado grueso y agregado fino de la mezcla asfáltica en la cual presenta problemas de durabilidad, rugosidad y deterioro que hace que la vida útil del pavimento disminuya. La mezcla asfáltica también puede presentar agrietamiento, deformaciones plásticas, textura superficial inadecuada, exudaciones. Esto puede deberse a la granulometría con excesivo agregado fino, exceso de ligante en superficie, contaminación en la superficie, etcétera.

Además de los problemas antes mencionados, existen problemas medioambientales. Uno de ellos son los desechos de poliestireno expandido, ya que, si no cuenta con un adecuado reciclado, estas van al océano y son los principales causantes de muertes de animales marítimos; por ello decidimos realizar nuestra mezcla asfáltica modificada con dicho material ya que aporta en gran parte al comportamiento a la fatiga, aumenta la adhesividad agregado-ligante, mejora la flexibilidad y la elasticidad a bajas temperaturas, aumenta la cohesión interna, aumenta la resistencia al envejecimiento de la mezcla asfáltica y aporta con el cuidado del medio ambiente.

En el Perú, el Ministerio del ambiente inició el proceso participativo que busca recibir un Reglamento de la ley que tenga como objetivo plantear un marco en el Perú con la finalidad de aportar en los derechos que tiene un ciudadano para un ambiente adecuado con su calidad de vida, reduciendo el impacto ambiental hacia el área marina, flora y fauna de estos contaminantes y otros, sobre todo en nuestra salud como el medio ambiente. (Ley N° 30884,2018)

El presente trabajo de investigación se refiere a la incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas a fin de obtener resultados positivos, asimismo identificar la mejora de la resistencia a la deformación, así como también la ventaja económica ante una mezcla asfáltica convencional.

Con la finalidad de poder conocer y de recolectar información sobre la variable de nuestro trabajo de investigación, se ha estudiado diversos trabajos, dentro de ellos podemos destacar lo siguiente:

En el contexto Internacional: Rondón, Rodríguez y Moreno (2007). Resistencia mecánica evaluada en el ensayo Marshall de mezclas densas en caliente elaboradas con asfaltos modificados con desechos de Policloruro de vinilo (Pvc), Polietileno de alta densidad (Pead) y Poliestireno (Ps). *Revistas de Ingeniería Universidad de Medellín*. Vol. 6, N°11, pp. 91-104. Esta investigación tuvo como finalidad evaluar la variación de la resistencia mecánica de las mezclas asfálticas modificadas en caliente por vía húmeda con desechos del tipo plastómeros. Los resultados obtenidos fueron.

- La estabilidad y rigidez de una mezcla modificada con PVC con proporción en relación a la muestra del 1.0%, presentan valores mayores con un contenido de asfalto de 5.5 o 6.0 %, obteniéndose 2202kg y 550.6kg/mm respectivamente.
- En la mezcla modificada con PEAD los valores de estabilidad son inferiores a una mezcla convencional; sin embargo, aumentó la resistencia a la deformación ya que el flujo disminuyó hasta en un 41% con la proporción de 1.1% de PEAD en relación al contenido de asfalto y contenido de asfalto de 6.0% en relación al bitumen.
- El mejor resultado con Poliestireno se obtuvo con el 6.0% de cemento asfáltico: la estabilidad mejoró considerablemente en un 58.4% y la rigidez en un 64.3%, con la proporción del 1.5% de Poliestireno en relación al contenido de asfalto.

Figuroa, Fonseca, Amaya y Prieto (2008). Contrastación entre el asfalto modificado con poliestireno y llanta triturada empleando dos métodos de mezclado. *Épsilon Revista de las Facultades de Ingeniería*. N°10, pp. 67-79. El propósito de la investigación es modificar la mezcla asfáltica con icopor y caucho y mejorar su

desempeño. En el proceso de modificación se utilizó el dispensador de asfalto para homogeneizar la mezcla, se calentó el cemento asfalto a 135°C para colocar el poliestireno y elevándose a 180°C para colocar el caucho triturado, tiempo de mezclado 30 minutos a 2400 rpm (rango de temperatura 180°C-200°C). Los resultados arrojaron que existe una mayor ductilidad (100cm) incorporando 1% de poliestireno y 16% de caucho en relación al contenido de asfalto a una temperatura de 180 ° C. Además, se apreció que un asfalto de penetración 80-100 brinda mayor impermeabilidad, flexibilidad y durabilidad al asfalto, el valor del peso específico obtenido es 1.008 gr/cm³ brindado una mejor dilución al material. Para terminar, se concluyó que la incorporación de poliestireno y caucho triturado al cemento asfáltico brinda una mayor resistencia a la deformación con las características ya mencionadas y el proceso adecuado de la mezcla.

Fernández y Ruiz (2018) en su tesis titulada “Mezcla asfáltica modificada con poliestireno por vía seca” para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Pontificia Universidad Católica de Ecuador. Nos demuestra mediante pruebas de laboratorio una comparación de las propiedades mecánicas de una mezcla modificada con poliestireno y una mezcla asfáltica convencional. El contenido de poliestireno aplicado en las muestras fue de 10%, 20%, 30% y 40% en relación al volumen del bitumen, contenido de asfalto de 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%, 7.0% y método aplicado fue el Marshall. Los resultados obtenidos indicaron que la gravedad específica, abrasión, equivalente de arena y resistencia de los sulfatos realizados a los agregados pétreos están en los parámetros permitidos y el cemento asfáltico aplicado fue el tipo AC-20. Además, el porcentaje óptimo de asfalto obtenido fue de 5.8%, la estabilidad máxima obtenida en los ensayos fue con un porcentaje del 25% de poliestireno en relación a la mezcla patrón, logrando aumentar la resistencia en un 22% en comparación a una mezcla patrón. El flujo y los porcentajes de vacíos (VA) de las mezclas modificadas no variaron significativamente, por lo que se concluye que la adición de poliestireno no afecta la capacidad del pavimento para reducir deformaciones, pero sí aumenta la resistencia bajo carga pesadas.

Forigua y Pedraza (2014) en su tesis titulada “Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos” para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia. Esta investigación pretende

mejorar las propiedades de durabilidad de mezclas asfálticas adicionando desperdicios plásticos en comparación de una mezcla asfáltica convencional, por los cuales se realizaron por el método Marshall aumentando de un 0.1% la relación de desperdicios plásticos con respecto a la muestra hasta obtener mejores características y se ensayaron 15 probetas. Como conclusión, se obtuvo un porcentaje óptimo de asfalto de 6.73%, el porcentaje óptimo de plásticos fue de 0.4% en relación a la muestra y, además, se obtuvo una estabilidad máxima de 2591.06Lb. El flujo se mantiene constante mientras que el peso unitario obtenido es de 2256Ton/m³, lo que demuestra una mejora significativa en la módulo rigidez de la mezcla, obteniéndose como resultado 388.71kg/m². De esta forma se evidencia la mejora de las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica modificada mediante la adición de polímeros.

Prada, Rondón, Gonzáles y Reyes (2010). Comportamiento de dos mezclas asfálticas venezolanas en caliente, modificadas con desecho de policloruro de vinilo. Revista Ciencia e Ingeniería. Vol. 31, N°2, pp.119-124. La investigación demuestra los resultados al ensayar dos mezclas asfálticas en caliente vía húmeda modificadas con polímeros tipo policloruro de vinilo (PVC). Mediante los ensayos Marshall se obtuvo el comportamiento a comparación de una mezcla convencional sin adición, además se realizaron ensayos como viscosidad, penetración, punto de ablandamiento. Los resultados arrojaron que el porcentaje óptimo de asfalto es de 5.5%, contenido óptimo de PVC 1.5% en relación al contenido de asfalto, en los valores de estabilidad y flujo mejoras significativas en un 73% y 49% respectivamente, como también hubo una mejora en su rigidez de hasta un 31.5% y, por último, las deformaciones permanentes de la mezcla disminuyeron en un 28% cuando se modificaron con PVC. Se evidenció que cuando se modifica la mezcla asfáltica con desecho PVC tiende a ser rígido, pero a bajas temperatura pueden tener un comportamiento frágil, por ello tiene un mayor desempeño en climas cálidos.

Nacional: Dávalos (2015) en su tesis titulada “Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: Poliestireno expandido” para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional De San Agustín. Nos muestra como mejoran las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica adicionando perlas de poliestireno expandido por el Método Marshall, se adicionó muestras con el 20% y

40% de poliestireno en relación al contenido de asfalto a una temperatura de 180°-210°C, 18 probetas de 10cm de altura, muestras de 1.2kg, 4 litros de cemento asfáltico (1galón), temperatura de cemento asfáltico y agregados a 140°C. Como conclusión se obtuvo que la estabilidad con poliestireno de 20% en relación al contenido de asfalto, aumenta en un 60% obteniendo 806.17kg y un flujo de 2.63mm, considerando un contenido de asfalto de 4.8%.

Paucarmayta y Santa Cruz (2017) en su tesis titulada “Análisis comparativo de la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos y costos de una mezcla asfáltica tradicional con porcentajes de cal, respecto a una mezcla asfáltica modificada con Polímero, fabricada con materiales de la planta de asfalto de la Municipalidad del Cusco” para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Andina del Cusco. La investigación nos muestra el análisis comparativo de estabilidad, porcentaje de aire y flujo de una mezcla asfáltica convencional en caliente con un porcentaje óptimo de CAL y mezclas asfálticas modificadas con polímeros Estireno-Butadieno-Estireno (SBS), el cemento asfáltico utilizado en ambos casos es 85/100 PEN y el método utilizado fue Marshall. Los resultados obtenidos fueron precisos, las propiedades mecánicas de la mezcla modificada con polímero fueron superiores a la convencional ya que la estabilidad, flujo y porcentajes de vacíos mejoran en un 54.12%, 60.02% y 34.04 respectivamente, con un contenido óptimo de asfalto del 5.5% y la proporción de Estireno-Butadieno-Estireno 1.5% en relación al contenido de asfalto.

En la presente investigación, estamos considerando los siguientes planteamientos teóricos:

-Incorporación de Poliestireno en mezclas asfálticas

La incorporación de poliestireno expandido en mezcla asfáltica, denominado como proceso por vía seca, se incorpora a la mezcla asfáltica en reemplazo del agregado fino, en el cual se adicionará el 0.2%; 0.3%; 0.5% de poliestireno expandido en relación al contenido de asfalto para el estudio, lo cual pretende demostrar la mejora a la mezcla aportando mayor estabilidad y mejora en la deformación.

Poliestireno expandido; también llamado en Perú Tecnopor, viene a ser un polímero termoplástico que tiene como componente un 98% de aire y 2% de poliestireno,

además es un material económico y, si no cuenta con una adecuada disposición final como desecho, puede tardar en degradarse entre 70 a 100 años.

Este material termoplástico es muy usado en procesos constructivos actualmente, ya que, por su bajo contenido de densidad, permite aminorar esfuerzos tomando en cuenta la parte estructural para donde se emplee el Tecnopor. Un ejemplo claro lo tenemos en el uso de Tecnopor en placas como juntas entre dos elementos estructurales, de esta forma disipamos futuras fallas estructurales. Además, también son usadas en losas aligeradas para bajar la densidad. Tenemos muchos ejemplos en el campo de construcción donde es utilizado el poliestireno expandido y se refleja optimizando resultados debido a sus características, sin embargo, ha sido poco aprovechado estas características en el campo de infraestructura vial.



Figura 1. Perlas de poliestireno expandido

Fuente: <https://es.made-in-china.com/>

-Propiedades del Poliestireno

Densidad: Según Herrera “Es extraordinariamente ligero, pese a ello es resistente. Su densidad se sitúa en el intervalo que va desde los 10kg/m³ hasta los 35kg/m³.” (2015, p.19)

Esta propiedad es el principal motivo por la que el poliestireno expandido es utilizado en muchos procesos constructivos y, además, es considerado como un material de relleno ligero para la elaboración de diversos muebles del hogar.

Resistencia a la compresión: Según Herrera “Capacidad del material termoplástico de resistir esfuerzos de compresión, es decir, fuerzas que intenten comprimirlo.” (2015, p.19)

Tiene una buena resistencia a la compresión por su comportamiento elástico que disipa una cierta cantidad de cargas que intenten comprimirlo.

Resistencia mecánica: Según Herrera “Existe una relación entre la densidad y la resistencia mecánica.” (2015, p.20)

Aislamiento térmico: Según Herrera “Excelente capacidad de aislamiento térmico, ya que su estructura está conformada de aire incluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno.” (2015, p.20)

Esta propiedad se toma en cuenta para aislar el calor en su uso en construcción como, por ejemplo, en losas aligeradas y en placas.

Comportamiento al agua y vapor de agua: Según Herrera “No es higroscópico, esto quiere decir que no absorbe grandes cantidades de agua, lo cual lo lleva a tener un 1% a 3% de nivel de absorción.” (2015, p.24)

Estabilidad frente a la temperatura: el poliestireno expandido presenta variaciones ante la acción térmica.

-Mezcla Asfáltica en Caliente

También llamada mezcla bituminosa o bitumen en caliente, se caracteriza como una combinación de áridos con polvo mineral acompañado de un ligante. Las proporciones relativas de los áridos y los ligantes delimitan las propiedades físicas del bitumen.

El proceso de una mezcla asfáltica preparada en laboratorio es obtener su desempeño a través de un estudio.

Este debe orientar a las características principales del bitumen y cómo influyen en el comportamiento que esta puede tener. A continuación, definiremos las principales características de una muestra de mezcla asfáltica:

Densidad de la mezcla: Parra sostiene que “este valor es sumamente importante ya que sus valores están sujetos a su composición, cantidad de agregados y los materiales del aglutinante.” (2018, p.44)

Vacíos de aire: Parra sostiene: “Vacíos que existen entre partículas del agregado en una mezcla asfáltica, y están relacionadas al deslizamiento de agua, los ruidos y pulverizaciones del agregado.” (2018, p.22)

Vacíos del agregado mineral: Corbacho afirma que “vacíos que existe entre el agregado de la mezcla asfáltica de la pavimentación que ya tuvo una compactación, a estos sumándole el contenido efectivo de asfalto y los vacíos de aire.” (2019, p.22)

El espacio accesible que tendrá para las películas de asfalto se caracteriza por el nivel de vacíos en el agregado mineral total.

Las cualidades básicas para el agregado mineral demuestran que cuanto más gruesa es la película asfáltica que cubre los agregados, más se extiende la vida útil de la mezcla.

Contenido de asfalto: Para definir el contenido de asfalto y su importancia, Sánchez sostiene al respecto que “Líquido bituminoso semisólido que son hidrocarburos y provienen de depósitos naturales.” (2006, p.42)

Por lo general, el contenido de asfalto está delimitado a ciertos ensayos preliminares para su uso en pavimentos, por ello está clasificado según sus características.

-Propiedades consideradas en el diseño de mezclas asfálticas

Las propiedades que se consideran a un diseño están relacionadas a todos los factores que influyen en las características y al comportamiento de la mezcla asfáltica.

Además, estas se encuentran delimitadas de acuerdo a la calidad de la misma y de las que la componen, en este caso de los agregados y del cemento asfáltico.

Las propiedades Mecánicas de las mezclas en caliente dependen fundamentalmente al diseño por el cual fueron producidas, de tal forma que se obtenga las propiedades deseadas para su aplicación en pavimentos. Existen varias propiedades que definen la calidad de las mezclas asfálticas en caliente, en este estudio nos centraremos principalmente por las propiedades que se obtienen a partir del aporte que brinda el poliestireno expandido.

Estabilidad: Corbacho sostiene que: “Esta propiedad refiere a la capacidad para resistir desplazamiento y deformación bajo las cargas del tránsito. La estabilidad de una mezcla depende de la fricción y la cohesión interna.” (2019, p.24)

Esta representa el comportamiento del pavimento en operación, ya que tiene relación con la deformación que este puede tener por factores del tránsito vehicular

Flexibilidad: Corbacho afirma que: “Esta propiedad es la capacidad de una mezcla asfáltica para acomodarse, sin que se agriete, a movimientos y asentamientos graduales de la subrasante.” (2019, p.24)

Impermeabilidad: Corbacho nos indica que “Es la propiedad de la mezcla asfáltica para resistir al paso de aire y agua hacia su interior o a través de él. Esta característica está relacionada con el contenido de vacíos de la mezcla compactada.” (2019, p. 24)

Esta propiedad es muy importante a nivel de infraestructura ya que determinará la calidad del pavimento con respecto a factores climáticos y externos, por ello, está relacionado con el contenido de vacíos que tiene que estar en un rango según el tipo de clima y el uso que va a tener el pavimento.

-Ensayo Marshall

Figueroa, Reyes y otros nos afirman que “Consiste en determinar el óptimo contenido de asfalto, es decir, la cantidad que se va a utilizar en el diseño de una mezcla asfáltica para que esta sea derivada a su uso en la construcción de un pavimento. (2007, p. 27)

Hoy en día diseñar una mezcla asfáltica tiene por objetivo obtener una granulometría, es decir, el contenido óptimo de asfalto.

Para determinar las propiedades Marshall tenemos que tomar en cuenta las temperaturas del asfalto y los agregados, las más recomendadas son: Temperaturas de Agregados y asfalto $175\pm 5^{\circ}\text{C}$:

Valor de estabilidad Marshall: Corbacho sostiene que “la estabilidad Marshall indica la resistencia de una mezcla a la deformación. Existe una tendencia a pensar que, si un valor de estabilidad es bueno, entonces un valor más alto será mucho mejor.” (2019, p.29)

Valor de fluencia Marshall: Estrada sostiene que “es la medida en centésimas de pulgada que representa la deformación de la briqueta. La deformación está indicada por la disminución en el diámetro vertical de la briqueta.” (2019, p.29)

-Procedimiento de ensayo Marshall

“Ensayo con el Aparato MARSHALL, atendiendo a las normas: MTC – E504 y ASTM D1559”.

Procedimiento: En primer lugar, tenemos que preparar los ensayos y para ello tenemos que tener listo nuestra muestra de asfalto que tenga las mismas características del asfalto que se va a usar para la construcción del pavimento y del agregado que va a ser usado.

Además, necesitamos secar el agregado y deben estar sin humedad para los efectos posteriores de los ensayos, en ese punto calentarlo a una temperatura de 110°C y calibrarlo posteriormente. El procedimiento se repite hasta que el peso sea constante. En ese momento, tenemos que jugar las pruebas que se acompañan para obtener los resultados de: Análisis granulométrico, determinamos el contenido de vacíos, peso

específico, vacíos rellenos de asfalto. Luego de establecer todos los parámetros, podemos determinar la resistencia a la deformación bajo carga de la mezcla.

Estos datos son sumamente muy importantes para el diseño de una mezcla asfáltica, y este método es el más utilizado en nuestro país, con ello básicamente se tiene lo fundamental para poder analizar qué cantidad de cada material se va a utilizar para diseñar nuestra mezcla asfáltica según el tipo de uso de nuestro pavimento flexible y según en qué sector del Perú se va a ejecutar.

-Calidad de Agregados Finos y Gruesos

“Análisis Granulométrico por Tamizado, atendiendo a las normas: NTP 339.128 y ASTM D422”.

Hallar aquellos porcentajes de agregado que pasan por los distintos tamices; se realiza el tamizado para saber el tamaño adecuado del agregado grueso y fino para así determinar si el suelo es uniforme. Además, determinaremos parámetros importantes como el módulo de finura y coeficiente de uniformidad de las partículas de los agregados.

“Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico, atendiendo a las normas: NTP 339.129 y ASTM D – 4318”.

Los ensayos del límite líquido y plástico se realizan tanto para el material pasante de la malla 40 como para el pasante de la malla 200. Según el MTC, que referido a Índice de Plasticidad es de no plasticidad para el pasante de la malla 40 y de 4 como máximo para el pasante de la malla 200.

“Equivalente de arena, atendiendo a las normas: NTP 339.146 y ASTM D – 2419”.

Sirve para evaluar la limpieza de nuestro agregado fino, esta se define a través de un índice a partir de la proporción del mismo, de esta forma la caracterizamos y si cumple el rango o el parámetro según su uso

“Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, atendiendo a las normas: NTP 400.022 y ASTM C – 128”

Proceso en el cual hallamos la absorción y además la densidad de los agregados tanto finos como gruesos, todo el proceso en base a humedecer con un líquido predeterminado al agregado en un tiempo determinado.

“Abrasión de los Ángeles al desgaste de los Agregados, atendiendo a las normas: NTP 400.040 y ASTM D – 4791”. 40% máx.

Proceso donde hallamos el desgaste que es producto de impactos que se somete al agregado grueso en la Máquina de los Angeles y a través del rozamiento superficial que sufre en el proceso de abrasión.

Escogemos el tipo de gradación según la granulometría de nuestro agregado grueso, este tipo de gradación nos servirá para verificar con cuántas esferas o billas trabajaremos en la máquina de los Ángeles, ya que, dependiendo de ello, estableceremos el porcentaje de desgaste que va a tener nuestro agregado grueso y por ende tendremos la calidad del agregado.

Para el cálculo del desgaste del agregado procederemos a pesar la muestra final luego de haber pasado por la máquina de los Ángeles. Para luego obtener la diferencia entre la masa final de la muestra y la masa inicial. Posteriormente tendremos el peso de pérdida del agregado y procederemos a calcular el porcentaje en relación a la masa inicial.

“Contenido de Sales Solubles Totales, atendiendo a la norma: NTP 339.152”. 0,5% máx.:

Proceso en el cual determinamos el contenido de sales totales en los agregados finos y gruesos, este ensayo es importante debido a que nos conlleva a determinar la calidad del agregado y la cantidad de sales que tenga según corresponda.

“Porcentaje de Caras Fracturadas, atendiendo a la norma: ASTM – D5821 / MTC E-210” Mínimo 50%

La finalidad de este ensayo es mejorar la resistencia al esfuerzo cortante y la fricción entre partículas, esto contribuye en la estabilidad, fricción y textura de los agregados.

La calidad del agregado grueso va a determinar la resistencia al desplazamiento (movimiento de vehículos) que va a tener el pavimento ya que los agregados son entrelazados en la compactación y esto mejora las características del pavimento terminado.

“Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas, atendiendo a la norma: N.T.P. 400.040 y ASTM D- 4791” Máximo 10%

Este ensayo permite determinar la cantidad de agregado con alto contenido de partículas planas o achatadas ya que estas son más propensas a sufrir fallas cuando se le aplican una presión ya que su forma delgada no permite la resistencia a la mezcla asfáltica, mientras tengamos la menor cantidad posible esto contribuirá a una mejora en la mezcla con respecto a su comportamiento frente a las cargas.

Formulación del Problema

Problema General

¿Existe alguna mejora en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas al incorporar poliestireno?

Problemas Específicos

¿Existe alguna variación en la fluencia con la incorporación de poliestireno para mezclas asfálticas en caliente?

¿Mejora la estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente al incorporar poliestireno?

¿Existe alguna variación en la densidad y contenido de vacíos con la incorporación de poliestireno para mezclas asfálticas en caliente?

Justificación de Estudio

Esta investigación se realizará con argumentación de tesis, bibliografías y revistas científicas de temas relacionados a la influencia de la incorporación de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.

Justificación Legal

Según la normativa de la Universidad César Vallejo y la Ley Universitaria N° 30220, esta investigación nos permitirá obtener el grado del título profesional de Ingeniería Civil cumpliendo con los requisitos para la obtención de grados académicos y títulos profesionales como lo establece La Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (Sunedu) mediante el Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación.

Justificación teórica

Esta investigación cuya finalidad es aportar al conocimiento que existe en la actualidad sobre el uso de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, cuyos resultados permitirán generar nuevos conocimientos para contribuir a la ingeniería, ya que se estaría demostrando que el uso de poliestireno en mezclas asfálticas modificadas contribuye a un mejor desempeño de la mezcla.

Justificación Metodológica

En cuanto a la justificación metodológica se hará la consolidación de la validez y confiabilidad del instrumento para evaluar el uso de mezclas asfálticas modificadas con poliestireno expandido a través de ensayos de laboratorio y se comprobará la mejora que aporta el poliestireno expandido. Una vez que sea demostrado su validez y confiabilidad, podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación y profundizar otros factores que influyen en nuestro estudio.

Justificación Práctica

Esta investigación cuyo fin tiene la necesidad de contribuir a la indagación científica; así mismo con el alcance obtenido permite el desarrollo de un mejor desempeño de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas para alcanzar un mejor desempeño

de las características del pavimento en operación. Además, contribuye al cuidado del medio ambiente con respecto manejo de residuos sólidos en nuestro país como el poliestireno expandido (tecnopor) una mejora continua ambiental a través de una tecnología amigable con el medio ambiente.

Hipótesis

Hipótesis General

La incorporación de poliestireno mejora positivamente las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente

Hipótesis Específicas

La incorporación de poliestireno no afecta el valor de la fluencia de una mezcla asfáltica en caliente.

La incorporación de poliestireno mejora positivamente la estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente.

La incorporación de poliestireno no afecta los valores de la densidad y el contenido de vacíos de una mezcla asfáltica en caliente.

Objetivos

Objetivos General

Determinar el porcentaje óptimo de la incorporación de poliestireno para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.

Objetivos Específicos

Determinar si existe alguna variación en la fluencia de una mezcla asfáltica al incorporar poliestireno.

Explicar el porcentaje en el cual mejora la estabilidad de una mezcla asfáltica al incorporar poliestireno.

Determinar si existe alguna variación en la densidad y contenido de vacíos de una mezcla asfáltica al incorporar poliestireno.

II. Método

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

Aplicada, como nos indica Vargas (2008) una investigación “es una tendencia reciente que minimiza las fronteras entre lo teórico y lo aplicativo, que propugna una vinculación inseparable entre el “saber y el hacer”, pretendiendo que toda investigación teórica se enfoque en sus aplicaciones.” (p.160)

Nivel de investigación

Exploratorio, como sostiene Sampieri (2014), “Se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.” (p.91)

Además, de enfoque Cuantitativo porque “Se dice que posee una concepción global positivista, hipotético-deductiva, particularista, objetiva, orientada a los resultados y propia de las ciencias.” (p. 34)

Diseño de Estudio

Se aplica un diseño Pre Experimental, ya que como nos indica Sampieri (2014), “Consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en estas variables. No hay manipulación de la variable independiente, ni referencia previa.” (p. 141)

Y además con un corte Transversal. Como nos indica Gilda (2005) “Son estudios diseñados para medir la prevalencia de una exposición y/o resultado en una población definida y en un punto específico de tiempo.”

2.2. Variables, Operacionalización

Identificar las variables

V1 (Variable Independiente): Incorporación de poliestireno

Se define como la mezcla de materiales pétreos combinados homogéneamente, cemento asfáltico y agregados, la cantidad relativa de estos materiales determinan sus propiedades y características

V2 (Variable Dependiente): Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas

Contribuyen a la calidad del pavimento de mezclas asfálticas en caliente y están relacionadas con las fuerzas y factores exteriores que ejercen sobre ellas.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Incorporación de poliestireno en mezclas asfálticas	Es un material termoplástico que se caracteriza por presentar una estructura celular cerrada y rellena de aire cuya densidad es ligera y se utiliza como aislante térmico.	Análisis granulométrico de agregados finos	Módulo de finura, Coeficiente de uniformidad, gradación por tamizado
		Proporción de agregado en relación a la muestra (0.2%, 0.3%, 0.5%)	Porcentaje
Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente	Contribuyen a la calidad del pavimento de mezclas asfálticas en caliente y están relacionadas con las fuerzas y factores exteriores que ejercen sobre ellas.	Agregados finos y gruesos	Calidad de agregados finos y gruesos
		Impermeabilidad, Resistencia mecánica, Flexibilidad, Trabajabilidad	Estabilidad Marshall, Flujo, Densidad, Contenido óptimo de asfalto y contenido de vacíos / ASTM D-6926 / MTC E504

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según Seltiz citado en Sampieri (2010, p.174) “La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

Como población tenemos los fenómenos relacionados a las mezclas asfálticas que queremos estudiar, en este caso sería la estabilidad, deformación, densidad y contenido de vacíos de las mezclas asfálticas para determinar la influencia de la incorporación de poliestireno expandido.

Muestra

Según Sampieri (2010, p.175) “es un conjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”.

Además, en su artículo científico, Aguilar (2005, p.04) sostiene que “para una población infinita (cuando se desconoce el total de unidades de observación que la integran o la población es mayor a 10,000)”.

La muestra para nuestro proyecto de investigación está conformada por 60 briquetas, debido a que según la norma MTC E-504 y ASTM-D6926, por cada contenido de asfalto se emplea 5 especímenes que vendrían a ser nuestras briquetas de diseño. Además, las dimensiones de nuestra briketa son de 64mm de altura y 102mm de diámetro.

Tabla 2. *Número de Briquetas del proyecto*

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	CONTENIDO DE ASFALTO	3 ESPECÍMENES POR CONTENIDO DE ASFALTO
CONVENCIONAL	5%, 5.5%, 6%, 6.5% y 7%	15 especímenes
0.2% POLIESTIRENO	4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%	15 especímenes
0.3% POLIESTIRENO	4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%	15 especímenes
0.5% POLIESTIRENO	5%, 5.5%, 6%, 6.5% y 7%	15 especímenes
Total de Briquetas		60 especímenes

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En nuestro trabajo de investigación que tiene por diseño Pre experimental, se ha empleado técnicas a los instrumentos y procedimientos que empleamos para poder obtener el conocimiento y poder aplicarlo.

Para determinar el diseño óptimo de nuestra mezcla asfáltica, se va a realizar una serie de ENSAYOS DE LABORATORIO a los agregados finos y gruesos como también a la mezcla asfáltica.

2.5. Procedimiento

Para poder llegar a nuestros resultados en nuestra investigación, realizamos una serie de ensayos de calidad de agregados finos y gruesos, los cuales se encuentran clasificados en las especificaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Manual EG-2013), estos ensayos están delimitados según el tipo de agregado. Además, realizamos un análisis de las características del poliestireno y cómo influye en la composición de nuestro agregado fino.

Luego de verificar la calidad de nuestros agregados, procedemos a realizar nuestros Ensayos Marshall. Para ello, determinamos un patrón para nuestra investigación, es decir, determinamos el comportamiento de una mezcla asfáltica sin incorporar poliestireno. Finalmente, realizaremos 3 diseños de mezclas asfálticas en caliente con 3 porcentajes diferentes de poliestireno respectivamente.

Para determinar cómo mejora el comportamiento de mezclas asfálticas incorporando poliestireno realizaremos una interpretación de sus resultados con respecto a nuestra mezcla asfáltica patrón.

Instrumentos

Para desarrollar nuestro plan de investigación, se menciona los siguientes instrumentos:

Fotografías: Para determinar que nuestros ensayos de laboratorio sean verídicos como también el proceso de nuestra investigación utilizaremos fotografías y de esta forma obtenemos las evidencias que correspondan.

Fichas técnicas: Se denomina a los formatos de los ensayos que vamos a realizar a lo largo de nuestra investigación para poder analizar los resultados obtenidos e interpretarlos, son herramientas importantes que nos permiten recolectar datos importantes para demostrar o negar nuestra hipótesis.

Tecnológicos: Microsoft Excel, Prezi, Microsoft Word, Power Point, Ms Project.

Validez y confiabilidad

La validación y confiabilidad de nuestros instrumentos de investigación son formatos que ya se encuentran estandarizados por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTC) y la Norma Técnica Peruana (NTP).

2.6. Método de Análisis de datos

Nuestro proyecto de investigación lleva por enfoque cuantitativo ya que usaremos la recolección de información a través de ensayos de laboratorio para probar nuestra hipótesis, y de esta forma a base de datos numéricos (cantidades) de la forma más objetiva posible. Finalmente explicar el fenómeno investigado.

En los ensayos de laboratorio manipularemos las variables, Se analizarán la información obtenida en nuestros ensayos de laboratorio, el método que utilizaremos para determinar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas será el Método Marshall, y nos regiremos a partir del procedimiento que indica el Ministerios de Transporte y Comunicaciones (MTC) para diseños de mezclas asfálticas en caliente sienta la mezcla el objeto de estudio.

2.7. Aspectos éticos

La información presentada en nuestra investigación es verídica y cumplimos con las normas establecidas por la universidad.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en un establecimiento certificado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Las referencias bibliográficas, revistas científicas y tesis se encuentran citados de acuerdo con la Norma ISO.

Nuestro proyecto de investigación garantiza la comprobación de nuestros resultados.

El trabajo de investigación presente aporta como valor agregado el cuidado del medio ambiente y el uso adecuado de nuestros recursos.

III. Resultados

3.1. Resultado de la incorporación de Poliestireno

3.1.1. Granulometría del Poliestireno

Análisis Granulométrico por Tamizado, atendiendo a las normas: NTP 339.128 y ASTM D422:

Con la finalidad de encontrar el coeficiente de uniformidad de las perlas de poliestireno tenemos que realizar un análisis granulométrico por tamizado, de esta manera encontraremos que tan uniforme es nuestro agregado para ser reemplazado por los agregados finos de nuestra cantera. El contenido según el diámetro de las partículas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. *Análisis granulométrico de poliestireno*

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA			
	ABERTURA (mm)	PESO RET	RET (%)	PASA (%)
		(gr)		
		400		100
3"	76.200		-	
2 1/2"	63.500		-	
2"	50.800	0.00	-	100
1 1/2"	38.100	0.00	-	100
1"	25.400	0.00	-	100
3/4"	19.050	0.00	-	100
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	32.64	8.16	91.84
1/4"	6.350	49.80	12.45	79.39
N° 4	4.760	90.32	22.58	56.81
N° 6	3.360	205.92	51.48	5.33
N° 8	2.380	21.32	5.33	0.00
N° 10	2.000	0.00		
N° 16	1.190	0.00		
N° 20	0.840	0.00		
N° 30	0.590	0.00		
N° 40	0.426	0.00		
N° 50	0.297	0.00		
N° 80	0.177	0.00		
N° 100	0.149	0.00		
N° 200	0.074	0.00		
-200		0.00		

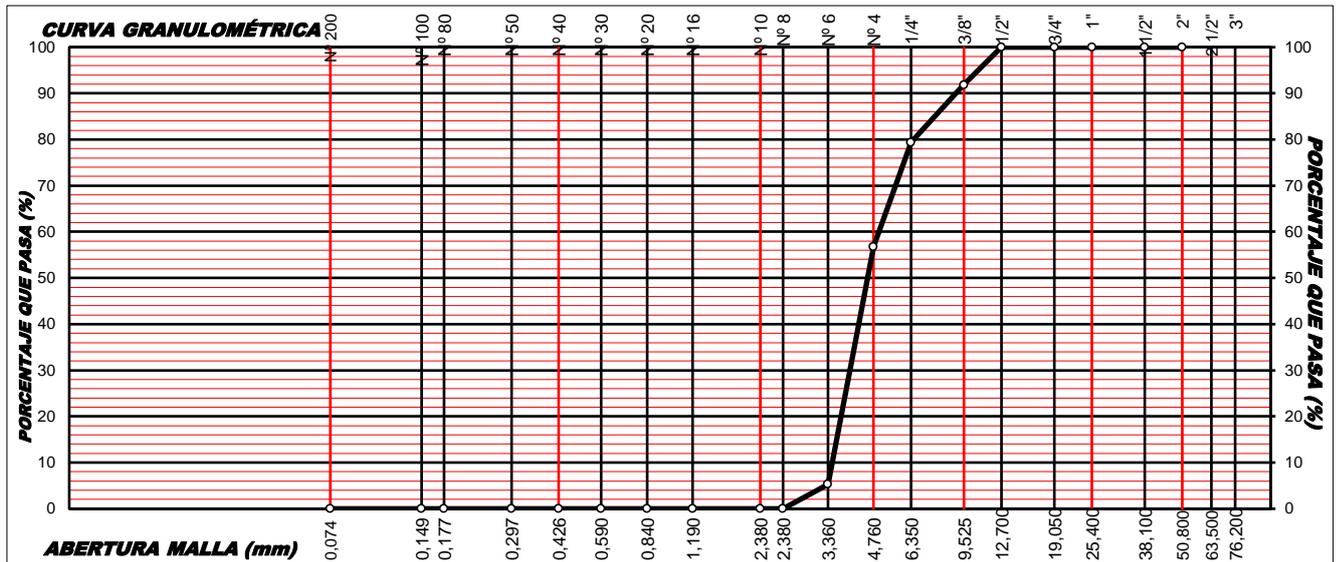


Figura 2. Curva granulométrica de Poliestireno

Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en la Tabla N°3 el mayor porcentaje de partículas se encuentran retenidas en la malla N°6 las cuales nos servirán para diseñar nuestra mezcla asfáltica ya que según las especificaciones del Manual de ensayos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones nos indican que los materiales que se consideran como agregado fino son aquellas partículas que pasan por la malla N°4. Todas las partículas que pasan por la malla N°4 serán utilizadas para reemplazar nuestros agregados finos en porcentaje según corresponda a nuestro proyecto de investigación.

A continuación, hallaremos el coeficiente de uniformidad de las perlas de poliestireno para evaluar la uniformidad del tamaño de partículas del material. Esta se expresa como la relación entre D60 y D10 siendo:

D_{60} = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y,

D_{10} = el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Según la *Figura N°3* tenemos:

$$D_{60} = 23.903$$

$$D_{10} = 4.368$$

$$C_u = 5.47$$

Según el resultado obtenido podemos clasificar nuestro material en este caso las perlas de poliestireno expandido, se encuentra en el rango de partículas poco uniforme ya que se encuentra en el rango de $C_u = 5 - 20$.

-Densidad del Poliestireno

Como se muestra en la ficha técnica situada en el Anexo 5.2, la densidad del poliestireno es de 10 kg/m^3

-Porcentaje de Absorción del poliestireno

Como se muestra en la ficha técnica situada en el Anexo 5.2, la absorción del poliestireno es del 2%.

3.1.2. Granulometría de agregados (sin poliestireno)

En nuestra investigación se trabaja con los límites del MAC-2 ya que el tamaño nominal es de $3/4 \text{ plg.}$

Tabla 4. *Parámetros de agregados para mezcla asfáltica*

TAMIZ	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N°4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N° 10)	29-45	38-52	43-61
425 μm (N° 40)	14-25	17-28	16-29
180 μm (N° 80)	8-17	8-17	9-19
75 μm (N° 200)	14-27	14-28	5-10

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019

Las gradaciones de los materiales realizados mediante tamizado están mostradas en la siguiente Tabla N°5.

RESUMEN DE ENSAYO	
IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA	
(1) Cant. La Gloria Piedra Chancada = 30%	
(2) Cant. La Gloria Arena Zarandeada = 70%	
OBSERVACIONES	
-Especificaciones del MTC EG-2013	

Tabla 5. Granulometría de agregados

MALLAS SERIE AMERICANA	ABERTURA	PIEDRA CHANCA DA RET. (%)	PIEDRA CHANCA DA PASA (%)	ARENA ZARANDEADA RET. (%)	ARENA ZARANDEADA PASA (%)
¾"	19,050	24	76		
½"	12,700	44	32		
3/8"	9,525	27	5		100
¼"	6,35	5	-	3	97
N° 4	4,760			5	92
N° 6	3,360			9	83
N° 8	2,380			11	72
N° 10	2,000			5	67
N° 16	1,190			16	51
N° 20	0,840			8	43
N° 30	0,590			9	34
N° 40	0,426			7	27
N° 50	0,297			5	22
N° 80	0,177			6	16
N° 100	0,149			2	14
N° 200	0,074			4	10
-200				10	-
L.L. (MALLA N° 40)				22	
L.P. (MALLA N° 40)				-,-	
I.P. (%)				N.P	

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019

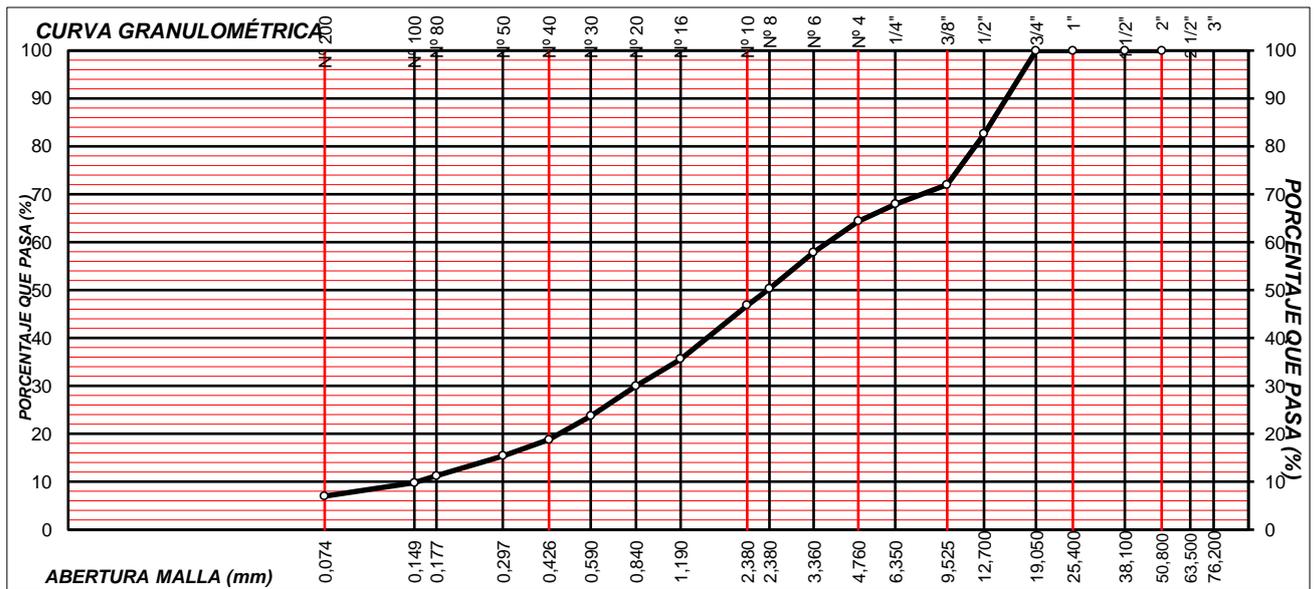


Figura 3. Curva granulométrica de gradación de agregados

Fuente: Elaboración propia

En la *Figura N°3* se puede apreciar que la gradación si cumple con lo especificado en el parámetro del MAC 2 para mezclas asfálticas en cuanto a granulometría.

Luego pasaremos a hallar el módulo de finura del agregado fino con el fin de realizar una comparación con el módulo de finura del agregado fino incorporando las perlas de poliestireno.

-Módulo de finura de agregado fino (sin poliestireno):

$$MF = \frac{SUMA(150 \mu m (N^{\circ} 100); 300 \mu m (N^{\circ} 50); 600 \mu m (N^{\circ} 30); 1,18 \text{ mm } (N^{\circ} 16); 2,36 \text{ mm } (N^{\circ} 8))}{100}$$

$$MF = 3.1$$

El módulo de finura se encuentra dentro del rango permitido lo cual permite que no afecte a la trabajabilidad y la resistencia que va a aportar el agregado.

-Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = D_{60}/D_{10} = 142.58$$

3.1.3. Granulometría de agregados con perlas de poliestireno incorporado

Tabla 6. Análisis de agregados con poliestireno

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE		
	ABERTURA (mm)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	-	100
2 1/2"	63.500	-	
2"	50.800	-	100
1 1/2"	38.100	-	100
1"	25.400	-	100
3/4"	19.050	0.00	100.00
1/2"	12.700	16.45	83.55
3/8"	9.525	10.47	73.08
1/4"	6.350	4.55	68.53
N° 4	4.760	4.54	63.99
N° 6	3.360	8.94	55.05
N° 8	2.380	7.48	47.57
N° 10	2.000	3.31	44.26
N°16	1.190	10.59	33.67
N° 20	0.840	5.30	28.37
N° 30	0.590	5.96	22.41
N° 40	0.426	4.63	17.78
N° 50	0.297	3.22	14.57
N° 80	0.177	3.97	10.59
N° 100	0.149	1.32	9.27
N° 200	0.074	2.65	6.62
-200		6.62	0.00

Fuente: Elaboración propia

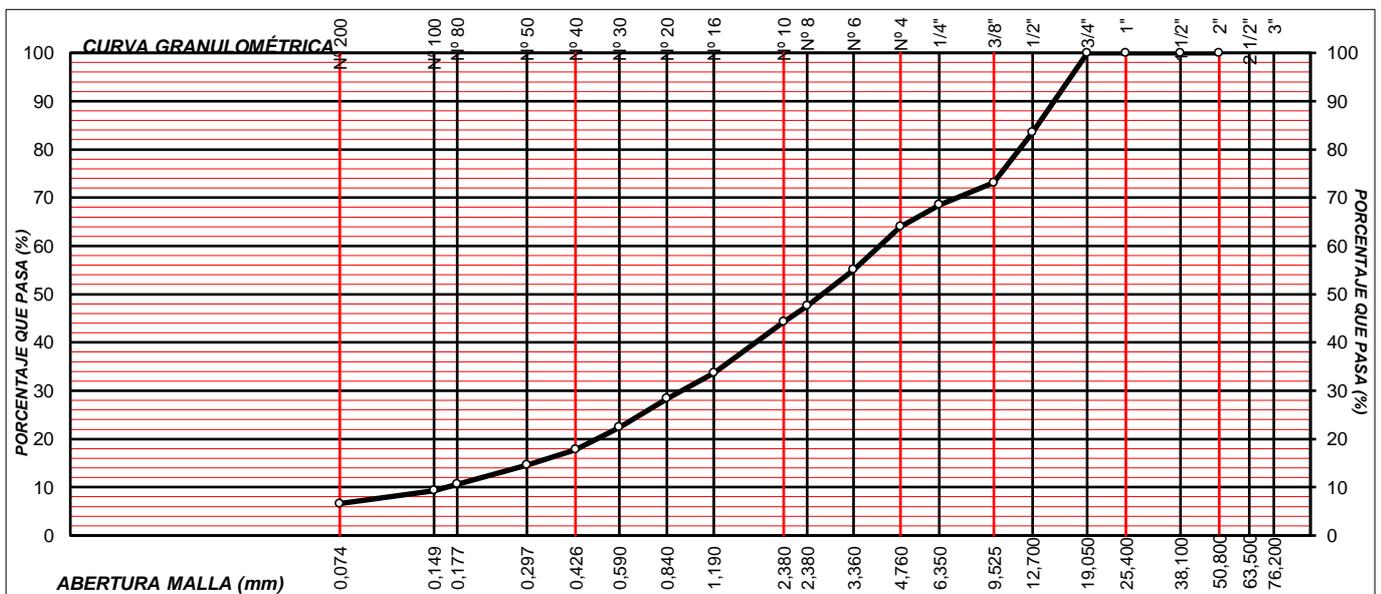


Figura 4. Curva granulométrica gradación de agregados con incorporación de poliestireno

Fuente: Elaboración propia

Luego pasaremos a hallar el módulo de finura del agregado fino incorporando perlas de poliestireno.

-Módulo de finura de agregado fino (con poliestireno):

$$MF = \frac{SUMA(150 \mu m (N^{\circ} 100); 300 \mu m (N^{\circ} 50); 600 \mu m (N^{\circ} 30); 1,18 \text{ mm } (N^{\circ} 16); 2,36 \text{ mm } (N^{\circ} 8))}{100}$$

$$MF = 3.5$$

Se puede apreciar que no hubo un cambio significativo en el módulo de finura al incorporar perlas de poliestireno, es decir, aumenta ligeramente y esto disminuye levemente la trabajabilidad, pero no de forma significativa, es importante tomar esta característica a nuestro agregado fino para que así en su reemplazo con un porcentaje de perlas de poliestireno para el diseño de nuestras mezclas asfálticas no presente inconvenientes.

-Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = D_{60}/D_{10} = 113.8$$

Como se puede apreciar no existe cambio significativo en el coeficiente de uniformidad debido a que se encuentra en el rango bien gradado, caracterizado por tener una graduación continua de tamaños.

3.2. Resultados de calidad de agregados finos y gruesos

Para los siguientes ensayos de calidad de agregados finos y gruesos se realizó un resumen de resultados con el fin de ser más explícitos con la información. Para verificar detalle de ensayos véase en el Anexo N° 3.

Tabla 7. Resumen de Ensayos de Calidad

Ensayo	Norma	Requerimiento Altitud ≤3000 msnm	Resultados
Índice de Plasticidad malla N°40	MTC E 111	Np	Np
Equivalente de Arena	MTC E 114	60%	50%
Absorción para agregado grueso	MTC E 206	1.0% max.	0.49%

Absorción para agregado fino	MTC E 205	0.5% max.	0.67%
Abrasión de los Ángeles	MTC E 207	40% max.	15%
Sales Solubles totales para agregado grueso	MTC E 219	0.5% max.	178 mg/kg
Sales Solubles totales para agregado fino	MTC E 219	0.5% max.	570 mg/kg
Caras fracturadas	MTC E 210	85% min. / 50% min.	99.3% / 98.8%
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% max.	2.50%
Riedel Weber (aditivo 0.5%)	MTC E 220	4 min	4-9
Adherencia	MTC E 517	+95	+95

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla N°13 se encuentran los parámetros que están publicados en las especificaciones del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

3.3. Mezclas asfálticas en Caliente

3.3.1. Mezcla Asfáltica Convencional

Con la finalidad de tener un patrón para nuestra investigación, realizamos un diseño de mezcla asfáltica convencional al natural, la cual no se encuentra modificada con ningún plástico. A continuación, mostraremos los insumos a utilizarse para nuestro diseño:

Tabla 8. *Insumos del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente*

INSUMOS	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	PROCEDENCIA
Agregados	Piedra Chancada	Cantera La Gloria
	Arena Zarandeada	Cantera La Gloria
Asfalto - Cemento Asfáltico	PEN 60/70	Repsol
Aditivo mejorador de Adherencia	Quimibond 3000	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. *Dosificación para el Diseño Marshall*

INSUMOS	PORCENTAJE %
(1) Agregado grueso	30 %
(2) Agregado fino	70 %

(3) Aditivo mejorador de adherencia (% peso del PEN 60/70)	0.5%
--	------

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el comportamiento de la mezcla asfáltica, se realizó el ensayo Marshall. A continuación, mostraremos los resultados óptimos de nuestro diseño de mezcla asfáltica patrón con el contenido óptimo de asfalto el cual fue del 6.4%.

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos en el ensayo Marshall para mezclas asfáltica convencional, para mayor detalle véase Anexo 4.2.

Tabla 10. Resultados Ensayo Marshall Mezcla Asfáltica Convencional

	C.A%	Peso Específico (gr/cm³)	% Vacíos	% VMA	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Mezcla asfáltica Convencional	5.0	2.309	8.4	19.4	1202.0	4.0	3021.0
	5.5	2.324	7.2	19.3	1215.0	4.1	2997.0
	6.0	2.339	5.7	19.2	1341.0	4.1	3235.0
	6.5	2.381	3.0	18.2	1589.0	4.3	3679.0
	7.0	2.377	2.5	18.8	1568.0	4.6	3430.0
C.A.% óptimo	6.4	2.372	4.1	18.8	1538.4	4.4	3517.0

Fuente: Elaboración propia,2019

3.3.2. Ensayo Marshall de las mezclas asfálticas modificadas con Poliestireno

Para determinar el comportamiento de la mezcla asfáltica modificada con poliestireno, se realizó el ensayo Marshall. Por ello, realizamos 3 diseños de mezclas asfálticas modificadas cada una con su respectiva dosificación las cuales se mostrarán en las siguientes tablas. Nuestro material modificador está compuesto por perlas de poliestireno lo cuales se encuentran previamente seleccionadas como material fino a todas las partículas de poliestireno que pasan por la malla N°4.

En la siguiente tabla mostraremos los insumos a utilizarse para nuestro diseño:

Tabla 11. Insumos del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente Modificada

INSUMOS	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	PROCEDENCIA
Agregados	Piedra Chancada	Cantera La Gloria
	Arena Zarandeada	Cantera La Gloria
Asfalto - Cemento Asfáltico	PEN 60/70	Repsol

Aditivo mejorador de Adherencia	Quimibond 3000	
Polímero termoplástico	Perlas de Poliestireno	ISOCRET

Fuente: Elaboración propia, 2019

-Incorporando el 02% de perlas de poliestireno para una mezcla asfáltica en caliente

Tabla 1. Dosificación 1 para el Diseño Marshall Modificado

INSUMOS	PORCENTAJE %
(1) Agregado grueso	30 %
(2) Agregado fino	69.8 %
(3) Aditivo mejorador de adherencia (% peso del PEN 60/70)	0.5%
% (poliestireno)	0.2 %

Fuente: Elaboración propia, 2019

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos en el ensayo Marshall para mezclas modificadas con el 0.2% de perlas de poliestireno:

Tabla 12. Resultados Ensayo Marshall 0.2% de Poliestireno

	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	% VMA	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Incorporación del 0.2% de perlas de poliestireno	4.5	2.277	10.2	20.2	1314.0	4.0	3304.0
	5.0	2.309	8.4	19.6	1402.0	4.2	3315.0
	5.5	2.34	6.2	18.9	1553.0	4.3	3596.0
	6.0	2.352	5.1	19.0	1463.0	4.5	3264.0
	6.5	2.383	3.0	18.3	1425.0	4.8	2953.0
C.A.% óptimo	6.2	2.369	4.1	18.6	1475.0	4.7	3170.0

Fuente: Elaboración propia, 2019

Para Mayor detalle de la obtención de resultados véase el Anexo 4.3.

-Incorporando el 0,3% de perlas de poliestireno para una mezcla asfáltica en caliente

Tabla 13. Dosificación 2 para el Diseño Marshall Modificado

INSUMOS	PORCENTAJE %
(1) Agregado grueso	30 %
(2) Agregado fino	69.7 %
(3) Aditivo mejorador de adherencia (% peso del PEN 60/70)	0.5%
% (poliestireno)	0.3 %

Fuente: Elaboración propia, 2019

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos en el ensayo Marshall para mezclas modificadas con el 0.3% de perlas de poliestireno:

Tabla 14. Resultados Ensayo Marshall 0.3% de Poliestireno

	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	% VMA	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Incorporación del 0.3% de perlas de poliestireno	4.5	2.285	9.9	20.0	1260.0	3.4	3723.0
	5.0	2.336	7.3	18.7	1347.0	3.8	3535.0
	5.5	2.361	5.5	18.3	1435.0	4.0	3685.0
	6.0	2.364	4.7	18.6	1521.0	4.2	3597.0
	6.5	2.375	3.4	18.6	1697.0	4.5	3785.0
C.A.% óptimo	6.2	2.734	4.0	18.5	1611.0	4.4	3698.0

Fuente: Elaboración propia, 2019

Para mayor detalle de la obtención de resultados véase el Anexo 4.4.

-Incorporando el 0,5% de perlas de poliestireno para una mezcla asfáltica en caliente

Tabla 15. Dosificación 3 para el Diseño Marshall Modificado

INSUMOS	PORCENTAJE %
(1) Agregado grueso	30 %
(2) Agregado fino	69.5 %
(3) Aditivo mejorador de adherencia (% peso del PEN 60/70)	0.5%
% (poliestireno)	0.5 %

Fuente: Elaboración propia, 2019

-A continuación, mostraremos los resultados obtenidos en el ensayo Marshall para mezclas modificadas con el 0.5% de perlas de poliestireno:

Tabla 16. Resultados Ensayo Marshall 0.5% de Poliestireno

	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	% VMA	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Incorporación del 0.5% de	5.0	2.323	8.6	19.4	1108.0	3.8	2908.0
	5.5	2.355	6.4	18.6	1391.0	4.2	3289.0
	6.0	2.368	5.2	18.7	1482.0	4.5	3305.0

perlas de poliestireno	6.5	2.381	3.7	18.7	1805.0	4.8	3625.0
	7.0	2.386	2.5	19.0	1590.0	5.1	3118.0
C.A.% óptimo	6.5	2.381	3.9	18.6	1736.0	4.8	3625.0

Fuente: Elaboración propia, 2019

Para mayor detalle de la obtención de resultados véase el Anexo 4.5.

3.4. Propiedades de las mezclas asfálticas

Con la finalidad de contrastar la influencia en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente con la incorporación de poliestireno, se realizó el ensayo Marshall, y con los resultados obtenidos verificaremos la mejora que existe en utilizar una mezcla modificada con poliestireno y una mezcla convencional.

Tabla 17. Mezcla Asfáltica convencional Vs. Mezcla Asfáltica con 0.3% poliestireno

Tipo de Mezcla asfáltica	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	% VMA	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Mezcla asfáltica convencional	6.4	2.372	4.1	18.8	1598.4	4.4	3517.0
Mezcla asfáltica con % 0.2 poliestireno	6.2	2.369	4.1	18.6	1475.0	4.7	3170.0
Mezcla asfáltica con % 0.3 poliestireno (óptimo)	6.2	2.374	4.0	18.5	1611.0	4.4	3698.0
Mezcla asfáltica con % 0.5 poliestireno	6.5	2.381	3.9	18.6	1736.0	4.8	3625.0

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la tabla N° 17, se muestra la variación que hay en los valores de mezclas asfáltica convencional e incorporando cada contenido de poliestireno para la investigación, las cuales se encuentran delimitadas por la estabilidad, fluencia, % de vacíos, peso específico y rigidez de mezclas asfálticas.

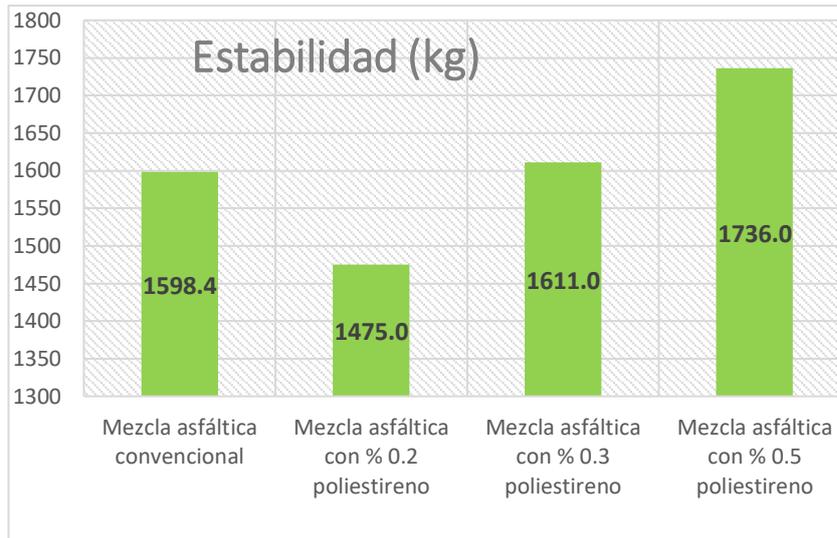


Figura 5. Estabilidad Vs. Tipo de Mezcla Asfáltica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación:

Como se muestra en la *Figura N°5*, se puede afirmar que existe un aumento en la estabilidad de mezclas asfálticas, mientras que en la mezcla convencional tenemos una estabilidad de 1538.4kg, al incorporar 0.3% de poliestireno en relación a la mezcla la estabilidad aumenta en un 4.73% teniendo como valor 1610.8kg. Los resultados de la incorporación del 0.3% aportan mayor estabilidad de la mezcla mejorando así su comportamiento frente a deformaciones y desplazamientos por acción de cargas del tránsito.

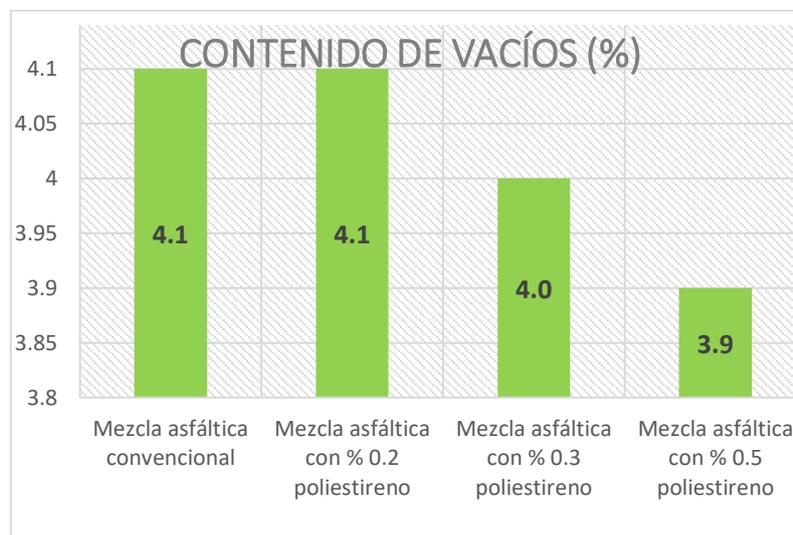


Figura 6. Contenido de Vacíos Vs. Tipo de Mezcla Asfáltica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación:

Como se muestra en la *Figura N°6*, se puede afirmar que existe una reducción del porcentaje de vacíos, las mezclas asfálticas convencionales con un porcentaje del 4.1%, mientras que en las mezclas modificadas con el 0.3% de poliestireno se encuentra reduciendo en un 2.44% con un valor del 4.0% con respecto a la mezcla convencional. Estos valores aportan a un mejor comportamiento de la mezcla ya que los valores deseados del contenido de vacíos para la zona costa se encuentra entre el 3% y 4% para satisfacer las propiedades de impermeabilidad de la mezcla.

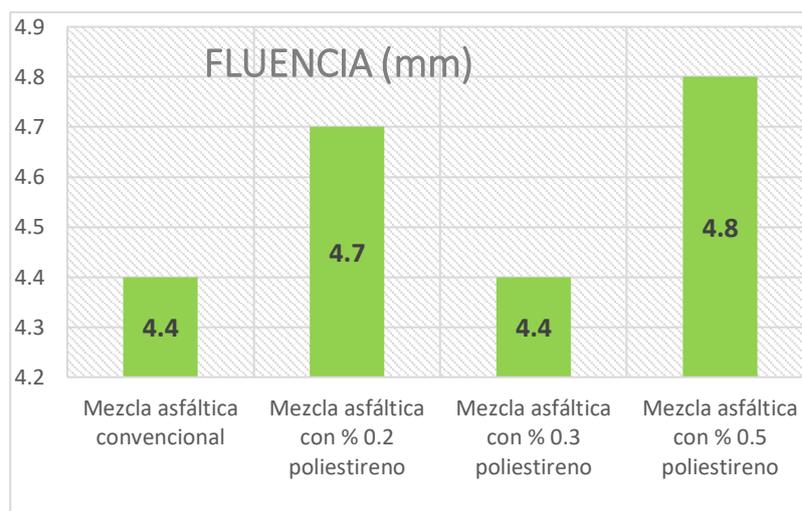


Figura 7. Fluencia Vs. Tipos de Mezcla Asfáltica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación:

Como se muestra en el *Figura N° 7*, se puede observar que la mezcla asfáltica convencional cuenta con una fluencia de 4.4mm, en la mezcla modificada con el 0.3% de poliestireno no varía este valor ya que se mantiene con 4.4mm de fluencia. Este resultado implica que no hay variación significativa en las propiedades elásticas de la mezcla.



Figura 8. Peso específico Vs. Tipo de Mezcla Asfáltica

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación:

Como se muestra en la *Figura N°8*, se puede observar que la mezcla asfáltica convencional cuenta con un peso específico de 2.372g/cm³, mientras que en las mezclas asfálticas modificadas con poliestireno no existe una variación significativa, para el 0.3% de poliestireno tenemos un peso específico de 2.734g/cm³.

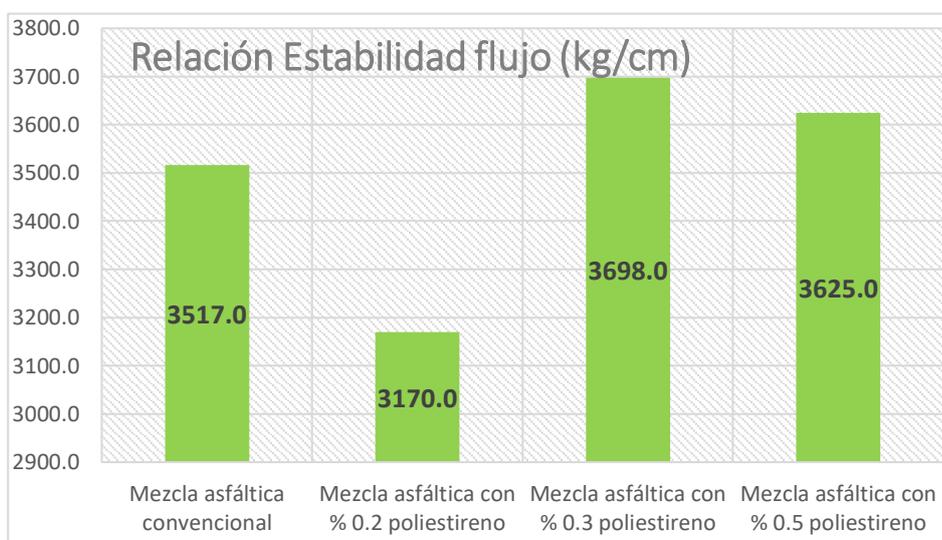


Figura 9. Rigidez Marshall Vs. Tipo de Mezcla Asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como se puede apreciar en la figura N°9, tenemos una rigidez de 3517.0kg/cm² con la mezcla convencional mientras que para la mezcla modificada con poliestireno tenemos; 3698.0kg/cm² aumentando en un 5.15% incorporando 0.3% de poliestireno en relación a la mezcla convencional.

- Estimación de costo de material por metro cúbico

Tabla 18. Cantidad de material por m³

INSUMOS POR METRO CÚBICO	Mezcla asfáltica convencional		Mezcla asfáltica con poliestireno	
	Precio S/.	Parcial	Precio S/.	Parcial
PETROLEO DIESEL # 2	10.84	62.87	10.84	62.87
ARENA ZARANDEADA (P/ ASFALTO)	55.00	38.50	55.00	36.85
PIEDRA CHANCADA (P/ ASFALTO)	34.98	10.49	34.98	10.49
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70	2.61	345.30	2.61	335.52
MEJORADOR DE ADHERENCIA (QUIMIBOND 3000)	10.50	5.25	10.50	5.25
FILLER (CAL HIDRATADA)	0.90	38.68		
PERLAS DE POLIESTIRENO (0.3%)			5.00	37.50
TOTAL		501.09		488.48

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la Tabla N°18 tenemos una estimación del costo de material para la elaboración de 1 m³ de mezcla asfáltica incorporando poliestireno con un ahorro del 2.51% con respecto a la mezcla convencional.

IV. Discusión

Nuestro trabajo de investigación aplicada en el campo de infraestructura vial y con los ensayos realizados en el laboratorio de la Dirección de Estudios Especiales del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, podemos confirmar el trabajo de investigación de (Figueroa, Reyes, Hernández y Jiménez) en su trabajo de investigación titulado “Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en una mezcla asfáltica densa en caliente” quienes señalan que las mezclas asfálticas modificadas con poliestireno (icopor) mejoran las propiedades mecánicas relacionadas a la durabilidad por el método Marshall, aumentando la estabilidad 68.9% y el flujo en un 3.5%.

El valor de la estabilidad coincide con los resultados de nuestra investigación ya que a medida que se incorpora el material la estabilidad aumenta. Así mismo, en lo que no coincide nuestra investigación se encuentra en los valores de la fluencia debido a que en el contenido óptimo de poliestireno fue el 1.0% aumentando el flujo en un 3.5% y en nuestra investigación fue el 0.3% manteniendo el valor del flujo sin perjudicar el comportamiento de la mezcla asfáltica, lo cual en su aumento podría perjudicar a las propiedades elásticas de la mezcla asfáltica.

Además, con respecto a lo confirmado por (Rondón, Rodríguez y Moreno) en su investigación titulada “Resistencia mecánica evaluada en el ensayo Marshall de mezclas densas en caliente elaboradas con asfaltos modificados con desechos de Policloruro de vinilo (Pvc), Polietileno de alta densidad (Pead) y Poliestireno (Ps)”, quienes señalan que la incorporación de desechos tipo plásticos; PVC, Pead y Ps, mejoran el comportamiento de mezclas asfálticas en caliente, aumentando la resistencia mecánica significativamente. En el caso del poliestireno, la estabilidad de mezcla asfáltica aumentó en un 58.4% y la rigidez en un 64.3% pero el flujo aumenta en un 25% el cual está fuera del rango permitido de 2mm-4mm concluyendo así que al incorporar el material plástico aumenta la estabilidad y rigidez, pero a su vez también aumenta la fluencia fuera del rango permitido.

Al realizar nuestra investigación utilizamos los porcentajes del 0.2%, 0.3% y 0.5% de poliestireno en relación al peso total de la mezcla para su incorporación tomamos en

cuenta una propiedad importante para la mezcla que es la trabajabilidad, la cual se ve perjudicada por la baja densidad y alto volumen que tiene las perlas de poliestireno. Nuestro porcentaje óptimo de poliestireno fue el 0.3% aumentando la estabilidad y rigidez en un 4.73% y 5.15% respectivamente concluyendo así que se obtuvo una mezcla con mayor resistencia y rigidez ante las deformaciones. Pero en lo que no concuerda con la investigación que se tuvo como antecedente fue en el valor de fluencia la cual se mantuvo con el mismo valor al ser modificada con poliestireno a comparación de la investigación de nuestro antecedente cuyo valor aumenta en un 25% perjudicando así el comportamiento de la mezcla.

V. Conclusiones

Primero:

En el presente trabajo de investigación podemos concluir que la incorporación de poliestireno (expandido) mejora las propiedades de mezclas asfálticas en caliente con un porcentaje óptimo del 0.3% de poliestireno en relación al peso total de la mezcla. El material termoplástico puede ser utilizado confiablemente para mejorar los valores de estabilidad, rigidez y contenido de vacíos y sin perjudicar el valor del flujo. Estos valores están relacionados con las propiedades de estabilidad, flexibilidad, trabajabilidad e impermeabilidad de mezclas asfálticas.

Segundo:

Se toma la hipótesis alterna en la cual la incorporación de poliestireno en mezclas asfálticas no afecta el valor de la fluencia Marshall, comprobándose en nuestro ensayo que tuvo un resultado del 4.4mm a comparación de nuestra mezcla asfáltica convencional que de igual forma se tuvo el valor de 4.4mm de fluencia, este valor está relacionada con las propiedades elásticas o deformación que va a tener el pavimento frente a la aplicación de cargas por acción del tráfico el cual no se va a ver afectado por la incorporación de nuestro material termoplástico.

Tercero:

Se afirma la hipótesis alterna en la cual indica que la incorporación de poliestireno mejora positivamente la estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente, debido a que se tuvo un aumento del 4.73% con un valor de 1610.8kg con respecto a la mezcla convencional cuyo valor fue de 1538.4kg, este valor nos permite confirmar que la mezcla tendrá una mejor estabilidad frente a desplazamiento y deformaciones, mejorando así su capacidad de resistencia mecánica a las cargas por acción del tránsito vehicular.

Cuarto:

Con respecto a los valores de densidad bulk y contenido de vacíos de la mezcla asfáltica se afirma no existe variación significativa; en el caso de la densidad de la mezcla convencional se obtuvo un valor de 2.372 g/cm³ y al incorporar 0.3% de

poliestireno a la mezcla se obtuvo un valor de 2.374 g/cm³ lo cual no perjudica a la mezcla. En el caso del contenido de vacíos con la mezcla asfáltica se obtuvo un valor del 4.1% y con la mezcla modificada se obtuvo 4.0%; estos valores están dentro del rango permitido por las especificaciones del MTC donde se detalla el rango de 3% - 5%. Por lo general siempre se desea llegar al 4% para así permitir una compactación adicional al pavimento y además aportar a la flexibilidad del pavimento para acomodarse sin agrietamientos a movimientos y asentamientos por acción del tránsito.

Quinto:

Además, tenemos un equilibrio en el porcentaje de vacíos para aportar flexibilidad de la mezcla y a su vez no perjudique a la impermeabilidad para así evitar el paso de aire y agua al interior del pavimento u otras sustancias perjudiciales pueden afectar al pavimento al tener un alto contenido de vacíos, es así el motivo por el cual se pretende llegar al 4% del contenido de vacíos y llegar a un equilibrio para un mejor desempeño.

Sexto:

Finalmente, nuestra investigación genera un aporte a la ingeniería civil en el campo estructural, económico y medioambiental, esto ocurre debido a que el material termoplástico (perlas de poliestireno) mejora las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas, es menos costoso en el mercado que el precio de arena generando un ahorro estimado del 2.52% en insumos. Además de ser un material que tarda en degradarse 500 años aproximadamente, estaríamos contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

VI. Recomendaciones

Primero:

La incorporación de poliestireno en mezclas asfálticas en caliente ha evidenciado su mejora en el comportamiento de la mezcla, sin embargo, se recomienda complementar el estudio del comportamiento de la mezcla modificada con poliestireno con otros ensayos que sean más explícitos como, por ejemplo: pruebas de fatiga, durabilidad y ahuellamiento, para así determinar la incidencia de la incorporación de poliestireno frente a estos ensayos.

Segundo:

Se sugiere realizar otras investigaciones en nuestro país sobre la modificación de mezclas asfálticas con poliestireno por vía húmeda, modificando al cemento asfáltico, para así determinar si varían sus propiedades como la viscosidad, penetración, ductilidad y envejecimiento y además estudiar su comportamiento en mezclas asfálticas para comprobar si mejora o no frente a los mismos factores determinando su desempeño en pavimentos asfálticos flexibles (estabilidad, fluencia, densidad y contenido de vacíos).

Tercero:

Recomendamos realizar más estudios sobre la modificación de mezclas asfálticas con materiales plásticos reciclables para mejorar el medio ambiente y mitigar impactos ambientales significativos además de su incidencia en el comportamiento de la mezcla asfáltica y su desempeño en pavimentos.

Cuarto:

Por último, se recomienda investigar a fondo como varía la trabajabilidad en campo para así medir la facilidad de ser colocada y compactada la mezcla ya que está relacionada con la granulometría de los agregados finos y gruesos incluyéndose el poliestireno, como también evaluar el costo a nivel de proyecto realizando un presupuesto y su respectivo análisis de precios unitarios.

VII. Referencias

- AGUDELO AGUDELO, Alejandra, et al. Rediseño de un proceso que permita el reciclaje del poliestireno expandido (EPS). 2018.

Disponible en:

http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10926/Rediseno_proceso_reciclaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- AKBAR, Aftab, et al. Evaluation of the Effect of Polystyrene on the Performance of Asphalt Mixes. *Advances in Materials*, 2019, vol. 8, no 2, p. 48.

Disponible en:

file:///C:/Users/User/Downloads/10.11648.j.am.20190802.12%20(2).pdf

ISSN: 2327-2503

- AL-HAYDARI, Israa Saeed Jawad; MASUED, Ghadah Ghassan. Benefit of using Expanded Polystyrene Packaging Material to Improve Pavement Mixture Properties. *Applied Research Journal*, 2017, vol. 3, no 11, p. 332-342.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Ghadah_Masued/publication/332868345_Benefit_of_Using_Expanded_Polystyrene_Packaging_Material_to_Improve_Pavement_Mixture_Properties/links/5cceeefdea6fdccc9dd8eecd/Benefit-of-Using-Expanded-Polystyrene-Packaging-Material-to-Improve-Pavement-Mixture-Properties.pdf

ISSN: 2423-4796

- ARANDA-ROJAS, Camilo André; CLAVIJO-REY, César Mauricio; MORENO-ANSELMI, Luis Ángel. Análisis del comportamiento físico-mecánico de una mezcla densa en caliente tipo MDC-2 modificada con caucho y cuero en porcentajes de 25% y 75%, respectivamente. *L'esprit Ingénieur*, 2016, vol. 5, no 1.

Disponible en:

<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/1238/1209>

ISSN 2145-9274

- ARAYA, Felipe, et al. Caracterización reológica avanzada de betunes tradicionales y modificados utilizados actualmente en Chile. *Revista ingeniería de construcción*, 2012, vol. 27, no 3, p. 198-210.

Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v27n3/art06.pdf>

- ARROYO, P., et al. Un nuevo enfoque para la integración de factores ambientales, sociales y económicos para evaluar mezclas asfálticas con y sin neumáticos de desecho. *Revista ingeniería de construcción*, 2018, vol. 33, no 3, p. 301-314.

Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v33n3/0718-5073-ric-33-03-301.pdf>

ISSN 0718-5073

- AWWAD, Mohammad T.; SHBEEB, Lina. The use of polyethylene in hot asphalt mixtures. *American Journal of Applied Sciences*, 2007, vol. 4, no 6, p. 390-396.

Disponible en:

<file:///C:/Users/User/Downloads/TheUseofPolyethyleneinHotAsphaltMixtures.pdf>

ISSN 1546-9239

- BAKER, Mousa Bani, et al. Production of sustainable asphalt mixes using recycled polystyrene. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 2016, vol. 11, no 1, p. 183-192.

Disponible en: http://www.ripublication.com/ijaes16/ijaesv11n1_15.pdf

ISSN 0973-6077

- BLAŹEJOWSKI, Krzysztof; GAWDZIK, Barbara; MATYNIA, Tadeusz. Effect of Recycled Rubber on the Properties of Road Bitumen. *Journal of Chemistry*, 2018, vol. 2018.

Disponible en: <http://downloads.hindawi.com/journals/jchem/2018/8759549.pdf>

- CÁRDENAS-POBLADOR, Jaleydi, et al. Modelación del comportamiento reológico de asfalto convencional y modificado con polímero reciclado, estudiada desde la relación viscosidad-temperatura. *Revista EIA*, 2013.

Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/200/1/REI00117.pdf>

ISSN 1794-1237

- CORBACHO CHIPANA, Jorge Edison. Análisis de la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de Rueda Cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad del Cusco-2018. 2019.

Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/3571>

- CRUZ, Kleber Orlando Campaña; HURTADO, Salomé Galeas; BARRAGÁN, Víctor Hugo Guerrero. Obtención de asfalto modificado con polvo de caucho proveniente del reciclaje de neumáticos de automotores. *Revista Politécnica*, 2015, vol. 36, no 3, p. 1-1.

Disponible en:

https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/513/pdf

ISSN 1390-0129

- DÁVALOS MURRAY, Yvette Rocio. Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido. 2015.

Disponible en:

<http://190.119.213.91/bitstream/handle/UNSA/1910/Mtdamuyr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Paola Estefanía; RUIZ BEDOYA, Nicolás Alexander. *Mezcla asfáltica modificada con poliestireno por vía seca*. 2018. Tesis de Licenciatura. PUCE.

Disponible en:

http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15075/TESIS_Fernandez_Ruiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- FERNÁNDEZ-GÓMEZ, Wilmar Darío; RONDÓN QUINTANA, H.; REYES LIZCANO, Fredy. A review of asphalt and asphalt mixture aging: Una revisión. *Ingeniería e investigación*, 2013, vol. 33, no 1, p. 5-12.

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v33n1/v33n1a02.pdf>

ISSN 0120-5609

- FORIGUA ORJUELA, José Edilson; PEDRAZA DÍAZ, Elkin. *Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos*. 2014. Tesis de Licenciatura.

Disponible en:

<https://repositorio.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2575/1/Dise%C3%B1o-mezclas-asf%C3%A1lticas-modificadas-adici%C3%B3n-desperdicios-pl%C3%A1sticos.pdf>

- GARNICA ANGUAS, Paul, et al. Comportamiento de mezclas asfálticas modificadas con SBR. *Publicación Técnica*, 2004, no 254.

Disponible

en:

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt254.pdf>

ISSN 0188-7297

- HERRERA, Marco. *Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido(eps) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos*, 2015, 134pp.

Disponible

en:

https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/413/1/PCM_M_Tesis_2015_Marco_Herrera.pdf

- INFANTE, Ana Sofía Figueroa, et al. Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en una mezcla asfáltica densa en caliente. *Ingeniería e investigación*, 2007, vol. 27, no 3, p. 5-15.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/643/64327302.pdf>

ISSN 0120-5609

- INFANTE, Ana Sofía Figueroa; SANTANILLA, Elsa Beatriz Fonseca; LIZCANO, Fredy Alberto Reyes. Caracterización fisicoquímica y morfológica de asfaltos modificados con material reciclado. *Ingeniería y universidad*, 2009, vol. 13, no 1, p. 3.

Disponible en:
file:///C:/Users/User/Downloads/DialnetCaracterizacionFisicoquimicaYMorfologicaDeAsfaltos-3096113.pdf

ISSN 0123-2126

- INFANTE, Ana Sofía Figueroa, et al. Contrastación entre el asfalto modificado con poliestireno y llanta triturada empleando dos métodos de mezclado. *Revista Épsilon N°*, 2008, vol. 10, p. 67-79.

Disponible en:
file:///C:/Users/User/Downloads/Contrastacion_entre_el_asfalto_modificado_con_poli.pdf

ISSN 1692-1259

- KHAN, Imran M., et al. Asphalt design using recycled plastic and crumb-rubber waste for sustainable pavement construction. *Procedia Engineering*, 2016, vol. 145, p. 1557-1564.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/82671813.pdf>

ISSN 1877-7058

- LABERIAN, López; ERNESTO, Manuel. Utilización de aditivos polímeros en pavimentos flexibles. 2004.

Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_55184e687a1d251d065831340c6da980/Details

- LARA, Arriola; ARACELY, Enma; VELÁSQUEZ MARTELL, Fidel Ernesto. Evaluación técnica de alternativas de reciclaje de poliestireno expandido (EPS). 2013. Tesis Doctoral. Universidad de El Salvador.

Disponible en:
<http://ri.ues.edu.sv/5033/1/Evaluaci%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20de%20alternativas%20de%20reciclaje%20de%20poliestireno%20expandido%20%28EPS%29.pdf>

- LENG, Zhen; PADHAN, Rabindra Kumar; SREERAM, Anand. Production of a sustainable paving material through chemical recycling of waste PET into crumb rubber modified asphalt. Journal of cleaner production, 2018, vol. 180, p. 682-688.

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618301938>

- LIZCANO, Fredy Alberto Reyes, et al. Comportamiento de un cemento asfáltico modificado con un desecho de PVC. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 2013, vol. 12, no 22, p. 75-84.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/750/75029150007.pdf>

ISSN 1692-3324

- LIZCANO, Fredy Alberto Reyes. Mezclas asfálticas modificadas con un elastómero (caucho) y un plastómero (tiras de bolsas de leche con asfalto 80-100). *Infraestructura vial*, 2007, p. 25-34.

Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2063/2026>

ISSN 1692-3324

- MADARIAGA, Francisco Javier González. Mezclas de residuos de poliestireno expandido (EPS) conglomerados con yeso o escayola para su uso en la construcción. *Informes de la Construcción*, 2008, vol. 60, no 509, p. 35-43.

Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/589-1128-1-PB.pdf>

ISSN 1988-3234

- Manual de carreteras. Ministerio de transportes y comunicaciones. 17 de Julio del 2013.

Disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf

- MAZUMDER, Mithil; KIM, Hyunhwan; LEE, Soon-Jae. Performance properties of polymer modified asphalt binders containing wax additives. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 2016, vol. 9, no 2, p. 128-139.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416300074>

- MELGAR, ELOY PARRA, et al. Sustitución parcial del asfalto en una mezcla para pavimento a base de polímeros reciclados. 2019.

Disponible en: <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/1131/1/RI007922.pdf>

- NASSAR, I. M.; KABEL, K. I.; IBRAHIM, I. M. Evaluation of the effect of waste polystyrene on performance of asphalt binder. *ARNP Journal of Science and Technology*, 2012, vol. 2, no 10, p. 927-935.

Disponible en :
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.679.377&rep=rep1&type=pdf>

ISSN 2225-7217

- ORTÍZ, Oscar Javier Reyes; PUMAREJO, Luis Guillermo Fuentes; MORENO-TORRES, Oscar Hernando. Comportamiento de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltos modificados con ceras. *Ingeniería y Desarrollo*, 2013, vol. 31, no 1, p. 161-178.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/852/85228695010.pdf>

ISSN 0122-3461

- PRADA, Oscar, et al. Comportamiento de dos mezclas asfálticas venezolanas en caliente, modificadas con desecho de policloruro de vinilo. *Ciencia e Ingeniería*, 2010, vol. 31, no 2, p. 119-124.

Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/1127-4365-1-PB.pdf>

ISSN 1316-7081

- QUINTANA, Hugo Alexander Rondón; LIZCANO, Fredy Alberto Reyes; MARTÍNEZ, Blanca Esperanza Ojeda. Comportamiento de una mezcla densa de asfalto en caliente modificada con desecho de policloruro de vinilo (PVC). *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2008, vol. 18, no 2, p. 29-43.

Disponible en:

<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1487/1183>

ISSN 0124-8170

- QUINTANA, Hugo Alexánder Rondón; RINCÓN, Edgar Rodríguez; ANSELMÍ, Luis Ángel Moreno. Resistencia mecánica evaluada en el ensayo Marshall de

mezclas densas en caliente elaboradas con asfaltos modificados con desechos de policloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad (PEAD) y poliestireno (PS). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 2007, vol. 6, no 11, p. 91-104.

Disponible en:

<https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/207/194>

ISSN 1692-332

- RADZISZEWSKI, Piotr. Modified asphalt mixtures resistance to permanent deformations. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2007, vol. 13, no 4, p. 307-315.

Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13923730.2007.9636451?needAccess=true>

ISSN 1392-3730

- RAMÍREZ MONTENEGRO, Marco Antonio. Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera san Martín con cemento asfáltico pen 60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP. 2015.

Disponible en:

file:///C:/Users/User/Downloads/RE_MAEST_ING_MARCO.RAMIREZ_EVALUACION.DE.COMPATIBILIDAD.DE.MEZCLAS.ASFALTICAS.UTILIZANDO.AGREGADOS_DATOS.pdf

- RODRÍGUEZ, FERNANDO ANDRES WULF. Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero. Director: COLLARTE CONCHA, Luis. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencia de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Valdivia, Chile, 2008.

Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfciw961a/doc/bmfciw961a.pdf>

- SALAZAR, Luis Guillermo Loría. Evaluación de asfaltos modificados en laboratorio con distintos polímeros. *Infraestructura Vial*, 2007, p. 46-53.

Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2065/2028>

ISSN 2215-3705

- SÁNCHEZ CASTILLO, Arnulfo. Análisis comparativo de las características físicas entre el asfalto convencional y el asfalto modificado con poliestireno y llanta triturada.

Disponible en:

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15501/T40.06%20S55a.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- VILA-CORTAVITARTE, Marta, et al. Analysis of the influence of using recycled polystyrene as a substitute for bitumen in the behaviour of asphalt concrete mixtures. *Journal of cleaner production*, 2018, vol. 170, p. 1279-1287.

Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/AUTHORSPOST-PRINT.pdf>

ISSN 0123-2126

VIII. Anexos

Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables	54
Anexo 2: Matriz de Consistencia.....	55
Anexo 3: Detalle de ensayos de calidad de agregados	56
Anexo 4: Instrumentos.....	62
Anexo 5: Fichas técnicas	106
Anexo 6: Facturación de ensayos	108
Anexo 7: Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones	110
Anexo 8: Certificados de Calibración de equipos INACAL	112
Anexo 9: Panel Fotográfico.....	128
Anexo 10: Similitud TURNITING.....	137
Anexo 11: Glosario de términos.....	144

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Incorporación de poliestireno en mezclas asfálticas	Es un material termoplástico que se caracteriza por presentar una estructura celular cerrada y rellena de aire cuya densidad es ligera y se utiliza como aislante térmico.	Análisis granulométrico de agregados finos	Módulo de finura, Coeficiente de uniformidad, gradación por tamizado
		Proporción de agregado en relación a la muestra (0.2%, 0.3%, 0.5%)	Porcentaje
Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente	Contribuyen a la calidad del pavimento de mezclas asfálticas en caliente y están relacionadas con las fuerzas y factores exteriores que ejercen sobre ellas.	Agregados finos y gruesos	Calidad de agregados finos y gruesos
		Impermeabilidad, Resistencia mecánica, Flexibilidad, Trabajabilidad	Estabilidad Marshall, Flujo, Densidad, Contenido óptimo de asfalto y contenido de vacíos / ASTM D-6926 / MTC E504

Anexo 2: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>P. GENERAL</p> <p>¿Existe una mejora en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas al incorporar poliestireno?</p>	<p>O. GENERAL</p> <p>Determinar el porcentaje óptimo de la incorporación de poliestireno para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.</p>	<p>H. GENERAL</p> <p>La incorporación de poliestireno mejora positivamente las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.</p>	<p>V1. INDEPENDIENTE</p> <p>Incorporación de poliestireno en mezclas asfálticas</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada</p> <p>ENFOQUE Cuantitativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Pre Experimental</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN Exploratorio.</p> <p>POBLACIÓN Infinita</p> <p>MUESTRA 60 briquetas</p>
<p>P. ESPECÍFICO</p> <p>¿Existe alguna variación en la fluencia con la incorporación de poliestireno para mezclas asfálticas en caliente</p>	<p>O. ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar si existe alguna variación en la fluencia de una mezcla asfáltica al incorporar poliestireno.</p>	<p>H. ESPECÍFICO</p> <p>La incorporación de poliestireno no afecta el valor de la fluencia de una mezcla asfáltica en caliente.</p>	<p>DIMENSIONES</p> <p>Análisis granulométrico de agregados finos</p>	
<p>¿Mejora la estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente al incorporar poliestireno?</p>	<p>Explicar el porcentaje en el cual mejora la estabilidad de una mezcla asfáltica al incorporar poliestireno.</p>	<p>La incorporación de poliestireno mejora positivamente la estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente.</p>	<p>INDICADORES</p> <p>Módulo de finura, Coeficiente de uniformidad, gradación por tamizado</p>	
<p>¿Existe alguna variación en la densidad y contenido de vacíos en la incorporación de poliestireno para mezclas asfálticas en caliente?</p>	<p>Determinar si existe alguna variación en la densidad y contenido de vacíos de una mezcla asfáltica al incorporar poliestireno.</p>	<p>La incorporación de poliestireno no afecta los valores de la densidad y el contenido de vacíos de una mezcla asfáltica en caliente.</p>	<p>Proporción de agregado en relación a la muestra (0.2%; 0.3% y 0.5%)</p> <p>V2. DEPENDIENTE</p> <p>Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>Agregados finos y gruesos</p> <p>Impermeabilidad, Resistencia mecánica, Flexibilidad, Trabajabilidad</p>	

Anexo 3: Detalle de ensayos de calidad de agregados

Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico, atendiendo a las normas: NTP 339.129 y ASTM D – 4318:

Según lo indicado nuestro agregado tiene como índice de plasticidad no plástico por el pasante de la malla N°40 y de índice de plasticidad 4 para el pasante de la malla N°200, según la norma se encuentra dentro de los parámetros.

Tabla 19. Índice de Plasticidad (malla N°40 – N°200)

Ensayo	Norma	≤ 3000	> 3000
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	4max.	NP

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013

Equivalente de arena, atendiendo a las normas: NTP 339.146 y ASTM D – 2419:

En nuestros resultados obtuvimos 50 % de promedio de equivalente de arena por tanto el porcentaje de arena se encuentra dentro de las especificaciones para poder diseñar la mezcla asfáltica.

Tabla 20. Equivalente de arena

MUESTRA			
A=HORA ENTRADA A SATURACIÓN	10:27	10:29	10:31
2=SALIDA SATURACIÓN: (A+10´)	10:37	10:39	10:41
B=HORA ENTRADA A DECANTACIÓN	10:38:15	10:40:22	10:42:27
4=SALIDA DECANTACIÓN: (B+20´)	10:58:15	11:00:22	11:02:27
5=ALTURA MATERIAL FINO (pulg.)	7,0	6,9	7,3
6=ALTURA ARENA (pulg.)	3,5	3,5	3,5
7=EQUIV. DE ARENA (6/5 x 100)(%)	51	50	48
8=PROMEDIO DE EQUIV. E DE ARENA (%)		50%	

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019

Tabla 21. Parámetros Equivalente de Arena

Ensayos	Norma	= < 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, atendiendo a las normas: NTP 400.022 y ASTM C – 128:

El porcentaje de absorción de nuestro resultado para agregado grueso es de 0,49% y se encuentran dentro del parámetro ya que según la norma nos indica que es de 1% máx. En el caso del agregado fino nuestro resultado es de 0,67% y también encuentran dentro del parámetro ya que según la norma nos indica que es de 0,5% máx.

Tabla 22. Tabla Peso específico y absorción

NTP 400.021	AGREGADOS MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A	4274.2
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B	2725.4
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIO C=A-B	1548.8
PESO DE MATERIAL SECO D	4255.8
VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)	1530.4
PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) D/C	2,748
PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2,760
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2,781
ABSORCIÓN	0,49
NTP 400.022	AGREGADOS MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A	656.9
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO DEL MATERIAL B	956.9
PESO FIOLA+AGUA+MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C	847.0
VOLUMEN DE LA MASA+VOLUMEN DE VACÍOS D=(B-C)	109.9

PESO DE MATERIAL SECO E	298.0
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)	107.9
PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) E/D	2,712
PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D	2,730
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F	2,762
ABSORCIÓN	0,67

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019

Abrasión de los Ángeles al desgaste de los Agregados, atendiendo a las normas: NTP 400.040 y ASTM D – 4791. 40% máx.:

En el presente ensayo calculamos la calidad del agregado grueso sometándolo por la máquina de Los Ángeles mediante un tambor cilíndrico con billas de acero de 46.8 milímetros que se encuentra calibrada, el ensayo se realizó a 30 revoluciones por minuto, por el tiempo de 15 minutos.

Como el mayor porcentaje de nuestro agregado grueso pasa por la malla ¾” segmentamos nuestra muestra en el GRADO B. Es decir, usaremos 11 esferas o billas de acero para realizar nuestro ensayo, los resultados se muestran en la tabla.

Tabla 23. Resultados de Ensayo de Abrasión

PASA	RET .	GRAD O “A”(12)	GRADO “B” (11)	GRADO “C” (08)	GRADO “D” (06)	GRADO “1” (12)	GRADO “2” (12)	GRADO “3” (12)
3”	2 ½”					2500g		
2 ½”	2”					2500g		
2”	1 ½”					5000g	5000g	
1 ½”	1”	1250g					5000g	5000g
1”	¾”	1250g						5000g
¾”	½”	1250g	2500g					
½”	3/8”	1250g	2500g					
3/8”	N°2			2500g				
N°2	N°4			2500g				
N°4	N°8				5000g			
NOTA: LOS NÚMEROS ENTRE PARENTESIS INDICAN LA CANTIDAD DE ESFERAS								
IDENTIFICACIÓN	002/002							
POZO N°	1							
PESO INICIAL	5000,5							
GRADUACION	B							
PESO MAT/RET EN LA N° 12 gr	4291.5							
PESO MAT. PASA MALLA N°12 gr	709							
PORCENTAJE DESGASTE (%)	14%							

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019

Como se puede observar en la figura tenemos como porcentaje de desgaste el 14% en el agregado grueso. Y lo que nos indican las especificaciones normadas por el MTC son:

Tabla 24. Parámetros Abrasión de los Ángeles

Ensayo	Norma	Altitud (m.s.n.m)	
		≤3000	>3000
Abrasión Los Ángeles	MTE E 207	40% máx.	35% máx.

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013

Por lo que se puede observar, nos encontramos por debajo del rango de porcentaje de permitido que se menciona en las especificaciones con un 14% siendo el máximo el 40%, obteniendo así la calidad de nuestro material en cuanto a desgaste.

Contenido de Sales Solubles Totales, atendiendo a la norma: NTP 339.152". 0,5% máx.

Tabla 25. Resultados Ensayo de Sales solubles en agregados

Identificación	Resultado (mg/kg)
Cantera Gloria, Arena Zarandeada	570
Cantera Gloria, Piedra Chancada HUSO 67	178

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019.

Porcentaje de Caras Fracturadas, atendiendo a la norma: ASTM – D5821 / MTC E- 210" Mínimo 50%

Determinamos la cantidad de fracturas en nuestro agregado grueso para así garantizar la fricción entre partículas y verificar si esta contribuye a la estabilidad y textura de los agregados para una buena adherencia de la mezcla.

Tabla 26. Resultados Ensayo de Caras Fracturadas

DESCRIPCIÓN	Peso total retenido en mallas (A)	Peso muestra (B)		% Caras Fracturadas		Escala original	% caras Fracturadas (E)	
		1 a más	2 a más	1 a más	2 a más		1 a más	2 a más
Mallas serie americana								
2" - 1 ½"	-							
1 ½" - 1"	-							
1" - ¾"	395.9	387.2	387.2	97.8	97.3	22	2151.6	2151.6
¾" - ½"	2204.0	2192.0	2184.2	99.5	99.1	37	3681.5	3666.1
½" - 3/8"	1195.7	1192.1	1192.1	99.7	99.7	36	3589.2	3589.2
							9422.3	9407.5

% CARAS DE FRACTURAS 1 A MAS: 99.2%

% CARAS DE FRACTURAS 1 A MAS: 99.0%

Tabla 27. *Parámetros Ensayo Caras Fracturadas*

Ensayo	Norma	Altitud (m.s.n.m)	
		≤3000	>3000
Caras fracturadas	MTE E 210	85%/50%	90%/70%

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013

Se observa en la Tabla N°27 que nuestro agregado grueso está cumpliendo con el rango mínimo establecido por el MTC garantizando así su calidad y uso para mezclas asfálticas en caliente para alturas menores a 3000 msnm, siendo el 85% y 50% respectivamente a nuestros ensayos que son el 99.2% y 99%.

Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas, atendiendo a la norma: N.T.P. 400.040 y ASTM D- 4791” Máximo 10%

El ensayo de Partículas chatas y alargadas lo realizamos para definir la cantidad de partículas planas o achatadas ya que unos altos contenidos de ellas provocan fallas cuando son sometidas a presiones altas debido a que su forma y grosor no permite una buena resistencia.

Tabla 28. *Resultados Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas*

DESCRIPCIÓN	Peso total retenido en mallas (A)	Peso muestra chatas y alargadas (B)	Porcentaje de chatas y alargadas (c)	Escala original	Porcentaje Parciales de chatas y alargadas
Mallas serie americana					
2” - 1 ½”	-				
1 ½” - 1”	-				
1” - ¾”	395.9	10.2	2.6	22	57.2
¾” - ½”	2204.0	67.8	3.1	37	114.7
½” - 3/8”	1195.7	45.3	3.8	36	136.8
					308.7

Fuente: Elaboración propia, noviembre, 2019

% DE CHATAS Y ALARGADAS E/D: 3.2 %

Tabla 29. Parámetro de Partícula Chatas y Alargadas

Ensayo	Norma	Altitud (m.s.n.m)	
		≤3000	>3000
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	85%/50%	90%/70%

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013

El total de partículas chatas y alargadas de nuestra muestra es el 3.2% de nuestra muestra como se puede observar. Realizando la validación con las especificaciones del MTC, nos encontramos por debajo del límite permitido que es el 10% como máximo para altura menores a 3000 msnm, por ende, se comprueba la calidad de nuestro material grueso.

Anexo 4: Instrumentos

Anexo 4.1: Informe de ensayos de calidad de agregados



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General de
Programas y Proyectos
de Transportes

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

Lima, 18 OCT. 2019

OFICIO N° 238-2 019-MTC /19.01.EE

Señores:
JHAZMIN YESENNIA LUCHO VALLE
HAROLD AREVALO PALOMINO
Mza.C-Lt. 20 Los Angeles – ATE Vitarte
ATE
Lima 03.-

Asunto : Informe de Ensayos de Laboratorio
Referencia : a) REC N° 198-2019-FE-02
b) O.S. N° 247-2019-MTC/19.01.EE
c) Boleta Electrónica: B004-0001084

Me dirijo a ustedes en atención a los documentos de la referencia, a fin de remitir el Informe de Ensayo N°260-2019-MTC/19.01.EE (11 folios), con los resultados de los ensayos de laboratorio, específicamente solicitados y realizados a dos (02) muestras de agregados, tomadas, remitidas e identificadas como procedentes del Proyecto: "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente – Lima 2019".

Atentamente,




ING. CÉSAR A. FERREYROS CORCUERA
ESTUDIOS ESPECIALES

Anexo 4.1.1: Resultado de ensayo granulométrico

000001



LABORATORIO DE LA COODINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2 019-MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : AREVALO PALOMINO HAROLD - LUCHO VALLE JASMIN YESENIA MUESTRA : Canteras
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lt. 20 Los Angeles - Ate Vitarte - Lima IDENTIFICACIÓN : El que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente - Lima 2019" CANTIDAD : 75 kg c/u.
 REFERENCIA : REC N° 199-2 019-FE-02 PRESENTACIÓN : Sacos de polietileno
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 019 10 04 FECHA ENSAYO : 2 019 10 10

MALLAS		DENOMINACIÓN	Cantera La Gloria; Arena Zarandada		Cantera La Gloria; Piedra Chancada USO 67							
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)						
3"	76.200	MTC E-204 (2 016)										
2 1/2"	63.500											
2"	50.800											
1 1/2"	38.100											
1"	25.400						100					
3/4"	19.050						24	76				
1/2"	12.700						44	32				
3/8"	9.525						27	5				
1/4"	6.350						100	27	5			
N° 4	4.750			3	97	5	-					
N° 6	3.350			5	92							
N° 8	2.380			9	83							
N° 10	2.000			11	72							
N° 16	1.190			5	67							
N° 20	0.840			16	51							
N° 30	0.590			8	43							
N° 40	0.425			9	34							
N° 50	0.297			7	27							
N° 80	0.177			5	22							
N° 100	0.149			6	16							
N° 200	0.074		2	14								
- N° 200	-		4	10								
		MTC E-202 (2 016)	10	-								
LÍMITE LIQUIDO (Malla N° 40)		MTC E-110 (2 016)		22								
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		MTC E-111 (2 016)		-								
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		MTC E-110 (2 016)		N.P.								

Observaciones:
 - Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
 - Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.10.04.
 - Los resultados de ensayos 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 (Resolución N° 0002-96/INDECOPI-CRT del 07 01 98).
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
 Lima, 16 de Octubre de 2 019

USA (1/8)
 oeez/jpc/bestic/ocq
 O.S. N° 247



Av. Topuc Amaru N° 150 - Rimac Telf: (051) 481-3707 email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.1.2: Resultado ensayo Equivalente de arena

000002



LABORATORIO DE LA COODINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2 019-MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : ARÉVALO PALOMINO HAROLD - LUCHO VALLE JASMIN YESENIA MUESTRA : Canteras
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lt. 20 Los Ángeles - Ate Vitarte - Lima IDENTIFICACIÓN : El que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente - Lima 2019" CANTIDAD : 75 kg
 REFERENCIA : REC N° 198-2 019-FE-02 PRESENTACIÓN : Sacos de polietileno
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 019.10.04 FECHA DE ENSAYO : 2 019.10.11.

MTC E-114 (2 016) SUELOS. EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS Y AGREGADOS FINOS (*)

DESCRIPCIÓN	RESULTADO (%)
Cantera La Gloria; Arena Zarandeada	50

Observaciones:

- (*) Referencia: ASTM D-2419 (2014). "Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate".
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.10.04.
- Los resultados de ensayos 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 (Resolución N° 0002-98/INDECOPI- CRT del 07.04.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



BACH. ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
 Lima, 16 de Octubre de 2 019

USA (2/8)
 oesc/gmm/bedic
 O.S. N° 247



Av. Topac Amaru N° 150 - Rimac Telf: (051) 481-3707 email: mac_dee@mnc.gob.pe

Anexo 4.1.3: Material Fino que pasa por el tamiz N°200

000003



LABORATORIO DE LA COODINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2 019-MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : ARÉVALO PALOMINO HAROLD - LUCHO VALLE JASMIN YESENIA **MUESTRA** : Canteras

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lt. 20 Los Ángeles - Ate Vitarte - Lima **IDENTIFICACIÓN** : El que se indica

PROYECTO : "Incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente - Lima 2019" **CANTIDAD** : 75 kg

REFERENCIA : REC N° 198-2 019-FE-02 **PRESENTACIÓN** : Sacos de polietileno

FECHA DE RECEPCIÓN : 2 019.10.04. **FECHA DE ENSAYO** : 2 019.10.09 al 10.

MTC E - 202 (2 016) DETERMINACIÓN DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASAN TAMIZ N° 200 (0.75 µm) POR LAVADO EN AGREGADOS (PROCEDIMIENTO A) (*).

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Cantera La Gloria; Arena Zarandeada	10,4

Observaciones:

- (*) Referencia ASTM C-117 (2017) "Standard test method for materials finer than 75-µm (N° 200) sieve in mineral aggregates by washing"
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.10.04.
- Los resultados de ensayos 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 (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



BACH. ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
Lima, 16 de Octubre de 2 019

USA (3/8)
oaso/ocog/bedic
C.S. N° 247



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel.: (051) 481-3707

email: msc_dee@mfc.gob.pe

Anexo 4.1.4: Resultado de ensayo de Abrasión

000004



LABORATORIO DE LA COODINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2 019-MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: ARÉVALO PALOMINO HAROLD - LUCHO VALLE JASMIN YESENIA	MUESTRA	: Canteras
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lt. 20 Los Ángeles - Ate Vitarte - Lima	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente - Lima 2019"	CANTIDAD	: 75 kg
REFERENCIA	: REC N° 198-2 019-FE-02	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2 019.10.04.	FECHA DE ENSAYO	: 2 019.10.11.

MTC E-207 (2 016) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO (%)
Cantera La Gloria; Piedra Chancada USO 67	Tamaño Máximo Nominal: 3/4"	15
	Gradación: "B"	
	Número de Esferas: 11	

Observaciones:

- (*) ASTM C-131 (2014). "Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine"
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.10.04.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



[Handwritten signature]

ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
Lima, 16 de Octubre de 2 019

USA (4/8)
oesc/jpc/bedic
O.S. N° 247



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel.: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.1.5: Resultado de Ensayo de Peso específico y Absorción del agregado grueso

000005



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

LABORATORIO DE LA COODINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2 019-MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: ARÉVALO PALOMINO HAROLD - LUCHO VALLE JASMIN YESENIA	MUESTRA	: Canteras
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lt. 20 Los Ángeles - Ate Vitarte - Lima	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente - Lima 2019"	CANTIDAD	: 75 kg
REFERENCIA	: REC N° 198-2 019-FE-02	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2 019.10.04.	FECHA DE ENSAYO	: 2 019.10.14 al 15.

MTC E-206 (2 016) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
Cantera La Gloria; Piedra Chancada USO 67	Peso específico bulk (base seca) g/cm ³	2,748
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm ³	2,760
	Peso específico aparente (base seca) g/cm ³	2,781
	Absorción (%)	0,49

Observaciones:

- (*) Referencia: ASTM C-127 (2015). "Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate".
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.10.04.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



[Handwritten signature]

BACH. ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
Lima, 16 de Octubre de 2 019

USA (5/8)
oesc/jpc/bed/c
O.S. N° 247



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac Telf.: (051) 481-3707 email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.1.6: Resultados de Ensayo Peso específico y Absorción del agregado fino

000006



LABORATORIO DE LA COODINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2 019-MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: ARÉVALO PALOMINO HAROLD - LUCHO VALLE JASMIN YESENIA	MUESTRA	: Canteras
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lt. 20 Los Ángeles - Ate Vitarte - Lima	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente - Lima 2019"	CANTIDAD	: 75 kg
REFERENCIA	: REC N° 198-2 019-FE-02	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2 019.10.04.	FECHA DE ENSAYO	: 2 019.10.14 al 15.

MTC E-205 (2 016) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
Cantera La Gloria; Arena Zarandeadá	Peso específico bulk (base seca) g/cm ³	2,712
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm ³	2,730
	Peso específico aparente (base seca) g/cm ³	2,762
	Absorción (%)	0,67

Observaciones:

- (*) Referencia: ASTM C-128 (2012). "Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of fine aggregate".
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.10.04.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



[Handwritten signature]

ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
Lima, 16 de Octubre de 2 019

USA (6/8)
oesc/jpc/bedic
O.S. N° 247



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel.: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.1.7: Resultado de Ensayo de Partículas chatas y alargadas

000007



LABORATORIO DE LA COODINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2 019-MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: ARÉVALO PALOMINO HAROLD - LUCHO VALLE JASMIN YESENIA	MUESTRA	: Canteras
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lt. 20 Los Ángeles - Ate Vitarte - Lima	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente - Lima 2019"	CANTIDAD	: 75 kg
REFERENCIA	: REC N° 198-2 019-FE-02	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2 019.10.04.	FECHA DE ENSAYO	: 2 019.10.10 al 11.

NTP 400.040 (2 015) AGREGADOS. PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO (*)

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Cantera La Gloria; Piedra Chancada USO 67	Partículas chatas y alargadas (relación 1 a 3)	2,5

Observaciones:

- (*) Referencia, ASTM D-4791 (2010), "Aggregates. Flat or elongated particles in coarse aggregate"
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.10.04.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
Lima, 16 de Octubre de 2 019

USA (7/8)
oesc/coq/bedic
O.S. N° 247



LABORATORIO



CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Telf.: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.1.8: Resultado de ensayo de Caras fracturadas en el agregado grueso

000008



LABORATORIO DE LA COODINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2 019-MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : ARÉVALO PALOMINO HAROLD - LUCHO VALLE JASMIN YESENIA MUESTRA : Canteras
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lt. 20 Los Ángeles - Ate Vitarte - Lima IDENTIFICACIÓN : El que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de poliestireno para el estudio del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente - Lima 2019" CANTIDAD : 75 kg
 REFERENCIA : REC N° 198-2 019-FE-02 PRESENTACIÓN : Sacos de polietileno
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2 019.10.04. FECHA DE ENSAYO : 2 019.10.10 al 11.

MTC E-210 (2 016) PORCENTAJE DE CARAS DE FRACTURA EN EL AGREGADO GRUESO

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Cantera La Gloria; Piedra Chancada USO 67	Partículas con una ó más caras de fractura	99,3
	Partículas con dos ó más caras de fractura	98,8

Observaciones:

- Cara fracturada, n.- una superficie angular, áspera y rugosa, o rota de un agregado ocasionada por chancado u otro medio artificial, o por medio natural.
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.10.04.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



[Handwritten Signature]

ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
 Lima, 16 de Octubre de 2 019

USA (8/8)
 oesc/ccg/bedic
 O.S. N° 247



Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac Telf.: (051) 481-3707 email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.1.9: Resultado de Ensayo Riedel Weber

000009



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 260 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. **MUESTRA** : Agregados.
 : ARÉVALO PALOMINO HAROLD.
DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del **CANTIDAD** : 75 kg aprox.
 Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente
 Lima 2019".
REFERENCIA : REC N°198-2019-FE-02. **PRESENTACIÓN** : Sacos.
RECEPCIÓN DEL DOC. : 2019/10/04. **FECHA DE ENSAYO** : 2019/10/10 al 2019/10/11.

MTC E 220 (2000)* ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ÁRIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL WEBER)

IDENTIFICACIÓN	ADITIVO (% en peso del asfalto)	RESULTADO (GRADO)
		Desprendimiento Parcial - Desprendimiento Total
Cantera "La Gloria" Arena zarandeada	0,50%	4 - 9

Tipo de ligante: Cemento asfáltico PEN 60/70.
Tipo de aditivo: Mejorador de adherencia "Quimibond 3000".

Observaciones:

- (*) Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).
- Muestras porporcionadas e identificadas por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2019/10/04.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
- Los resultados sólo están relacionados a los ítems ensayados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UMA (1/2)
 eva/wlll.
 O.S. N°247



Av. Túpac Amaru Nº 150 - Rimac Telf.: (051) 481-3707 email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.1.10: Resultado de Ensayo de Adherencia

000010



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
 INFORME DE ENSAYO N° 260 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados.
 : ARÉVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 75 kg.
 REFERENCIA : REC N°198-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos de polietileno.
 RECEPCIÓN DEL DOC. : 2019/10/04. FECHA DE ENSAYO : 2019/10/10 al 2019/10/11.

MTC E - 517 * CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS CON MATERIALES ASFÁLTICOS (INCLUYE EMULSIONES) EN PRESENCIA DEL AGUA (STRIPPING) MEZCLAS ABIERTAS Y/O T.S.

IDENTIFICACIÓN	REVESTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
Cantera "La Gloria" Piedra chancada huso 67	100	+ 95

Tipo de asfalto: Cemento asfáltico PEN 60/70.

Observaciones:

- (*) Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).
- Muestras porporcionadas e identificadas por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2019/10/04.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
- Los resultados sólo están relacionados a los ítems ensayados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



[Handwritten signature]

ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
 Lima, 22 de Octubre del 2019.

UMA (2/2)
 eva/wll.
 O.S. N°247



Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac Tel.: (051) 481-3707 email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.1.11: Resultado de Ensayo de sales solubles totales

000011



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 2 6 0 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: ARÉVALO PALOMINO HAROLD LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C - LT.20 Los Angeles - ATE Vitarte	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente - Lima 2019"	CANTIDAD	: 75 kg,
REFERENCIA	: REC N° 198 - 2019 - FE-02	PRESENTACIÓN	: Sacos de Polietileno
RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO	: 2019.10.04	FECHA DE ENSAYO	: Del 2019.10.14 Al 2019.10.15

MTC E - 219 (2 016) : SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Identificación	Resultado (mg/kg)
Cantera Gloria; Arena Zarandeada	570
Cantera Gloria; Piedra Chancada HUSO 67	178

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante
- Fecha de orden de ensayo: 2019.10.04
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
- Los resultados sólo están relacionados con los ítems ensayados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Equivalencias: mg/kg = ppm; para obtener resultados en % dividir valores (en mg/kg ó ppm) por 10,000



ING. RUTH FÉLIX SÁNCHEZ
Lima, 17 de Octubre del 2019

UAQ (1/1)
rfs/dco
O.S.N° 247



Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac Telf. (051) 481-3707 email: mac_dee@mtc.gob.pe

Anexo 4.2: Informe de ensayo Marshall de la mezcla convencional

000001



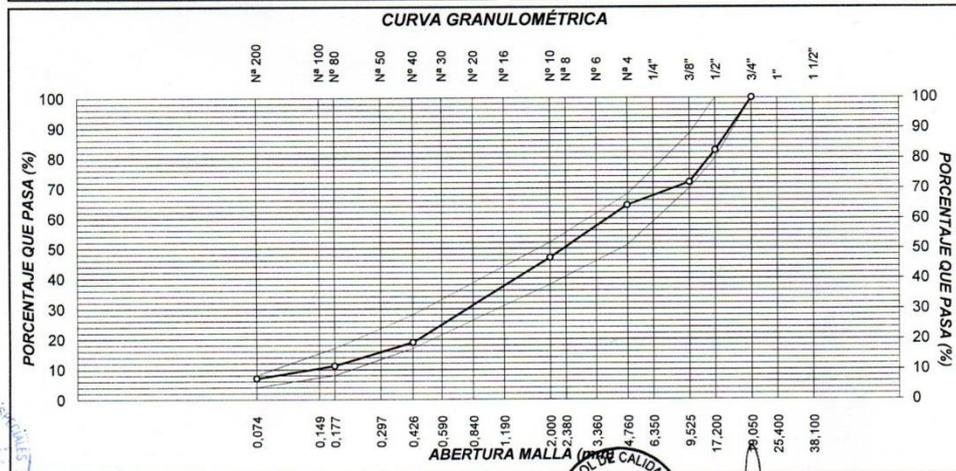
**LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE**

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENIA. **MUESTRA** : Agregados.
ARÉVALO PALOMINO HAROLD. **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. **CANTIDAD** : 120 kg.
PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente - Lima 2019".
REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. **PRESENTACIÓN** : Sacos.
RECEPCIÓN DEL DOC. : 2019.10.16. **FECHA DE ENSAYO** : 2019/10/16 al 2019/10/19.

MEZCLA DE AGREGADOS

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE			
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN MAC-2
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050		100,0	100
1/2"	12,700	17,4	82,6	80 - 100
3/8"	9,525	10,6	72,0	70 - 88
1/4"	6,350	4,1	67,9	
N° 4	4,760	3,5	64,4	51 - 68
N° 6	3,360	6,3	58,1	
N° 8	2,380	7,7	50,4	
N° 10	2,000	3,5	46,9	38 - 52
N° 16	1,190	11,2	35,7	
N° 20	0,840	5,6	30,1	
N° 30	0,590	6,3	23,8	
N° 40	0,426	4,9	18,9	17 - 28
N° 50	0,297	3,5	15,4	
N° 80	0,177	4,2	11,2	8 - 17
N° 100	0,149	1,4	9,8	
N° 200	0,074	2,8	7,0	4 - 8
- N° 200		7,0	-	

RESUMEN DE ENSAYO	
IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA	
(1) Cant. La Gloria Piedra Chancada	= 30%
(2) Cant. La Gloria Arena zarandeada	= 70%
OBSERVACIONES : - Especificaciones del MTC EG-2000	



ESTUDIOS ESPECIALES
J.C. FLORES
Coord. de Control de Calidad

UMA (1/32)
eva/jaa.
O.S. N°255

CONTROL DE CALIDAD CEE
E. VALLADARES A.
ING. E. VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70 y aditivo.
 ARÉVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5,0		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,5		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66,5		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,44	6,46	6,49	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1210,2	1210,8	1209,2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1212,0	1212,0	1211,0	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	690,0	688,0	684,8	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,8	1,2	1,8	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm³)	522,0	524,0	526,2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,34	0,23	0,34	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,318	2,311	2,298	2,309
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,520		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,0	8,3	8,8	8,4
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,723		
20	V.M.A. (%)	19,1	19,4	19,8	19,4
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	58,1	57,2	55,5	56,9
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,735		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,17		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,83		
25	FLUJO (mm)	4,1	3,8	4,1	4,0
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1215,0	1215,0	1276,2	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	0,96	0,96	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1215,0	1166,0	1225,0	1202,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	2989,7	3060,4	3014,3	3021,0

ESTUDIOS
 J.C. FLORES
 Control de Control de Calidad

UMA (2/32)
 eva/edm/jaa.
 O.S. N° 255

CONTROL DE CALIDAD CEE
 E. VALLADARES A.
 ING. ENRIKA VALLADARES ALARCÓN.

Lima, 06 de Noviembre del 2019.





LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70 y aditivo.
 ARÉVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS		1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5,5		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,4		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66,2		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		-0,1		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,44	6,48	6,41	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1212,2	1215,4	1214,6	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1213,6	1216,4	1215,8	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	691,8	690,8	695,8	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,4	1,0	1,2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	521,8	525,6	520,0	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,27	0,19	0,23	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,323	2,312	2,336	2,324
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,505		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7,3	7,7	6,8	7,2
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,723		
20	V.M.A. (%)	19,4	19,7	18,9	19,3
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	62,6	61,0	64,2	62,6
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,741		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,25		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5,25		
25	FLUJO (mm)	3,8	4,1	4,3	4,1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1201,3	1261,6	1233,8	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	0,96	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1201,0	1211,0	1234,0	1215,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3152,2	2979,8	2857,8	2997,0



UMA (3/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



ING. ERIC VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO



CEE

Av. Tupac Amaru N° 150 - Rimac

Tel.: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70 y aditivo.
 ARÉVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,0			
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,20			
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,80			
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,0			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,748			
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,712			
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	--			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,43	6,45	6,44	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1223,6	1215,0	1225,0	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1224,6	1215,6	1226,2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	703,0	693,0	704,4	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	0,6	1,2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	521,6	522,6	521,8	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,19	0,11	0,23	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,346	2,325	2,348	2,339
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,480			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	5,4	6,3	5,3	5,7
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,723			
20	V.M.A. (%)	19,0	19,7	19,0	19,2
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	71,5	68,3	71,9	70,6
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,734			
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,15			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5,85			
25	FLUJO (mm)	4,3	4,1	4,1	4,1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1332,8	1356,3	1332,8	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1333,0	1356,0	1333,0	1341,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3087,1	3336,6	3280,0	3235,0



UMA (4/32)
 O.S. N° 255
 eva/edm/jaa.



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
 Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rímac

Tel: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70 y aditivo.
 ARÉVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS		1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C. A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,5			
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,1			
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,5			
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,0			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,748			
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,712			
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	--			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,36	6,35	6,37	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1229,4	1227,8	1228,8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1230,0	1228,2	1229,6	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	714,0	713,0	713,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,6	0,4	0,8	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	516,0	515,2	516,6	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,12	0,08	0,15	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,383	2,383	2,379	2,381
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,456			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3,0	3,0	3,2	3,0
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,723			
20	V.M.A. (%)	18,2	18,2	18,3	18,2
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	83,6	83,7	82,8	83,4
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,727			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,06			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	6,44			
25	FLUJO (mm)	4,3	4,3	4,3	4,3
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1521,3	1653,4	1592,0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1521,0	1653,0	1592,0	1589,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3522,5	3828,2	3686,9	3679,0



UMA (5/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



ING. ENKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rímac

Tel.: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70 y aditivo.
 ARÉVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7,0			
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	27,9			
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,1			
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,0			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,748			
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,712			
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	--			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,44	6,41	6,36	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1238,0	1234,4	1230,4	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1238,2	1234,6	1230,8	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	716,0	715,0	715,0	697,5
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,2	0,2	0,4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	522,2	519,6	515,8	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,04	0,04	0,08	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,371	2,376	2,385	2,377
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,439			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	2,8	2,6	2,2	2,5
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,723			
20	V.M.A. (%)	19,0	18,9	18,5	18,8
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	85,3	86,2	88,1	86,5
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,730			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,09			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	6,91			
25	FLUJO (mm)	4,6	4,6	4,6	4,6
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1592,0	1544,8	1568,4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1592,0	1545,0	1568,0	1568,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3482,1	3379,3	3429,6	3430,0



UMA (6/32)
 O.S. N° 255
 eva/edm/jaa.



INGENIERA VALLADARES ALARCÓN.
 Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO



CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rímac

Tel: (051) 481-3707

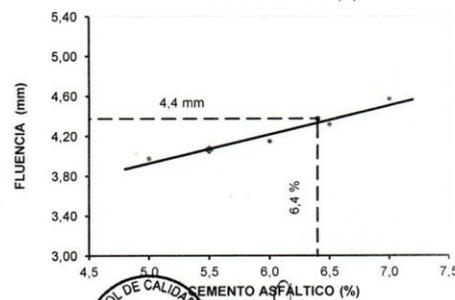
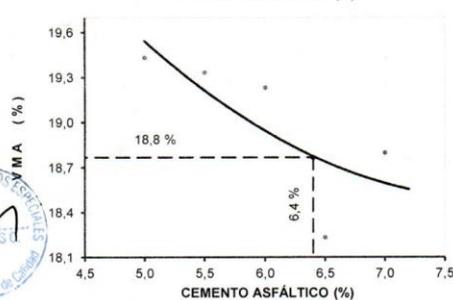
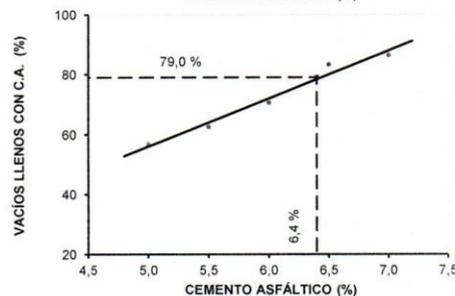
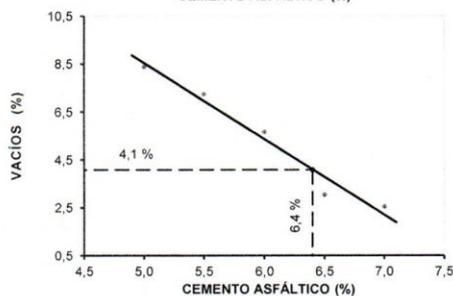
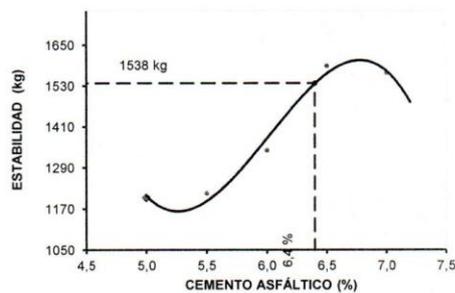
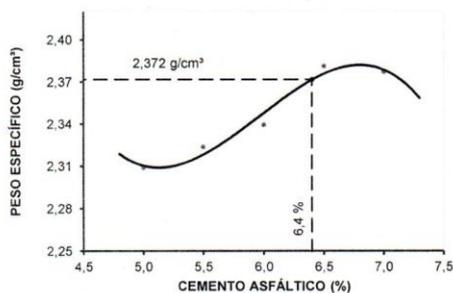
email: mac_dee@mtc.gob.pe

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA.	MUESTRA	: Agregados, PEN 60/70 y aditivo.
	ARÉVALO PALOMINO HAROLD.	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte.		
PROYECTO	: "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019".	CANTIDAD	: 120 kg.aprox.
REFERENCIA	: REC N° 206-2019-FE-02.	PRESENTACIÓN	: Sacos, envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019/10/16.	FECHA DE ENSAYO	: 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL




 ESTUDIOS ESPECIALES S.R.L.
 J.D. FLORES
 Control de Control de Calidad

UMA (7/32)
 O.S. N° 255
 eval/edm/jaa.


 CONTROL DE CALIDAD
 E. VILLANUEVA ALLADARES ALARCÓN.
 Lima, 16 de Noviembre del 2019.

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70 y aditivo.
 ARÉVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL					
- N° de golpes por cara	:					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6,2		6,4		6,6
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2,355		2,372		2,370
- Vacíos, %	:	4,7		4,1		3,5
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	75,2		79,0		81,6
- V.M.A., %	:	18,9		18,8		18,7
- Estabilidad, kg (kN)	:	1420,1	(13,93)	1538,4	(15,09)	1513,6 (14,84)
- Flujo, mm (10 ⁻² pulg)	:	4,2	(16,6)	4,4	(17,2)	4,4 (17,2)
- Absorción de Asfalto, %	:			0,14		
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	:	3367,0	(8,0)	3517,0	(9,0)	3462,0 (9,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C	:			140 - 145		

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % **	:	30,0
(2) Agregado fino, % **	:	70,0
(3) Aditivo, % ***	:	0,5

Materiales :

Tipo de Asfalto	:	Cemento Asfáltico 60/70 (Repsol).
Agregado grueso	:	Cantera La Gloria. - Piedra Chancada.
Agregado fino	:	Cantera La Gloria. - Arena zarandeada.
Aditivo	:	Mejorador de Adherencia "Quimibond 3000".

Nota :
 (*) Porcentaje en peso de la mezcla total.
 (**) Porcentaje en peso de los agregados.
 (***) Porcentaje en peso del asfalto.

Observaciones :
 Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).
 Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2019.10.16

Los resultados de ensayos 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 (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).

Los resultados sólo están relacionados con lo items ensayados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UMA (8/32)
 O.S. N° 255
 eva/edm/jaa.



Lima, 06 de Noviembre del 2019.

Anexo 4.3. Informe de ensayo Marshall de mezcla asfáltica incorporando 0.2% poliestireno

000009



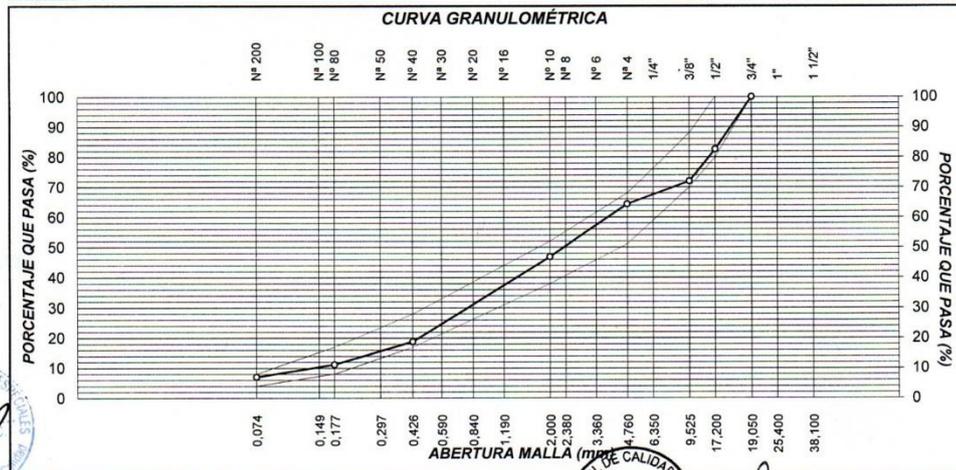
LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENIA. MUESTRA : Agregados.
 : ARÉVALO PALOMINO HAROLD. IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. CANTIDAD : 120 kg.
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente - Lima 2019".
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos.
 RECEPCIÓN DEL DOC. : 2019.10.16. FECHA DE ENSAYO : 2019/10/16 al 2019/10/19.

MEZCLA DE AGREGADOS

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE			
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN MAC-2
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050		100,0	100
1/2"	12.700	17,4	82,6	80 - 100
3/8"	9.525	10,6	72,0	70 - 88
1/4"	6.350	4,1	67,9	
N° 4	4.750	3,5	64,4	51 - 68
N° 6	3.350	6,5	57,9	
N° 8	2.380	7,6	50,3	
N° 10	2.000	3,5	46,8	38 - 52
N° 16	1.190	11,2	35,6	
N° 20	0.840	5,6	30,0	
N° 30	0.590	6,3	23,7	
N° 40	0.425	4,9	18,8	17 - 28
N° 50	0.297	3,4	15,4	
N° 80	0.177	4,2	11,2	8 - 17
N° 100	0.149	1,4	9,8	
N° 200	0.074	2,8	7,0	4 - 8
- N° 200		7,0	-	

RESUMEN DE ENSAYO	
IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA	
(1) Cant. La Gloria Piedra Chancada	= 30,0%
(2) Cant. La Gloria Arena zarandeada	= 69,8%
(3) Poliestireno	= 0,2%
OBSERVACIONES : - Especificaciones del MTC EG-2000	



UMA (09/32)
eva/jaa.
O.S. N°255

CONTROL DE CALIDAD
E. VALLADARES A.
ING. ERRA VALLADARES ALARCÓN.
MEZCLAS ASFÁLTICAS, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, AREVALO PALOMINO HAROLD. aditivo y 0,2% de Poliestireno.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS		1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C. A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4,5		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,7		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66,7		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,1		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		10,000		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,45	6,52	6,45	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1194,4	1192,4	1198,8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1196,4	1193,6	1200,0	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	673,2	665,2	677,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2,0	1,2	1,2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm³)	523,2	528,4	523,0	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,38	0,23	0,23	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,283	2,257	2,292	2,277
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,535		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	10,0	11,0	9,6	10,2
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,726		
20	V.M.A. (%)	20,0	20,9	19,7	20,2
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	50,3	47,5	51,4	49,7
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,729		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,04		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,46		
25	FLUJO (mm)	3,8	4,1	4,1	4,0
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1356,3	1356,3	1394,0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	0,96	0,96	0,96	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1302,0	1302,0	1338,0	1314,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3417,3	3203,7	3292,3	3304,0



UMA (10/32)
eva/edm/jaa.
O.S. N° 255



ING. ENKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, AREVALO PALOMINO HAROLD. aditivo y 0,2% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

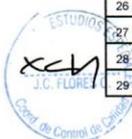
PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg. aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C. A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,0	
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			28,5	
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			66,3	
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,2	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,748	
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,712	
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			10,000	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,47	6,44	6,45	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1210,8	1206,0	1206,4	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1212,4	1207,2	1207,6	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	688,0	685,0	684,8	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,6	1,2	1,2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	524,4	522,2	522,8	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,31	0,23	0,23	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,309	2,309	2,308	2,309
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,519	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,3	8,3	8,4	8,4
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,728	
20	V.M.A. (%)	19,6	19,6	19,6	19,6
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	57,4	57,6	57,2	57,4
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,734	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,08	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			4,92	
25	FLUJO (mm)	4,3	4,1	4,3	4,2
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1400,6	1400,6	1460,8	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	0,96	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1345,0	1401,0	1461,0	1402,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3114,9	3447,3	3383,5	3315,0



UMA (11/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



ING. MERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel.: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. AREVALO PALOMINO HAROLD. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,2% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Angeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS		1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,5			
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,40			
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,00			
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,1			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,748			
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,712			
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	10,000			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,38	6,39	6,43	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1209,6	1215,8	1216,8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1210,8	1216,8	1218,2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	693,5	699,0	697,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,2	1,0	1,4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	517,3	517,8	521,2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,23	0,19	0,27	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,338	2,348	2,335	2,340
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,495			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6,3	5,9	6,4	6,2
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,726			
20	V.M.A. (%)	18,9	18,6	19,1	18,9
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	66,8	68,3	66,3	67,1
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,728			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,03			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5,47			
25	FLUJO (mm)	4,3	4,3	4,3	4,3
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1497,7	1568,4	1592,0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1498,0	1568,0	1592,0	1553,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3469,2	3631,3	3686,9	3596,0



UMA (12/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.

CONTROL DE CALIDAD - CEE
E. VALLADARES ALARCÓN
ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA, AREVALO PALOMINO HAROLD. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,2% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,0		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,2		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		65,6		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,2		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		10,000		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,39	6,44	6,39	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1219,0	1226,2	1217,6	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1219,8	1226,8	1218,2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	702,0	705,0	700,4	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,8	0,6	0,6	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	517,8	521,8	517,8	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,15	0,11	0,12	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,354	2,350	2,351	2,352
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,479		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	5,0	5,2	5,1	5,1
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,728		
20	V.M.A. (%)	18,9	19,0	19,0	19,0
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	73,4	72,6	72,9	73,0
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,733		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,06		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5,94		
25	FLUJO (mm)	4,3	4,6	4,6	4,5
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1474,1	1450,6	1464,7	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1474,0	1451,0	1465,0	1463,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3413,6	3173,7	3204,3	3264,0



UMA (13/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel.: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : **LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. AREVALO PALOMINO HAROLD.** MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,2% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg. aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504
ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,5			
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,1			
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,3			
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,1			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,748			
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,712			
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	10.000,000			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,35	6,32	6,34	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1224,0	1224,6	1226,0	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1225,0	1225,0	1226,4	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	710,0	712,5	712,0	697,5
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	0,4	0,4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	515,0	512,5	514,4	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,19	0,08	0,08	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,377	2,389	2,383	2,383
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,456			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3,2	2,7	3,0	3,0
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,726			
20	V.M.A. (%)	18,5	18,0	18,3	18,3
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	82,5	84,9	83,8	83,7
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,727			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,02			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	6,48			
25	FLUJO (mm)	4,8	4,8	4,8	4,8
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1403,4	1436,4	1436,4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1403,0	1436,0	1436,0	1425,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	2907,2	2975,5	2975,5	2953,0



UMA (14/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



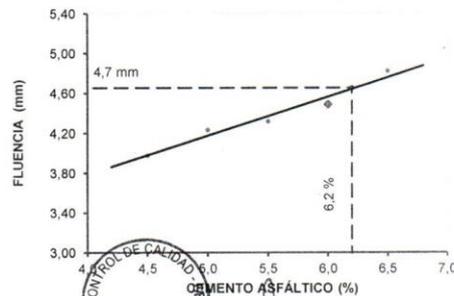
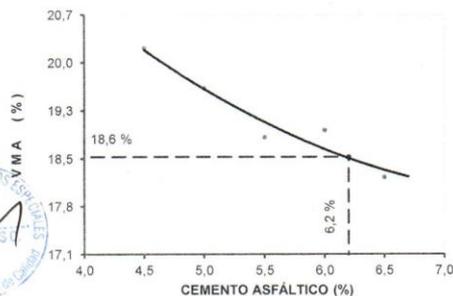
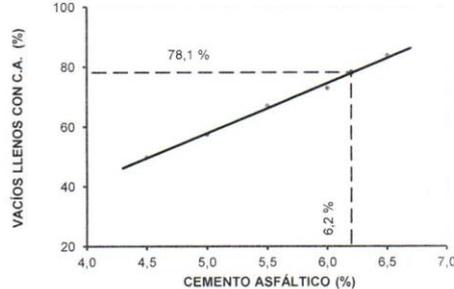
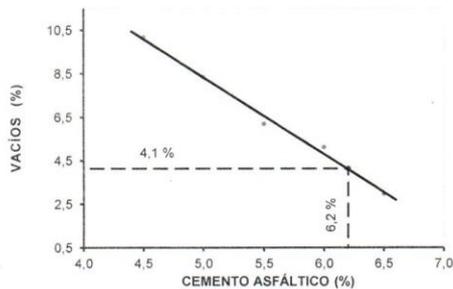
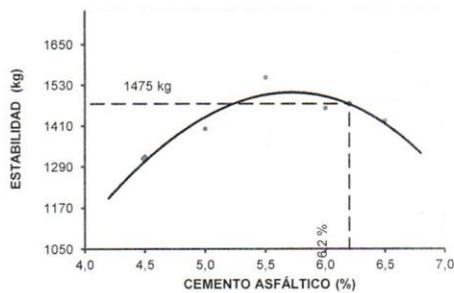
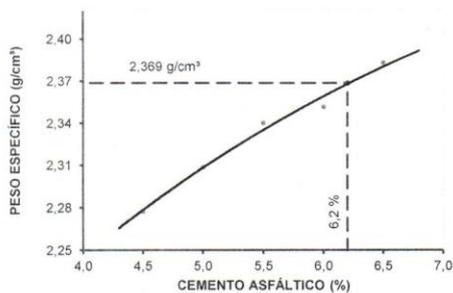
ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. ARÉVALO PALOMINO HAROLD.	MUESTRA	: Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,2% de Poliestireno.
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte.	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019".	CANTIDAD	: 120 kg.aprox.
REFERENCIA	: REC N° 206-2019-FE-02.	PRESENTACIÓN	: Sacos, envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019/10/16.	FECHA DE ENSAYO	: 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL



UMA (15/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.

CONTROL DE CALIDAD
E. VALLADARES A.
INGENIERO EN VIALIDAD
Lima, 06 de Noviembre del 2019.

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. ARÉVALO PALOMINO HAROLD.	MUESTRA	: Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,2% de Poliestireno.
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte.	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019".		
REFERENCIA	: REC N° 206-2019-FE-02.	CANTIDAD	: 120 kg.aprox.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019/10/16.	PRESENTACIÓN	: Sacos, envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA + 0,2% POLIESTIRENO					
- N° de golpes por cara	:					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6,0		6,2		6,4
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2,359		2,369		2,376
- Vacíos, %	:	4,8		4,1		3,4
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	74,4		78,1		81,4
- V.M.A., %	:	18,7		18,6		18,4
- Estabilidad, kg (kN)	:	1494,9	(14,66)	1475,4	(14,47)	1438,7 (14,11)
- Flujo, mm (10 ⁻² pulg)	:	4,5	(17,9)	4,7	(18,3)	4,7 (18,7)
- Absorción de Asfalto, %	:			0,05		
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	:	3289,0	(8,0)	3170,0	(8,0)	3034,0 (8,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C	:			140 - 145		

Proporciones de mezcla :	
(1) Agregado grueso, % **	: 30,0
(2) Agregado fino, % **	: 69,8
(3) Filler, % **	: 0,2
(4) Aditivo, % ***	: 0,5

Materiales :	
Tipo de Asfalto	: Cemento Asfáltico 60/70.
Agregado grueso	: Cantera La Gloria. - Piedra Chancada.
Agregado fino	: Cantera La Gloria. - Arena zarandeada.
Filler	: Poliestireno (PET).
Aditivo	: Mejorador de Adherencia "Quimibond 3000".

Nota :
 (*) Porcentaje en peso de la mezcla total.
 (**) Porcentaje en peso de los agregados.
 (***) Porcentaje en peso del asfalto.

Observaciones :
 Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).
 Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante.
 Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2019.10.16
 Los resultados de ensayos 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 (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
 Los resultados sólo están relacionados con lo ítems ensayados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UMA (16/32)
 O.S. N° 255
 eva/edm/jaa.



ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
 Lima, 06 de Noviembre del 2019.



Anexo 4.4. informe de ensayo marshall de mezcla asfáltica incorporando 0.3% poliestireno

000017



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENIA. MUESTRA : Agregados.
 : ARÉVALO PALOMINO HAROLD. IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. CANTIDAD : 120 kg.
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente - Lima 2019".
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos.
 RECEPCIÓN DEL DOC. : 2019.10.16. FECHA DE ENSAYO : 2019/10/16 al 2019/10/19.

MEZCLA DE AGREGADOS

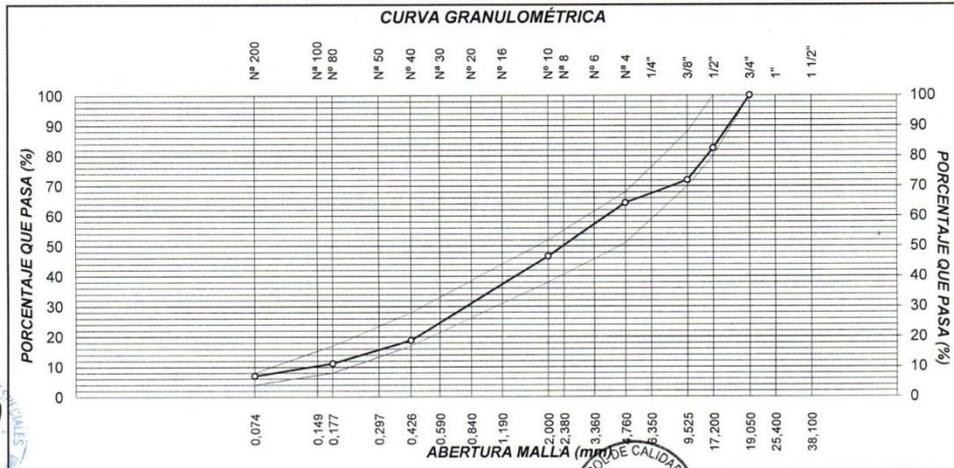
MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE			
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN MAC-2
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050		100,0	100
1/2"	12,700	17,4	82,6	80 - 100
3/8"	9,525	10,6	72,0	70 - 88
1/4"	6,350	4,1	67,9	
N° 4	4,750	3,5	64,4	51 - 68
N° 6	3,350	6,5	57,9	
N° 8	2,380	7,7	50,2	
N° 10	2,000	3,5	46,7	38 - 52
N° 16	1,190	11,2	35,5	
N° 20	0,840	5,5	30,0	
N° 30	0,590	6,3	23,7	
N° 40	0,425	4,9	18,8	17 - 28
N° 50	0,297	3,5	15,3	
N° 80	0,177	4,1	11,2	8 - 17
N° 100	0,149	1,4	9,8	
N° 200	0,074	2,8	7,0	4 - 8
- N° 200		7,0	-	

RESUMEN DE ENSAYO

IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA

(1) Cant. La Gloria Piedra Chancada = 30,0%
 (2) Cant. La Gloria Arena zarandeada = 69,7%
 (3) Poliestireno = 00,3%

OBSERVACIONES :
 - Especificaciones del MTC EG-2000



ESTUDIOS ESPECIALES
 J.C. FLORES
 Control de Calidad de Estudios Especiales

UMA (17/32)
 eva/jaa.
 O.S. N°255

CONTROL DE CALIDAD CEE
 E. VALLADARES A.
 ING. ERICA VALLADARES ALARCÓN.
 Lima, 06 de Noviembre del 2019.

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,3% de Poliestireno.
 AREVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4,5		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,7		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66,6		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,2		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		10,000		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,44	6,45	6,45	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1193,8	1194,6	1194,5	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1195,0	1194,7	1194,7	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	673,0	671,4	672,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,2	0,1	0,2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm³)	522,0	523,3	522,7	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,23	0,02	0,04	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,287	2,283	2,285	2,285
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,535		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9,8	10,0	9,9	9,9
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,728		
20	V.M.A. (%)	19,9	20,1	20,0	20,0
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	50,9	50,5	50,8	50,7
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,729		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,02		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,48		
25	FLUJO (mm)	3,3	3,3	3,6	3,4
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1323,3	1229,2	1276,2	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	0,96	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1323,0	1180,0	1276,0	1260,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4006,7	3573,6	3588,3	3723,0



UMA (18/32)
 eva/edm/jaa.
 O.S. N° 255



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
 Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. AREVALO PALOMINO HAROLD. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,3% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,0	
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			28,5	
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			66,2	
4	% DE FILLER (MINIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,3	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,748	
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,712	
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			10,000	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,40	6,32	6,34	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1206,6	1200,8	1202,2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1207,7	1201,2	1203,2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	688,8	689,0	689,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,1	0,4	1,0	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	518,9	512,2	514,2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,21	0,08	0,19	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,325	2,344	2,338	2,336
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,519	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7,7	6,9	7,2	7,3
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,731	
20	V.M.A. (%)	19,1	18,4	18,7	18,7
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	59,7	62,3	61,6	61,2
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,734	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,04	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			4,96	
25	FLUJO (mm)	3,8	3,8	3,8	3,8
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1349,6	1345,0	1345,0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1350,0	1345,0	1345,0	1347,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3543,3	3530,2	3530,2	3535,0



UMA (19/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, AREVALO PALOMINO HAROLD. aditivo y 0,3% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,5	
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			28,40	
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			65,90	
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,2	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,748	
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,712	
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			10,000	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,33	6,30	6,31	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1205,6	1209,0	1210,0	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1210,8	1209,8	1210,5	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	698,0	698,7	698,9	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	5,2	0,8	0,5	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	512,8	511,1	511,6	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1,01	0,16	0,10	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,351	2,365	2,365	2,361
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,498	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	5,9	5,3	5,3	5,5
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,729	
20	V.M.A. (%)	18,6	18,1	18,1	18,3
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	68,4	70,7	70,6	69,9
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,732	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,04	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			5,46	
25	FLUJO (mm)	4,1	4,1	3,8	4,0
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1460,0	1460,0	1474,1	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1460,0	1460,0	1474,0	1465,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3592,5	3592,5	3868,8	3685,0



UMA (20/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



ING. ERIK VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel.: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA, AREVALO PALOMINO HAROLD. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,3% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,0			
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,2			
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	65,5			
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,3			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,748			
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,712			
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	10,000			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,35	6,35	6,36	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1218,6	1216,8	1217,2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1219,6	1217,8	1217,9	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	705,0	703,0	702,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	1,0	0,7	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	514,6	514,8	515,9	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,19	0,19	0,14	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,368	2,364	2,359	2,364
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,479			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,5	4,7	4,8	4,7
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,731			
20	V.M.A. (%)	18,5	18,6	18,8	18,6
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	75,8	75,0	74,3	75,0
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,733			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,02			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5,98			
25	FLUJO (mm)	4,3	4,3	4,1	4,2
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1544,8	1497,7	1521,3	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1545,0	1498,0	1521,0	1521,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3578,0	3459,2	3742,6	3597,0



UMA (21/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac Telf.: (051) 481-3707 email: mac_dee@mtc.gob.pe

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA, AREVALO PALOMINO HAROLD. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,3% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,5		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,1		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		65,2		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,2		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		10,000		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,35	6,36	6,37	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1224,0	1224,6	1226,0	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1225,0	1225,0	1226,4	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	710,0	709,5	710,0	697,5
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	0,4	0,4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	515,0	515,5	516,4	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,19	0,08	0,08	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,377	2,376	2,374	2,375
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,459		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3,4	3,4	3,5	3,4
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20	V.M.A. (%)	18,6	18,6	18,7	18,6
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	82,0	81,8	81,6	81,8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,731		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,03		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		6,47		
25	FLUJO (mm)	4,6	4,6	4,3	4,5
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1672,2	1733,6	1686,4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1672,0	1734,0	1686,0	1697,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3657,0	3902,7	3904,6	3785,0



UMA (22/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



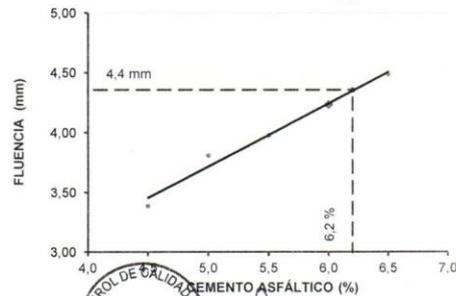
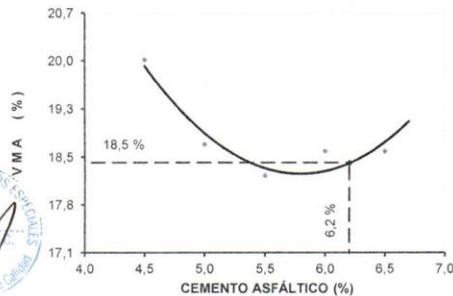
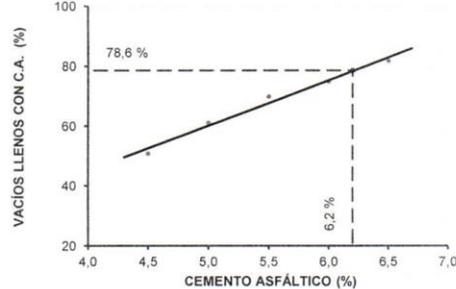
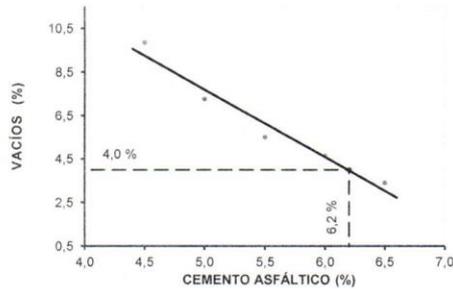
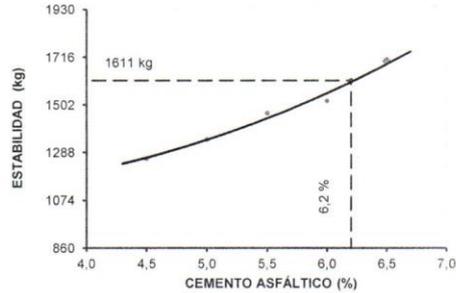
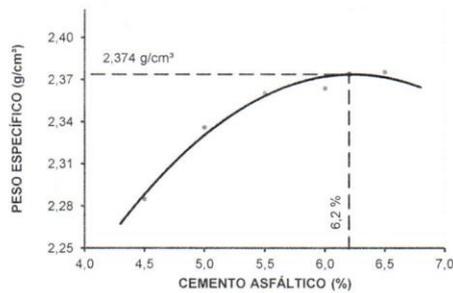
ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. ARÉVALO PALOMINO HAROLD.	MUESTRA	: Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,3% de Poliestireno.
DOMICILIO LEGAL	: Mz C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte.	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019".	CANTIDAD	: 120 kg.aprox.
REFERENCIA	: REC N° 206-2019-FE-02.	PRESENTACIÓN	: Sacos, envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019/10/16.	FECHA DE ENSAYO	: 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL



UMA (23/32)
 O.S. N° 255
 eval/edm/jaa



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. ARÉVALO PALOMINO HAROLD.	MUESTRA	: Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,3% de Poliestireno.
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte.	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019".		
REFERENCIA	: REC N° 206-2019-FE-02.	CANTIDAD	: 120 kg.aprox.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019/10/16.	PRESENTACIÓN	: Sacos, envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA + 0,3% POLIESTIRENO					
- N° de golpes por cara	:					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	6,0		6,2		6,4
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2,372		2,374		2,373
- Vacíos, %	:	4,3		4,0		3,7
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	76,1		78,6		80,4
- V.M.A., %	:	18,3		18,5		18,6
- Estabilidad, kg (kN)	:	1554,5	(15,24)	1610,8	(15,80)	1656,9 (16,25)
- Flujo, mm (10 ⁻² pulg)	:	4,3	(16,8)	4,4	(17,1)	4,4 (17,4)
- Absorción de Asfalto, %	:			0,03		
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	:	3649,0	(9,0)	3698,0	(9,0)	3741,0 (9,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C	:			140 - 145		

Proporciones de mezcla :	
(1) Agregado grueso, % **	: 30,0
(2) Agregado fino, % **	: 69,7
(3) Filler, % **	: 0,3
(4) Aditivo, % ***	: 0,5

Materiales :	
Tipo de Asfalto	: Cemento Asfáltico 60/70.
Agregado grueso	: Cantera La Gloria. - Piedra Chancada.
Agregado fino	: Cantera La Gloria. - Arena zarandeada.
Filler	: Poliestireno.
Aditivo	: Mejorador de Adherencia "Quimibond 3000".

Nota :
 (*) Porcentaje en peso de la mezcla total.
 (**) Porcentaje en peso de los agregados.
 (***) Porcentaje en peso del asfalto.

Observaciones :
 Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).
 Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante.
 Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2019.10.16
 Los resultados de ensayos 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 (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
 Los resultados sólo están relacionados con lo ítems ensayados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UMA (24/32)
 O.S. N° 255
 eva/edm/jaa.



Anexo 4.5: Informe de ensayo Marshall de mezcla asfáltica incorporando 0.5% poliestireno

000025



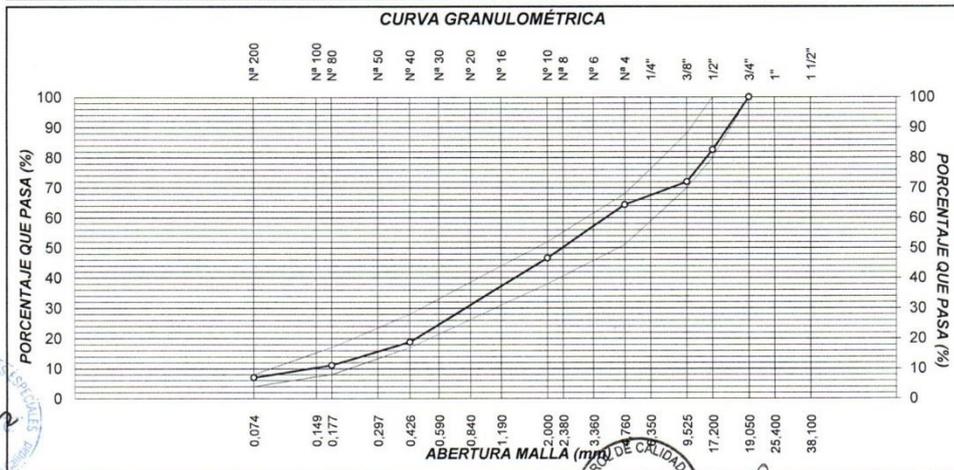
LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENIA. MUESTRA : Agregados.
 : ARÉVALO PALOMINO HAROLD. IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. CANTIDAD : 120 kg.
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente - Lima 2019".
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos.
 RECEPCIÓN DEL DOC. : 2019.10.16. FECHA DE ENSAYO : 2019/10/16 al 2019/10/19.

MEZCLA DE AGREGADOS

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE				RESUMEN DE ENSAYO	
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN MAC-2	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA	
1 1/2"	38.100				(1) Cant. La Gloria Piedra Chancada = 30,0%	
1"	25.400				(2) Cant. La Gloria Arena zarandeada = 69,5%	
3/4"	19.050		100,0	100	(3) Poliestireno = 00,5%	
1/2"	12.700	17,4	82,6	80		
3/8"	9.525	10,6	72,0	70		
1/4"	6.350	4,1	67,9			
N° 4	4.750	3,5	64,4	51		
N° 6	3.350	6,7	57,7			
N° 8	2.380	7,7	50,0			
N° 10	2.000	3,4	46,6	38		
N° 16	1.190	11,2	35,4			
N° 20	0.840	5,5	29,9			
N° 30	0.590	6,3	23,6			
N° 40	0.425	4,8	18,8	17		
N° 50	0.297	3,5	15,3			
N° 80	0.177	4,2	11,1	8		
N° 100	0.149	1,4	9,7			
N° 200	0.074	2,7	7,0	4		
- N° 200		7,0	-			

OBSERVACIONES :
- Especificaciones del MTC EG-2000



UMA (25/32)
eva/jaa.
O.S. N°255

CONTR. DE CALIDAD
E. VALLADARES A.
ING. ERICA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, AREVALO PALOMINO HAROLD. aditivo y 0,5% de Poliestireno.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C. A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5,0		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,5		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		66,0		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,5		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		10,000		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,47	6,36	6,29	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1207,2	1195,8	1196,8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1209,2	1197,6	1197,9	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	685,0	682,0	688,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2,0	1,8	1,1	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm³)	524,2	515,6	509,9	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,38	0,35	0,22	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,303	2,319	2,347	2,323
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,542		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9,4	8,8	7,7	8,6
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,737		
20	V.M.A. (%)	20,1	19,5	18,5	19,4
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	53,2	55,1	58,5	55,6
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,763		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,34		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,66		
25	FLUJO (mm)	3,8	3,8	3,8	3,8
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1069,2	1177,4	1120,9	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	0,96	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1026,0	1177,0	1121,0	1108,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	2692,9	2989,2	2942,3	2908,0



UMA (26/32)
eva/edm/jaa.
O.S. N° 255



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rímac

Tel: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe

LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, AREVALO PALOMINO HAROLD. aditivo y 0,5% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C. A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,5	
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			28,4	
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			65,7	
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,4	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,748	
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,712	
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			10,000	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,36	6,33	6,33	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1210,4	1209,2	1210,3	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1212,4	1210,6	1211,0	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	697,0	697,6	698,2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2,0	1,4	0,7	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	515,4	513,0	512,8	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,39	0,27	0,14	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,348	2,357	2,360	2,355
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,515	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6,6	6,3	6,2	6,4
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,734	
20	V.M.A. (%)	18,8	18,5	18,4	18,6
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	64,8	66,1	66,5	65,8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,754	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,27	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			5,23	
25	FLUJO (mm)	4,1	4,3	4,3	4,2
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1391,3	1391,3	1391,3	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1391,0	1391,0	1391,0	1391,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3422,7	3221,4	3221,4	3289,0

ESTUDIO
J.C. FLÓRES
Control de Calidad de la Obra

UMA (27/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.

CONTROL DE CALIDAD - CEE
E. VALLADARES A.
ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,5% de Poliestireno.
 AREVALO PALOMINO HAROLD.
 DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.
 REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,0		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,20		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		65,30		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,5		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		10,000		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,36	6,34	6,33	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1217,8	1218,0	1218,3	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1218,8	1219,0	1218,6	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	703,0	705,0	705,2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,0	1,0	0,3	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	515,8	514,0	513,4	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,19	0,19	0,06	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,361	2,370	2,373	2,368
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,498		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	5,5	5,1	5,0	5,2
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,737		
20	V.M.A. (%)	18,9	18,6	18,5	18,7
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	71,0	72,4	73,0	72,1
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,757		
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,27		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5,73		
25	FLUJO (mm)	4,3	4,6	4,6	4,5
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1488,3	1474,1	1483,5	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1488,0	1474,0	1484,0	1482,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3446,0	3224,0	3245,8	3305,0

Estudios
J.C. FLORES C.
Control de Calidad

UMA (28/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.

CONTROL DE CALIDAD - CEE
E. VALLADARES A.
ING. ERIK VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.





LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA, AREVALO PALOMINO HAROLD. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,5% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS		1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,5		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		28,1		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		65,0		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,5		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,748		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,712		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		10,000		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,34	6,32		
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1222,2	1221,2		
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1222,8	1222,0		
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	709,0	709,5		
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,6	0,8		
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	513,8	512,5		
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,12	0,16		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,379	2,383		2,381
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,472		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3,8	3,6		3,7
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,737		
20	V.M.A. (%)	18,7	18,6		18,7
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	79,8	80,6		80,2
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,749		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,16		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		6,34		
25	FLUJO (mm)	4,8	4,8	4,8	4,8
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1828,1	1780,8	1837,5	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00		
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1828,0	1781,0		1805,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3787,8	3690,4	# VALOR!	# VALOR!



UMA (29/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.

CONTROL DE CALIDAD - CENTRO DE VALLADARES ALARCÓN
ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



LABORATORIO CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rímac

Tel: (051) 481-3707

email: mac_dee@mtc.gob.pe



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. AREVALO PALOMINO HAROLD. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,5% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg.aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	7,0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	27,9			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	64,6			
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,5			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,748			
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,712			
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	10,000			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,37	6,36		
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1231,2	1230,2		
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1231,8	1231,2		
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	715,6	715,6		697,5
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,6	1,0		
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	516,2	515,6		
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,12	0,19		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,385	2,386		2,386
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,446			
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	2,5	2,5		2,5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,737			
20 V.M.A. (%)	19,0	18,9		19,0
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	86,9	87,0		87,0
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,739			
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,03			
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	6,97			
25 FLUJO (mm)	5,1	5,1	5,1	5,1
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1587,3	1592,0	1592,0	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1587,0	1592,0		1590,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3124,0	3133,9	# VALOR!	# VALOR!



UMA (30/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa



ING. ERICA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 06 de Noviembre del 2019.



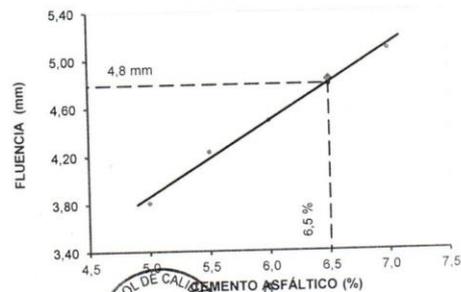
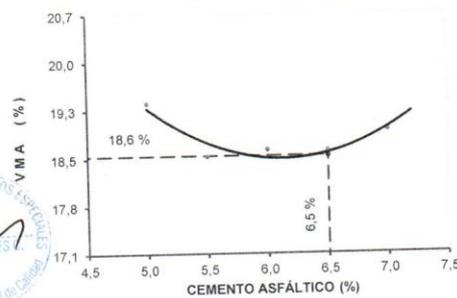
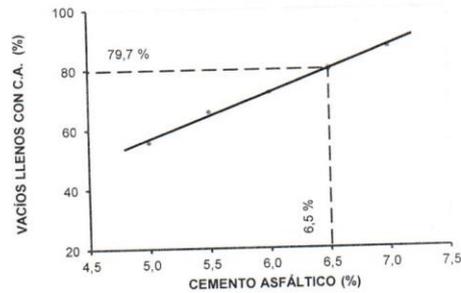
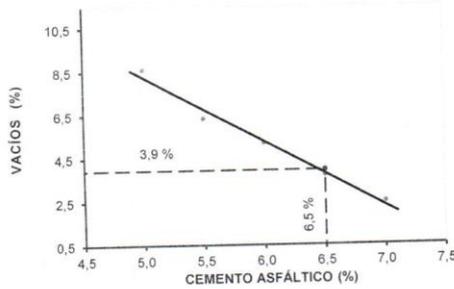
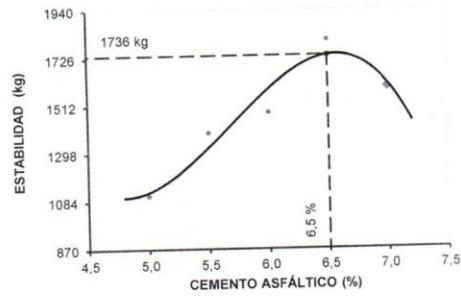
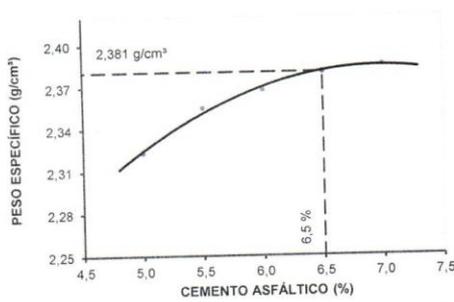


LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE	: LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA. AREVALO PALOMINO HAROLD.	MUESTRA	: Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,5% de Poliestireno.
DOMICILIO LEGAL	: Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte.	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019".	CANTIDAD	: 120 kg.aprox.
REFERENCIA	: REC N° 206-2019-FE-02.	PRESENTACIÓN	: Sacos, envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019/10/16.	FECHA DE ENSAYO	: 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL



UMA (31/32)
O.S. N° 255
eva/edm/jaa.



LABORATORIO CEE

Av Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel# (051) 481-3707

email mac_dee@mtc.gob.pe



LABORATORIO DE LA COORDINACIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 264 - 2019 - MTC/19.01.EE

SOLICITANTE : LUCHO VALLE JHAZMIN YESENNIA, AREVALO PALOMINO HAROLD. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,5% de Poliestireno.

DOMICILIO LEGAL : Mz. C Lote 20 Los Ángeles - Ate Vitarte. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Incorporación de Poliestireno para el Estudio del Comportamiento de Mezclas Asfálticas en Caliente Lima 2019". CANTIDAD : 120 kg aprox.

REFERENCIA : REC N° 206-2019-FE-02. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019/10/16. FECHA DE ENSAYO : 2019.10.16 al 2019.10.18.

MTC E - 504 ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA + 0,5% POLIESTIRENO					
- N° de golpes por cara :	75					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % * :	6,3		6,5		6,7	
- Peso Especifico bulk, g/cm ³ :	2,378		2,381		2,384	
- Vacíos, % :	4,2		3,9		3,2	
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, % :	77,4		79,7		82,9	
- V.M.A., % :	18,6		18,6		18,7	
- Estabilidad, kg (kN) :	1647,4	(16,16)	1736,4	(17,03)	1670,3	(16,38)
- Flujo, mm (10 ⁻² pulg) :	4,7	(18,5)	4,8	(18,9)	4,9	(19,4)
- Absorción de Asfalto, % :	0,21					
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg) :	3501,0	(9,0)	3625,0	(9,0)	3390,0	(8,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C :	140 - 145					

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % ** :	30,0
(2) Agregado fino, % ** :	69,5
(3) Filler, % ** :	0,5
(4) Aditivo, % *** :	0,5

Materiales :

Tipo de Asfalto :	Cemento Asfáltico 60/70.
Agregado grueso :	Cantera La Gloria. - Piedra Chancada.
Agregado fino :	Cantera La Gloria. - Arena zarandeada.
Filler :	Poliestireno.
Aditivo :	Mejorador de Adherencia "Quimibond 3000".

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.
 (**) Porcentaje en peso de los agregados.
 (***) Porcentaje en peso del asfalto.

Observaciones :
 Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).
 Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante.
 Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2019.10.16
 Los resultados de ensayos 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 (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
 Los resultados sólo están relacionados con lo ítems ensayados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UMA (32/32)
 O.S. N° 255
 eva/edm/jaa.

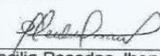


Anexo 5: Fichas técnicas

Anexo 5.1. Ficha técnica cemento asfáltico REPSOL



REPORTE DE ANÁLISIS DE CEMENTO ASFALTICO LOTE No. 60/70-001-11-2018

REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.A. Carretera a Ventanilla km 25 S/N Ventanilla, Lima – Perú	RECEPCIÓN DE LA MUESTRA 03/11/2018 18:14:23	FECHA DE CERTIFICACIÓN 05/11/2018 07:06:12
PRODUCTO Cemento Asfáltico 60/70	TANQUE 333A	DESTINO DEL PRODUCTO Operaciones de Despacho
PROCEDENCIA Almacenamiento	VOLÚMEN CERTIFICADO , m³ 800	BUQUE TANQUE
PROPIEDADES	MÉTODOS	RESULTADOS
ASTMIOTROS		
PENETRACIÓN		
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 1/10 mm	D 5 / AASHTO T 49	65
DUCTILIDAD		
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 135
VOLATILIDAD		
Gravedad Específica a 15.6 °C/15.6°C	D 70 / AASHTO T 228	1.0203
Punto de Inflamación, °C	D 92 / AASHTO T 48	291.0
Gravedad API , °API	D 70 / AASHTO T 228	7.2
FLUIDEZ		
Punto de Ablandamiento, °C	D 36	49.0
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D 445	3450
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D 2170 / AASHTO T 201	383
ENSAYOS DE PELÍCULA FINA		
Pérdida por Calentamiento, %m	D 1754 / AASHTO T 179	0.20
Penetración retenida, 100g, 5s, 1/10 mm, % del original	D 5 / AASHTO T 49	72.3
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 105
SOLUBILIDAD		
Solubilidad en tricloroetileno, % m	D 2042 / AASHTO T 44	99.88
OTROS		
Índice de Penetración	UNE 104-281 / 1-5	-0.8
Ensayo de la Mancha (Nafta-Xileno)	AASHTO T102	20% xileno, negativo
OBSERVACIONES:		
Producto cumple con las especificaciones ASTM D946, AASHTO M 20-70 y Norma Técnica Peruana NTP 321.051		
DISTRIBUCIÓN : Original : Operaciones de despacho Copia 1: Movimiento de Productos Copia 2: Laboratorio	FECHA DE EMISIÓN 05/11/2018	LABORATORIO  Cecilia Posadas Jhong Jefe de Laboratorio

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL

Anexo 5.2. Ficha técnica perlas de poliestireno

PRESENTACION:

✦ **Isocret** se comercializa en **bolsas de 170 litros** (1.6kg), la cual rinde 0.20m³ de hormigón, y de **85 litros** (0.80kg), con un rendimiento de 0.1m³ de hormigón liviano.

✦ Para facilitar el uso del producto las bolsas de ISOCRET llevan impreso el modo de empleo, la proporción de la mezcla y propiedades del hormigón para densidades entre 250 y 350 kg/m³, siendo la aconsejada para contrapiso como mínimo la correspondiente a 250 Kg/m³.

Las propiedades del hormigón ultraliviano fueron determinadas en los laboratorios de física técnica de la Facultad de Ingeniería de la "Università degli Studi di Bologna" y en el Laboratorio de Estudios Termotécnicos del Instituto Giordano



DATOS TÉCNICOS:

Características de las perlas ISOCRET:

Densidad	10 Kg/m ³ con tolerancia $\pm 10\%$
Forma	perfectamente esférica
Color	blancas
Granulometría	variable entre 4 y 8 mm.

Resistencia frente a sustancias:

El aditivo E.I.A. es alcalino con pH = 13 \pm 1, no es corrosivo y estable en condiciones normales. Debe tenerse en cuenta durante la estiba y el uso del producto la sensibilidad del EPS isopor a los efectos de disolventes orgánicos. Se recomienda verificar la reacción del material cuando se deba poner en contacto con sustancias de composición desconocida.

TABLAS DE DOSIFICACION PARA HORMIGON:

Tabla N° 1:

Dosificación para 0,20 m³ hormigón (una bolsa de 170 lts)

Densidad en seco (kg/m ³)	250	300	350
Cemento (kg)	50	60	70
Agua (lts)	25	30	35
Isocret (bolsa 170 lts)	1	1	1
Arena (kg)	--	--	--

Anexo 6: Facturación de ensayos

**MINISTERIO DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES**

UE : O.G.A.
JR. ZORRITOS N° 1203 - LIMA - LIMA - LIMA
Telf.: 615-7800 ANEXO 1346 - 1665

R.U.C. 20131379944

BOLETA ELECTRONICA

B004 -0001087

Lima, 9 de Octubre del 2019

Señor(es) : LUCHO VALLE JHAZMIN

DNI : 727828189

Dirección : MZ. C LT. 20 LOS ANGELES 2da. ETAPA LIMA - LIMA - ATE VITARTE.

Forma de Pago : Pagos B/N

DESCRIPCION	MEDIDA	CANTIDAD	P.UNIT.	IMPORTE
LIMITE LIQUIDO MALLA N° 40	UNIDAD	1	81.80	81.80
LIMITE PLASTICO MALLA N° 40	UNIDAD	1	83.40	83.40
EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO.	UNIDAD	1	267.60	267.60
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS (GRUESO, FINO Y GLOBAL)	UNIDAD	2	82.80	165.60
DETERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE PASAN TAMIZ N° 200(0.75 mm) POR LAVADO EN AG	UNIDAD	1	84.10	84.10
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO.	UNIDAD	1	97.80	97.80
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO.	UNIDAD	1	98.30	98.30
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADOS DEL AGREGADO GRUESO.	UNIDAD	1	84.50	84.50
PORCENTAJE DE CARAS DE FRACTURA EN EL AGREGADO GRUESO (01 A MAS)	UNIDAD	1	84.50	84.50
SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.	UNIDAD	1	105.80	105.80
Resistencia Agregados Gruesos de Tamaños Menores por Abrasion en la Maquina de los Angeles.	UNIDAD	1	86.40	86.40
Ensayo de Stripping de Mezcla Agregado-Bitumen para Cementos Asfálticos (Adherencia de Grava)	UNIDAD	1	92.60	92.60
Adhesividad de los Ligantes Bituminosos a los Aridos Finos (Riedel-Weber)para cementos Asfálticos.	UNIDAD	1	95.50	95.50



SON : Un mil Cuatrocientos Veintisiete con 90/100 SOLES

Autorizada mediante Resolución N° 032-005-0000507/SUNAT Representación de la Boleta de Venta Electrónica	SUB TOTAL S/.	1,427.90
Consulte su documento en www.mtc.gob.pe	I.G.V.(18%) S/.	0.00
	TOTAL S/.	1,427.90

**MINISTERIO DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES**

UE : O.G.A.
JR. ZORRITOS N° 1203 - LIMA - LIMA - LIMA
Telf.: 615-7800 ANEXO 1346 - 1665

R.U.C. 20131379944

BOLETA ELECTRONICA

B004 -0001095

Lima, 16 de Octubre del 2019

Señor(es) : LUCHO VALLE JHAZMIN.

DNI : 72782818

Dirección : MZ.A C LT. 20 LOS ANGELES 2DA. ETAPA LIMA - LIMA - ATE - VITARTE. Forma de Pago : Pagos B/N

DESCRIPCION	MEDIDA	CANTIDAD	P.UNIT.	IMPORTE
DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE (METODO MARSHALL)	UNIDAD	4	582.10	2,328.40



SON : dos mil Trescientos Veintiocho con 40/100 SOLES

Autorizada mediante Resolución N° 032-005-0000507/SUNAT Representación de la Boleta de Venta Electrónica Consulte su documento en www.mtc.gob.pe	SUB TOTAL S/.	2,328.40
	I.G.V.(18%) S/.	0.00
	TOTAL S/.	2,328.40



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MTC E 504

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar a partir de la preparación y compactación de especímenes de mezcla bituminosa para pavimentación, de altura nominal de 64 mm y 102 mm de diámetro, el diseño de una mezcla asfáltica y calcular sus diferentes parámetros de comportamiento, por medio del método manual Marshall.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este modo operativo está destinado para su empleo con mezclas densas bituminosas de laboratorio y aquellas producidas en planta, con agregados hasta de 25 mm de tamaño máximo y para recompactación de muestras de pavimentos asfálticos.
- 2.2 Los especímenes de mezclas bituminosas compactadas, moldeadas por este procedimiento son empleados para varios ensayos físicos tales como estabilidad, flujo, resistencia a tracción indirecta y módulos. El análisis de densidad y vacíos también es conducido sobre especímenes para diseño de mezcla y evaluación de la compactación en campo.

Nota 1. Las mezclas no compactadas son empleadas para la determinación del peso específico teórico máximo.

- 2.3 Los valores de estabilidad Marshall y flujo junto con la densidad, vacíos de aire de la mezcla total, vacíos en el agregado mineral ó simplemente vacíos ó ambos, llenados con asfalto; son empleados para el diseño de mezclas en laboratorio así como para la evaluación de mezclas asfálticas. Así también la estabilidad y flujo Marshall pueden ser empleados para monitorear los procesos de producción de mezclas bituminosas en planta. También pueden ser empleados como referencia para evaluar diferentes mezclas y los efectos de acondicionamientos tales como con agua.
- 2.4 La estabilidad y flujo Marshall son características de las mezclas bituminosas determinadas a partir de especímenes compactados de una geometría específica y en una manera prescrita. La estabilidad Marshall es la máxima resistencia a la deformación a una razón constante de carga. La magnitud de la estabilidad Marshall varía con el tipo y gradación del agregado y grado del bitumen empleado así como su cantidad. Varias agencias establecen criterios para los valores de la estabilidad Marshall. El flujo Marshall es una medida de la deformación de las mezclas bituminosas determinado durante el ensayo de estabilidad. No existe un valor ideal pero hay límites aceptables. Si el flujo en el contenido óptimo de asfalto sobrepasa el límite superior, la mezcla se considera demasiado plástica ó inestable, y si está bajo el límite inferior esta se considera demasiado rígida.
- 2.5 Para propósitos de diseño de mezcla los resultados de los ensayos de estabilidad y flujo deberán consistir del promedio de un mínimo de 03 especímenes por cada incremento de contenido de ligante, donde el contenido de ligante varía en incrementos de 0,5% sobre un



[Handwritten signature]
WALTER N. ZECCANARO MAZUS
DIRECTOR GENERAL
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



Anexo 8: Certificados de Calibración de equipos INACAL

Anexo 8.1: Calibración de Balanza de unidad de mezclas asfálticas



SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 003



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Referencia
Acreditado
Registro N° LC - 003

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SGM - A - 1897 - 2018

Página 1 de 3

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Instrumento</p> <p>Funcionamiento</p> <p>Alcance de Indicación</p> <p>Intervalo de escala (d)</p> <p>Intervalo de escala de verificación (e)</p> <p>Clase de Exactitud</p> <p>Capacidad Mínima (*)</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>Tipo</p> <p>Procedencia</p> <p>Número de Serie</p> <p>Código de Identificación</p> <p>Ubicación</p> <p>Fecha de Calibración</p> <p>Fecha de Emisión</p> <p>Lugar de Calibración</p>	<p>: V2-18434</p> <p>: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>: AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA - LIMA</p> <p>: BALANZA</p> <p>: NO AUTOMÁTICO</p> <p>: 0 g a 5000 g</p> <p>: 0,5 g</p> <p>: 1 g</p> <p>: III</p> <p>: 10 g</p> <p>: OHAUS</p> <p>: 1900</p> <p>: MECÁNICA</p> <p>: NO INDICA</p> <p>: NO INDICA</p> <p>: UMA-207</p> <p>: UNIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS</p> <p>: 2018 - 11 - 12</p> <p>: 2018 - 11 - 13</p> <p>: INSTALACIONES DE MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p>	<p>Función</p> <p>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</p> <p>Misión</p> <p>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</p> <p>Visión</p> <p>Ser el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</p>
<p>5. Método de Calibración Empleado</p> <p>La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido mediante pesas patrón según el procedimiento PC-001, 3ra Edición: 2009 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y III" de INACAL.</p>		
<p>6. Observaciones</p> <p>(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) y de la Clase de Exactitud de la balanza.</p> <p>Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.</p> <p>SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.</p> <p>El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.</p> <p>La balanza ha sido calibrada hasta un alcance de 5000 g</p> <p>El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.</p> <p>La balanza no aplica carga estática (AL) debido a que es mecánica.</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Luis Sanchez Garcia Supervisor del Laboratorio</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Quim. Marlene Acuña Anca C.D.P. 1009 Jefe de Calidad</p> </div> </div>		



HC5G021-09

Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rímac, Callao | 572 2630 / 572 1691

ventas@sgnortec.com | sgnortec.com

Anexo 8.2: Calibración de Vacuómetro

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SGFP - 083 - 2019

Página 1 de 2

1. ORDEN DE TRABAJO	: V2-168-19	Función
2. SOLICITANTE	: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.
3. DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA LIMA	
4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: VACUÓMETRO	
FUNCIONAMIENTO	: DEFORMACIÓN ELÁSTICA	
TIPO DE INDICACIÓN	: ANALÓGICO	
INTERVALO DE INDICACIÓN	: -30 inHg a 0 inHg / -1 bar a 0 bar	Misión
RESOLUCIÓN	: 0,5 inHg / 0,02 bar	Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.
CLASE DE EXACTITUD	: 2 % FS (*)	
MARCA	: Dynamic	
MODELO	: NO INDICA	
NUMERO DE SERIE	: NO INDICA	
DIAMETRO DE ROSCA	: 1/2" NPT	
DIAMETRO DE CAJA	: 60 mm	
POSICIÓN DE TRABAJO	: VERTICAL	Visión
PROCEDENCIA	: NO INDICA	Ser el laboratorio de calibración líder dentro del mercado nacional según sus exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	: CI-4281 (**)	
6. FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2019-03-16	
7. FECHA DE EMISIÓN	: 2019-03-23	
7. LUGAR DE CALIBRACIÓN	: Instalaciones de SG NORTEC S.R.L. - Laboratorio de Fuerza y Presión.	

8. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón de indicación digital según procedimiento PC - 004 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacúómetros de deformación elástica". Segunda Edición - Junio 2012. SNM - INDECOPI

9. OBSERVACIONES

(*) Obtenida a partir del intervalo de indicaciones y Resolución.

(**) Código indicado en una etiqueta adherida y/o grabado al instrumento.

Para una mejor aproximación de la lectura la resolución del instrumento se ha subdividido en 05 partes.

El instrumento pertenece a LA BOMBA DE VACÍO DE CÓDIGO: UMA-213

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



[Firma]
Ana Zola Chonón Núñez
Supervisora de Laboratorio

HCSG028-03



Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rímac, Callao 572 2630 / 572 1691

ventas@sgnortec.com sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO

Anexo 8.3: Calibración de Reloj comparador

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SGL - 111 - 2019

Página 1 de 2

1. ORDEN DE TRABAJO	: VZ-164-19	Función
2. SOLICITANTE	: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	Breder servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.
3. DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA - LIMA	Misión
4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: RELOJ COMPARADOR	Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.
TIPO DE INDICACIÓN	: ANALÓGICO	Visión
INTERVALO DE INDICACIÓN	: 0 Pulg a 0,2 Pulg	Ser el laboratorio de calibración líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.
RESOLUCIÓN	: 0,0001 Pulg	
MARCA	: SOILTEST	
MODELO	: LC-2	
NÚMERO DE SERIE	: NO INDICA	
PROCEDENCIA	: U.S.A	
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA	
UBICACIÓN	: NO INDICA	
5. FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2019-05-10	
6. FECHA DE EMISIÓN	: 2019-05-15	
7. LUGAR DE CALIBRACIÓN	: Instalaciones del MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	

8. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del Reloj comparador y bloques patrón de longitud tomando como referencia el procedimiento PC - 014 "Procedimiento de calibración de Comparadores de Cuadrante (usando bloques)", Segunda Edición - Diciembre 2001. SNM - INDECOP.

9. OBSERVACIONES

El instrumento pertenece a la maquina DE ESTABILIDAD MARSHALL ELECTRICA DE CÓDIGO UMA-240. Para una mejor aproximación de lectura, la resolución del instrumento se subdividió en 5 partes iguales de 0,00002 Pulg. Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.




Ana Zola Chorrón Nuñez
Supervisor de Laboratorio



HCSG029-01

Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rímac, Callao ☎ 572 2630 / 572 1691

✉ ventas@sgnortec.com @sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO

Anexo 8.4: Calibración de Anillo de Carga

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SGFP - 235- 2019

Página 1 de 2

<p>1. Orden de Trabajo : V2-165-19</p> <p>2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>3. Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA - LIMA.</p> <p>4. Instrumento : ANILLO DE CARGA</p> <p>Alcance de Indicación : 0 lb-f a 10 000 lb-f</p> <p>Intervalo de escala (d) : 1 div.</p> <p>Marca : SOILTEST</p> <p>Modelo : 8861</p> <p>Tipo : MECÁNICA</p> <p>Número de Serie : NO INDICA</p> <p>Código de Identificación : NO INDICA</p> <p>Ubicación : UNIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS</p> <p>Fecha de Calibración : 2019-05-08</p> <p>Fecha de Emisión : 2019-05-16</p> <p>Lugar de Calibración : INSTALACIONES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p>	<p>Función</p> <p>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</p> <p>Misión</p> <p>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuyo misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</p> <p>Visión</p> <p>Ser el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</p>
---	---

5. Método Empleado
La calibración se realizó empleando el método de comparación indirecta, entre las indicaciones de lectura del indicador de la celda de carga con el indicador del comparador de cuadrante tomando como referencia la Norma ASTM E4 "Standard Practices for FORCE Verification of Testing Machines".

6. Observaciones
Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
El anillo de carga pertenece a la máquina de estabilidad MARSHALL ELÉCTRICA MECÁNICA, Código UMA - 240
El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



[Signature]
Ana Zola Chonón Núñez
Supervisora de Laboratorio

HC5G021-09



Anexo 8.5: Calibración de baño de temperatura constante

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SGTH - 454 - 2018

Página 1 de 12

1. Expediente : V2-18253
2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
3. Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 150 - Rimac - Lima - Lima
4. Equipo de Medición : BAÑO DE TEMPERATURA CONSTANTE
- Marca : Humbolt
- Modelo : H-1390
- Número de Serie : 965
- Procedencia : No Indica
- Código de Identificación : UMA-216
- Temperatura de trabajo : 25 °C, 30 °C, 35 °C 50 °C y 60 °C
- Tolerancia : ± 1 °C
- Ventilación : Forzada
- Carga : 30 % Aproximadamente
- Ubicación : UNIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Función

Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a las patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.

Misión

Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.

Visión

Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.

5. Instrumento de Medición

Nombre	Marca/Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Controlador e Indicador	AUTONOS / T2N4ST	No Indica	0 °C a 80 °C	0,1 °C	Digital

6. Fecha de Calibración : 2018-11-28 al 2018-11-27

7. Fecha de Emisión : 2018-12-05

8. Procedimiento de Calibración Empleado

La calibración se realizó empleando un termómetro patrón con 10 termopares, según el Procedimiento PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medios isotermos con aire como medio termestático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

9. Observaciones

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de aproximadamente 2 horas por punto de calibración. La calibración se realizó en las instalaciones de MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el equipo cumple con los límites de temperatura.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.




Ana Zela Chanón Nuñez
Supervisor de Laboratorio

HCSG037-01



Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rimac, Callao ☎ 572 2630 / 572 1691

✉ ventas@sgnortec.com @sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO

Anexo 8.6: Calibración de Martillo de compactación



30 NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.R.L.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

INFORME DE VERIFICACION
IV - 046 - 2019

Página 1 de 2

<p>1. ORDEN DE TRABAJO : V2-164-19</p> <p>2. SOLICITANTE : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>3. DIRECCIÓN : AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA - LIMA</p> <p>4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MARTILLO DE COMPACTACIÓN</p> <p>INTERVALO DE INDICACIÓN : 457,2 mm</p> <p>RESOLUCIÓN : NO APLICA</p> <p>MARCA : NO INDICA</p> <p>MODELO : NO INDICA</p> <p>NUMERO DE SERIE : NO INDICA</p> <p>PROCEDENCIA : NO INDICA</p> <p>CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN : 1 y 2</p> <p>UBICACIÓN : UNIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS</p> <p>5. FECHA DE VERIFICACIÓN : 2019-05-08</p> <p>6. FECHA DE EMISIÓN : 2019-05-14</p> <p>7. LUGAR DE VERIFICACIÓN : Instalaciones de MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p>	<p>Función</p> <p>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</p> <p>Misión</p> <p>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</p> <p>Visión</p> <p>Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</p>	
--	---	--

8. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN EMPLEADO

La verificación se realizó empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones de lectura de la regla metálica patrón con las indicaciones de la regla metálica utilizando como referencia la recomendación de la Organización Internacional de Metrología Legal OIML R 35-1:2007 "Material measures of length for general use. Part 1: Metrological and technical requirements".

9. OBSERVACIONES

Los martillos de compactación pertenecen al equipo de COMPACTADOR DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MECANICO DE CÓDIGO UMA-236

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la verificación y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la reverificación de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.





Ana Zola Choron Nunez
Supervisor de Laboratorio

HC5G044-01

Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rímac, Callao ☎ 572 2630 / 572 1691

✉ ventas@sgnortec.com @sgnortec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO

Anexo 8.7: Calibración de Estufa

PRECISIÓN & TECNOLOGÍA a su servicio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

010-0720-CR-OFILAB-19

1. SOLICITANTE

Razón Social : Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 Dirección : Av. Tupeac Amaru Nº150 - Rimac - Lima
 Fecha de emisión : Lima, 01 de noviembre del 2019

2. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO / INSTRUMENTO

Equipo / Instrumento : Estufa
 Marca : Nuve
 Procedencia : No indica
 Modelo : FN 500 P
 Serie : 056623
 Código / ID : UMA-273
 Resolución : 1°C
 Ubicación : Laboratorio

Fecha de Calibración : Lima, 30 de octubre del 2019
 Lugar de Calibración : Instalaciones - Ministerio de Transportes y Comunicaciones

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

PC-018 2° Ed. "Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático" del SNM/Indecopi.
 En función del tamaño de la cámara se han instalado 10 sensores (Termocuplas) de acuerdo a la tabla Nº1.
 Se realiza una serie de mediciones a fin de ajustar el control de temperatura del equipo a la mejor posición posible. El control se ajustó a la temperatura deseada y se registra las temperaturas promedio cada 2 minutos, obteniéndose los resultados mostrados en las tablas posteriores.

4. PATRONES DE REFERENCIA

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de la Dirección Metrológica	Termómetro de indicación digital, TRACEABLE, serie 160710515	LT-217-2018

5. CONCLUSIONES

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $K = 2$ para un nivel de confianza del 95% aproximadamente.
 Certificamos que el equipo se encuentra operativo y cumple con los parámetros de calibración.

6. OBSERVACIONES

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"

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

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

OFILAB PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio que lo emite.

Ofilab Peru S.A.C.

Ing. Quím. Jorge Santos Aquino
 Dep. Desarrollo de Proyectos

Ofilab Peru S.A.C.

Ing. José Torres Flores
 Dep. Técnico



Anexo 8.8: Calibración de Termómetro de indicación digital



Certificado de Calibración

LT - 217 - 2018

Laboratorio de Termometría

Página 1 de 4

Expediente	101343	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	OFILAB PERU S.A.C.	
Dirección	Jr. San Luis N° 341 Urb. San Carlos Et. Uno - Comas - Lima	
Instrumento de Medición	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL	
Intervalo de Indicación	-50 °C a 400 °C	
Resolución	0,01 °C ; 0,1 °C	
Marca	TRACEABLE	
Modelo	4132	
Procedencia	NO INDICA	
Número de Serie	160710515	
Elemento Sensor	Una termorresistencia de platino de 100 Ω	
Fecha de Calibración	2018-07-20	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Área de Electricidad y Termometría	Laboratorio de Termometría
 2018-07-20	 BILLY QUISPE CUSIPUMA Dirección de Metrología	 JUAN CALZADO Dirección de Metrología

Anexo 8.9: Calibración de Agitador mecánico para Equivalente de arena

INFORME DE VERIFICACIÓN IV - 053 - 2019

Página 1 de 2

1. ORDEN DE TRABAJO	: V2-200-19	Función
2. SOLICITANTE	: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	<i>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</i>
3. DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA - LIMA	
4. EQUIPO/INSTRUMENTO	: AGITADOR MECÁNICO PARA EQUIVALENTE DE ARENA	Misión
INTERVALO DE INDICACIÓN	: 0 segundos a 60 segundos /175 rpm	<i>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</i>
RESOLUCIÓN	: 1 segundos	Visión
MARCA	: PINZUAR	<i>Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con los exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</i>
MODELO	: PS-86	
NÚMERO DE SERIE	: 105	
PROCEDENCIA	: COLOMBIA	
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA	
UBICACIÓN	: UNIDAD DE SUELOS Y AGREGADOS	
5. FECHA DE VERIFICACIÓN	: 2019-05-24	
6. FECHA DE EMISIÓN	: 2019-05-28	
7. LUGAR DE VERIFICACIÓN	: Instalaciones del MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	

8. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN EMPLEADO

La verificación se realizó empleando el método de comparación entre el número de revoluciones programadas en la centrífuga a verificar y las mediciones obtenidas por el tacómetro patrón.

9. OBSERVACIONES

El instrumento pertenece al AGITADOR MECANICO PARA EQUIVALENTE DE ARENA con código : USA-143
 Los resultados presentados son el resultado de un promedio de 10 mediciones para cada valor de revolución.
 Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la verificación y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
 SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
 El usuario es responsable de la reverificación de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
 El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



[Firma]
 Ana Zola Chanón Núñez
 Supervisor de Laboratorio



HCSG038-01

Anexo 8.10: Calibración de Matraz de un solo trazo



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 006



Certificado de Calibración

Calibration Certificate

N° MV18-C-0822

Cliente: Customer:	DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES - DGCyF - NTC	<p>Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la cadena de trazabilidad de las mediciones que realiza, así mismo realiza certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados y brinda asistencia técnica en temas relacionados al campo de la metrología en la industria peruana. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p>This Calibration Certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). KOSSODO METROLOGIA S.A.C. supports and calibrates its standards of reference to guarantee the chain of traceability of the measurements realized, as well as the metrological certifications realize at the request of the interested parties and offers technical assistance in topics related to the metrology field in the Peruvian industry. In order to assure the quality of measurements the user should recalibrate his instruments at appropriate intervals.</p>
Dirección: Address:	Av. Tupac Amaru N° 150 (Lima / Lima / Rimac)	
Objeto calibrado: Calibrated object:	MATRAZ DE UN SOLO TRAZO	
Marca: Brand:	FYREX	
Modelo: Model:	5641	
Número de serie: Serial Number:	No indica	
Identificación: Identification:	UAQ-887 (*)	
Lugar de Calibración: Place of Calibration:	Laboratorio de Volumen de Kossodo Metrología S.A.C.	
Orden de Trabajo: Work Order:	OT-01800774	
Fecha de calibración: Date of Calibration:	2018-06-01	
Fecha de emisión: Date of issue:	2018-06-07	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Technical Characteristics of the calibrated object

Capacidad nominal: Nominal capacity:	50 ml	División de escala: Minimum scale division:	No aplica	Material: Material:	Vidrio
Tipo: Type:	IN	Clase de exactitud: Accuracy class:	No indica (**)		

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibration Method

La calibración se realizó determinando el volumen contenido por el método gravimétrico, siguiendo el procedimiento, P-CAL-02 "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio" (Version 00), basado en el PC-015 "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio, cuarta edición del SNM - INDECOPI", este procedimiento cumple con los requisitos establecidos en la Norma Internacional ISO 4787 "Laboratory glassware - Volumetric instruments - Methods for testing of capacity and for use".

Calibration was performed by determining the volume contained by the gravimetric method, following the procedure, P-CAL-02 "Calibration Procedure for Volumetric Material Glass" (Version 00, based on PC-015 "Calibration Procedure for Volumetric Material Glass, fourth edition of 2001 - INDECOPI. This procedure meets the requirements of International Standard ISO 4787 "Laboratory glassware - Volumetric instruments - Methods for testing of capacity and for use".



Gerente Administrativo
Administrative Manager

Ernesto Rodríguez Morón

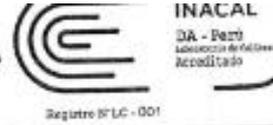
Jefe de Laboratorio
Laboratory Boss

Ólga Toro Sayas

Anexo 8.11: Calibración de Termohigrómetro



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-3147-2019



Expediente N° : 89858
Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2019-08-24

1. **Solicitante** : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
2. **Dirección** : Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac
3. **Instrumento calibrado** : MEDIDOR DE TEMPERATURA Y/O HUMEDAD (TERMOHIGRÓMETRO)
 - Marca / Fabricante : No indica
 - Identificación : MHT-1 (°)
 - Serie : 240117278
 - Modelo : No indica
 - Intervalo de indicación : 0 °C a 50 °C
2 % H.R. a 95 % H.R.
 - Resolución : 0,1 °C
1 % H.R.
 - Procedencia : No indica
 - Ubicación : No indica
4. **Lugar de calibración** : En el Laboratorio de Temperatura y Humedad de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : Del 2019-08-23 al 2019-08-24
6. **Método de calibración**
La calibración se realizó por comparación directa según el PC-MT-002 Rev. 00 "Procedimiento para Calibración de Medidores de Humedad y/o Temperatura" de METROIL S.A.C.
7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

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

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

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

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

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

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-479	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,83 %H.R. a 1,06 %H.R.	H-0012-19 / INSTRUMENTS LAB S.A.C.
IT-480	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,6 %H.R. a 1,6 %H.R.	LH-053-2019 / INACAL - DM
IT-481	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,88 %H.R. a 1,03 %H.R.	H-0011-19 / INSTRUMENTS LAB S.A.C.
IT-332	Termómetro digital con incertidumbre del Orden de 0,07 °C	T-4037-2018 / METROIL S.A.C.
IT-333	Termómetro digital con incertidumbre del Orden de 0,07 °C	T-4038-2018 / METROIL S.A.C.

Ing. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ
Gerente Técnico (H)
C.I.P.: 171525

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Central Telefónica: (511) 713-4060 / (511) 713-6656 / 899 046 181 Atención al Cliente: 975 190 730

Anexo 8.12: Calibración de esferas metálicas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGM - 0071 - 2019

Página 1 de 2

<p>1. Orden de Trabajo : V2-321-19</p> <p>2. Solicitante : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>3. Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA - LIMA</p> <p>4. Instrumento : Esferas metálicas</p> <p> Marca : NO INDICA</p> <p> Material : Acero inoxidable</p> <p> Procedencia : NO INDICA</p> <p> Código de identificación : NO INDICA</p> <p> Cantidad : 12</p> <p> Fecha de Calibración : 2019-06-01</p> <p> Fecha de Emisión : 2019-06-04</p> <p> Lugar de Calibración : Laboratorio de Mesa de SG NORTEC S.R.L.</p>	<p>Función</p> <p>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</p> <p>Misión</p> <p>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuyo misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</p> <p>Visión</p> <p>Ser el Laboratorio de Calibración líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</p>
--	---

5. Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación entre una pesa de referencia del mismo valor nominal y clase de exactitud superior, en una balanza apropiada para la calibración tomando como referencia el PC-008, 2da Edición: 2009 "Procedimiento de Calibración de Pesas de Trabajo de Clase de Exactitud M2, M2-3 y M3" de INDECOPI / SNM.

6. Observaciones

Manipular las pesas con cuidado y mantenerlas limpias para evitar la alteración de su masa.
 Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
 SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
 El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
 El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.
Las 12 esferas pertenecen a la máquina de los Angeles Código: USA-154.


 Ing. Reizo Gallardo-Huertas
 Gerente de Metrología
 C.I.P. N°221638



HCSG022-09

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SGL - 134 - 2019

Página 1 de 2

1. ORDEN DE TRABAJO	: V2-320-19	Función
2. SOLICITANTE	: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	<i>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</i>
3. DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA - LIMA	
4. INSTRUMENTO	: TAMIZ DE ENSAYO	
DESIGNACIÓN	: No. 12 (1,7 mm)	
MARCA	: HUMBOLDT	Misión
NUMERO DE SERIE	: NO INDICA	<i>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</i>
PROCEDENCIA	: NO INDICA	
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA	
UBICACIÓN	: No Indica	
5. FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2019-06-01	Visión
6. FECHA DE EMISIÓN	: 2019-06-04	<i>Ser el laboratorio de calibración líder dentro del mercado nacional según las exigencias y competencias de la industria, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</i>
7. LUGAR DE CALIBRACIÓN	: Instalaciones de SG NORTEC S.R.L. - Laboratorio de Longitud.	

8. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

La calibración se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

9. OBSERVACIONES

El instrumento pertenece a la MÁQUINA DE LOS ANGELES con código. USA-154
 Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
 SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
 El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
 El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

 *[Firma]*
 Zola Chonón Núñez
 Supervisor de Laboratorio



**INFORME DE VERIFICACIÓN
 IV - 056 - 2019**

Página 1 de 2

<p>1. ORDEN DE TRABAJO : V2-322-19</p> <p>2. SOLICITANTE : MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</p> <p>3. DIRECCIÓN : AV. TUPAC AMARU NRO. 150 - RIMAC - LIMA - LIMA</p> <p>4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BOLAS DE ACERO</p> <p>VALORES NOMINALES : 46,38 mm a 47,63 mm</p> <p>RESOLUCIÓN : NO INDICA</p> <p>MARCA : NO INDICA</p> <p>MODELO : NO INDICA</p> <p>NUMERO DE SERIE : NO INDICA</p> <p>MATERIAL : ACERO INOXIDABLE</p> <p>CANT. DE ESFERAS : 12 UNIDADES</p> <p>PROCEDENCIA : NO INDICA</p> <p>CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN : NO INDICA</p> <p>UBICACIÓN : NO INDICA</p> <p>5. FECHA DE VERIFICACIÓN : 2019-06-01</p> <p>6. FECHA DE EMISIÓN : 2019-06-04</p> <p>7. LUGAR DE VERIFICACIÓN : Instalaciones de SG NORTEC S.R.L.- LABORATORIO DE LONGITUD</p>	<p>Función</p> <p><i>Brindar servicios de calibración seguros y confiables, manteniendo una adecuada trazabilidad a los patrones nacionales ayudando a promover la cultura metrológica en nuestros clientes.</i></p> <p>Misión</p> <p><i>Somos un laboratorio comprometido con la metrología, cuya misión es la de proporcionar servicios de calibración de la más alta calidad, para la satisfacción de las necesidades y requerimientos inmediatos de nuestros clientes.</i></p> <p>Visión</p> <p><i>Convertirnos en el Laboratorio de Calibración Líder dentro del mercado nacional de acuerdo con las exigencias y competencias de la industria nacional, estableciendo relaciones profesionales sólidas y duraderas.</i></p>
--	--

8. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN EMPLEADO

La verificación se realizó empleando el método de comparación directa entre las indicaciones de la lectura del patrón de medición, pie de rey, con la obtención del promedio del diámetro de las esferas metálicas.

9. OBSERVACIONES

El instrumento pertenece a la MÁQUINA DE LOS ANGELES con código: USA-154

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la verificación y se refieren exclusivamente al instrumento verificado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

SG NORTEC S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la reverificación de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.




 Ana Zola Chonón Núñez
 Supervisor de Laboratorio



HCSG044-01



METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.

Av. Universitaria Norte 8903 - Comas - Lima 7 - Central Telefónica: (511) 557-2727 / 557-3745 Telefax: (511) 557-2
Sucursal Of. Av. Canadá 1557 - La Victoria - Lima 13 - Central Telefónica: (511) 224-4400
Telefax: (511) 226-8811 Nextel: 100*8844 / 100*8846 RPM *481570
E-mail: ventas@metroil.com.pe / web: www.metroil.com.pe

INFORME TÉCNICO N° 163-2013

EXP. : 34898
Fecha de emisión: 2013-12-17
Página 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES - DGCyF - MTC
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru N° 150 - Rimac.

2. **EQUIPO** : COPA CASAGRANDE CON RANURADOR
Marca : ELE INTERNATIONAL
Modelo : 24-0441/02
N° de serie : H081210
Código de Identifi. : USA-139 (*)
Procedencia : U.S.A.
Material de la copa : Bronce

3. **FECHA Y LUGAR DE LA VERIFICACIÓN**
La verificación se realizó el 2013-12-16 en el laboratorio de Longitud y Ángulo de METROIL S.A.C.

4. **MÉTODO DE VERIFICACIÓN**
La verificación se efectuó por comparación con patrones certificados.

5. **TRAZABILIDAD**
Los resultados de la medición tienen trazabilidad a los patrones nacionales del SNM-INDECOPI. Se utilizó:
Pie de rey de código IL-089 con Certificado de Calibración LLA-141-2013 de METROIL S.A.C.
Balanza de código IM-010 con Certificado de Calibración M-0990-2013 de METROIL S.A.C.
Regla metálica de código IL-025 con Certificado de Calibración LLA-316-2013 del SNM-INDECOPI.
Bloque plano paralelo de 10 mm de código IL-102 con certificado de calibración LLA-222-2012 del SNM-INDECOPI.
Proyector de perfiles de código IL-032 con certificado de calibración CL-400-2012 de METROIL S.A.C.

6. **CONDICIONES AMBIENTALES**
Temperatura Ambiental: 20,6 °C Humedad Relativa: 57,6 % H.R.

7. **OBSERVACIONES**
 - Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación informe técnico N° 163-2013
 - Se utilizó una esfera de acero de 10,2 mm de diámetro, la cual se dejó caer libremente desde una altura de 250 mm hacia la base del equipo copa casagrande para verificar que la altura de rebote se encuentre entre el 77% y el 90 % de la altura de caída inicial.
 - El resultado de la medición corresponde a un promedio de 5 mediciones para cada punto de verificación.
 - La incertidumbre ha sido calculada con un factor de cobertura $k = 2$ para un nivel de confianza aproximado del 95 %.
 - Se ajustó la caída de la copa respecto de su base una altura de 10 mm.(*) Indicado en una etiqueta adherido al instrumento.



LUCIO ASTETE SORIANO
Laboratorio de Longitud y Ángulo

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INDECOPI - SNA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE METROIL S.A.C.
F-M-160 / Agosto 2010 / Rev. 00

Anexo 8.16: Calibración del Horno de laboratorio



PRECISIÓN & TECNOLOGÍA a su servicio

INFORME TÉCNICO
010-0714-IN-OFILAB-19

1. SOLICITANTE

Razón Social : Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Dirección : Av. Tupac Amaru N°150 - Rimac - Lima
Fecha emisión : Lima, 01 de noviembre del 2019

2. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO / INSTRUMENTO

Equipo / Instrumento : Horno
Marca : Soltest
Procedencia : No indica
Modelo : L 5B-4
Serie : 626714
Código / ID : USA-102
Resolución : 0.1°C
Rango : No indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de mantenimiento : Lima, 28 de octubre del 2019
Lugar de mantenimiento : Instalaciones - Ministerio de Transportes y Comunicaciones

3. DESARROLLO

3.1. Situación inicial del equipo

- No presenta desperfectos que abarren las lecturas del equipo.
- Superficie interna está deteriorado

3.2. Proceso de mantenimiento

Identificación de los accesorios del equipo	22/10/2019
Limpieza general del equipo	22/10/2019
Análisis e identificación de las fallas	22/10/2019
Desensamblaje del equipo	22/10/2019
Repuestos	22/10/2019
Mantenimiento del equipo	22/10/2019
Calibración	22/10/2019
Verificación	22/10/2019

Mantenimiento	Limpieza al sistema eléctrico / electrónico Limpieza a la cámara interna del equipo Verificación de la resistencia Verificación de linealidad de lecturas
Repuesto	Reparación de la superficie interna del equipo.
Calibración	PC-018 2° Ed. "Procedimiento para la calibración de medidores Isotermos con aire como medio termostático" del SNM/Indecopi. En función del tamaño de la cámara se han instalado 10 sensores (Termocuplas) de acuerdo a la tabla N°1. Se emite Certificado de Calibración 010-0714-CR-OFILAB-19

4. CONCLUSIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación servicio de "MANTENIMIENTO".
- Equipo se encuentra operativo.

Ofilab Peru S.A.C.

Ing. José Torres Flores
Exp. Técnico



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE OFILAB PERU S.A.C.

Anexo 9: Panel Fotográfico



Figura 10: Tamizado (malla 3/4") de agregado grueso para dar inicio al análisis granulométrico



Figura 11: Cuarteo de agregado grueso para obtener muestra



Figura 12: Tamizado de agregados gruesos y finos



Figura 13: Aparato Casagrande



Figura 14: Con ayuda del acanalador se divide la muestra, para proceder a los golpes hasta cerrar la ranura abierta



Figura 15: Ranura de muestra parcialmente cerrada

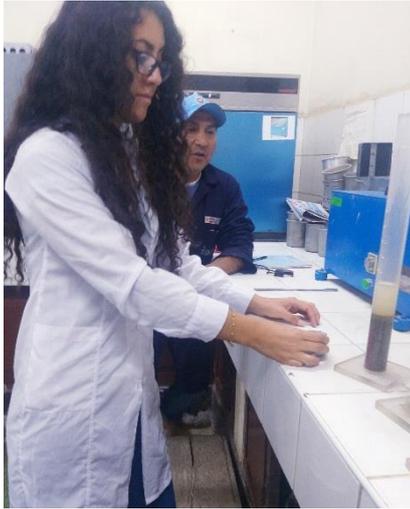


Figura 17: Muestras de arena en cilindro graduado



Figura 16: Vertiendo la última muestra de arena al cilindro para luego agitar en la maquina



Figura 18: Agitando el cilindro de arena por 45 ± 1 s



Figura 19: Insertando te tubo de irrigación al cilindro de plástico

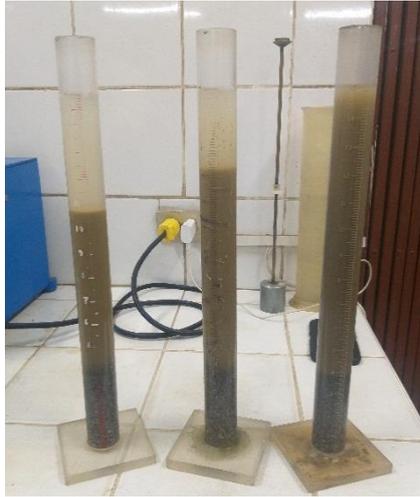


Figura 20: Especímenes para la obtención del equivalente de arena



Figura 21: Eliminando burbujas de aire para obtener peso específico



Figura 22: Agitando el frasco en la maquina

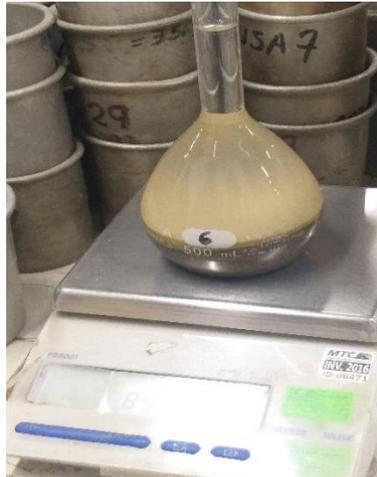


Figura 23: Después de enfriar a temperatura ambiente se determina el peso específico

}

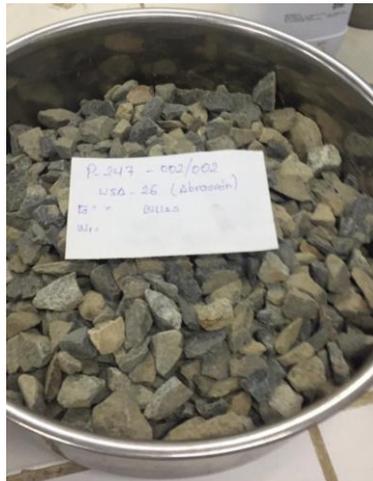


Figura 24: Agregado grueso listo para el ensayo de abrasión



Figura 25: Maquina de los ángeles para ensayo de abrasión, en este caso debe contar con 11 esferas de acero



Figura 26: Tamizado de poliestireno expandido para el análisis granulométrico

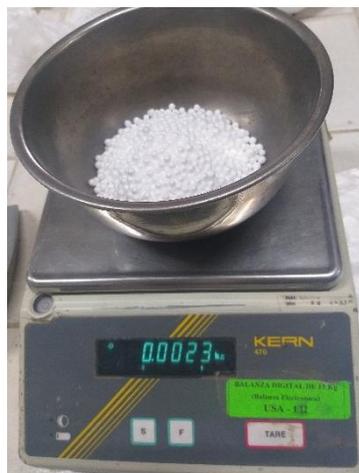


Figura 27: Perlas de poliestireno expandido, siendo pesada para obtener el porcentaje de 0,2% e incorporar en mezcla asfáltica.



Figura 28: Calentando el cemento asfáltico a una temperatura de +/-



Figura 29: Incorporando cemento asfáltico a los agregados para obtener la mezcla asfáltica.



Figura 30: Briquetas (15unid.) contiene agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,3% de poliestireno



Figura 31: Muestra para comenzar el ensayo Marshall, contiene agregados, PEN 60/70, aditivo y 0,5% de poliestireno



Figura 32: Temperar el agua a 25°C para luego sumergir las briquetas



Figura 33: Peso de Briquetas saturada superficialmente seco en aire



Figura 34: Briquetas superficialmente saturadas, para luego ser enviadas a baño María

Anexo 11: Glosario de términos

Adhesividad agregado-ligante: Evalúa la adherencia entre el agregado pétreo y el ligante asfáltico, en combinaciones de cementos asfálticos convencionales

Briqueta: Espécimen que sirven para elaborar el ensayo Marshall en el cual son sometidas a grandes cargas hasta su deformación.

Caras Fracturadas: Mide el esfuerzo cortante y la fricción entre partículas en un agregado grueso.

Coefficiente de uniformidad: Se utiliza para evaluar la uniformidad del tamaño de las partículas de agregados pétreos.

Durabilidad: Capacidad para mantener sus propiedades con el paso del tiempo y la acción de agentes envejecedores

Estabilidad: Capacidad para resistir desplazamiento y deformación bajo las cargas del tránsito.

Equivalente de arena: Sirve para evaluar la limpieza de los áridos finos o suelos poco plásticos, a través de un índice relativo a la proporción de material.

Flexibilidad: capacidad de una mezcla asfáltica para acomodarse, sin que se agriete, a movimientos y asentamientos graduales de la subrasante

Grado de penetración: Mide la consistencia del asfalto en una determinada temperatura.

Polistireno: El poliestireno es un plástico usado en una variedad de situaciones, por ejemplo, la construcción y el envasado de alimentos.

Impermeabilidad: Propiedad de la mezcla asfáltica para resistir al paso de aire y agua hacia su interior o a través de él.

Máquina de los Angeles: Equipo para realizar los ensayos de abrasión o desgaste de los agregados gruesos y finos.

Marshall: Ensayo para determinar el contenido óptimo de asfalto, estabilidad, flujo, densidad y contenido de vacíos de un diseño de mezcla asfáltica.

Mezcla asfáltica Convencional (MAC): Mezcla de asfalto con agregados pétreos diseñada en función a la norma peruana y sin ser modificada con ningún material.

Módulo de finura: Es un índice que sirve para clasificar los agregados pétreos en función de su granulometría; es la suma de los porcentajes retenidos acumulados de un árido, dividido por 100.

Partículas chatas y alargadas: Cantidad de agregado grueso que están propensos a sufrir fallas por cargas y presiones.

Trabajabilidad: Es la facilidad que tiene una mezcla para ser colocada y compactada, está relacionado con el tipo y porcentaje de agregado, además de la temperatura de mezclado y compactación.