



Universidad
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO
- MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN
CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO
EXPANDIDO RECICLADO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
CIVIL**

Autora

Bach. Salazar Horna, Leny Arasely
<https://orcid.org/0000-0002-7787-6372>

Asesor

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro
<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación:

**Tecnología e innovación en desarrollo de la construcción y la
industria en un contexto de sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño e
infraestructura**

Pimentel – Perú

2024



Universidad
Señor de Sipán

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresada del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autora del trabajo titulado:

COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

| | | |
|----------------------------|---------------|---|
| SALAZAR HORNA LENY ARASELY | DNI: 76675178 |  |
|----------------------------|---------------|---|

Pimentel, 24 de setiembre de 2024

REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS RECORTADA_COMPOR_ARASELY
SALAZAR HORNA.DOC**

AUTOR

Arasely Salazar

RECuento de palabras

7396 Words

RECuento de caracteres

38597 Characters

RECuento de páginas

35 Pages

Tamaño del archivo

720.6KB

Fecha de entrega

Sep 8, 2024 6:35 PM GMT-5

Fecha del informe

Sep 8, 2024 6:36 PM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO
RECICLADO**

Aprobación del jurado

DR. CORONADO ZULOETA OMAR
Presidente del Jurado de Tesis

MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO
Secretario del Jurado de Tesis

MAG. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL
Vocal del Jurado de Tesis

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| Resumen | 7 |
| Abstract | 8 |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| II. MATERIALES Y MÉTODO..... | 16 |
| III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 22 |
| 3.1 Resultados..... | 22 |
| 3.2 Discusión | 36 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 38 |
| 4.1 Conclusiones | 38 |
| 4.2 Recomendaciones | 39 |
| REFERENCIAS | 40 |
| ANEXOS | 46 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla I. Número de muestras para ensayos de MAC | 17 |
| Tabla II. Muestras de MAC según tránsito..... | 18 |
| Tabla III Características de los agregados para diseño de MAC | 23 |
| Tabla IV Características del agregado fino para diseño de MAC | 24 |
| Tabla V Características del agregado grueso para diseño de MAC | 24 |
| Tabla VI Proporción de agregados para diseño de MAC – 2 | 25 |
| Tabla VII Proporción de materiales en diseño de MAC – 2 estándar | 25 |
| Tabla VIII Sustitución de EPS por el peso del agregado fino..... | 25 |
| Tabla IX Operacionalización de variable independiente | 51 |
| Tabla X Operacionalización de variable dependiente..... | 52 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Diagrama de flujo de procesos de proyecto de investigación | 20 |
| Fig. 2. Curva granulométrica de los agregados | 22 |
| Fig. 3. Curva granulométrica del combinado de agregados para una MAC - 2..... | 23 |
| Fig. 4. Representación comparativa del peso unitario del asfalto | 26 |
| Fig. 5. Comparativo del porcentaje de vacíos en el asfalto para tránsito liviano | 27 |
| Fig. 6. Comparativo del porcentaje de vacíos en el asfalto para tránsito mediano..... | 27 |
| Fig. 7. Comparativo del porcentaje de vacíos en el asfalto para tránsito pesado | 28 |
| Fig. 8. Comparativo del porcentaje de VMA en el asfalto | 29 |
| Fig. 9. Comparativo del índice del porcentaje de VLLCA en el asfalto..... | 30 |
| Fig. 10. Representación comparativa de la estabilidad del asfalto para tránsito liviano | 31 |
| Fig. 11. Representación comparativa de la estabilidad del asfalto para tránsito mediano..... | 31 |
| Fig. 12. Representación comparativa de la estabilidad del asfalto para tránsito pesado | 32 |
| Fig. 13. Representación comparativa del flujo del asfalto para tránsito liviano | 33 |
| Fig. 14. Representación comparativa del flujo del asfalto para tránsito mediano | 33 |
| Fig. 15. Representación comparativa del flujo del asfalto para tránsito pesado | 34 |
| Fig. 16. Comparativo del índice de rigidez en el asfalto para tránsito liviano..... | 34 |
| Fig. 17. Comparativo del índice de rigidez en el asfalto para tránsito mediano | 35 |
| Fig. 18. Comparativo del índice de rigidez en el asfalto para tránsito pesado..... | 35 |

COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO

Resumen

A nivel mundial, las carreteras desempeñan un rol importante en el transporte y la comunicación, lamentablemente estas se ven afectadas a través del tiempo por diversos factores, entre ellos por las deficiencias que presenta su material principal que es la mezcla asfáltica, a manera de potencializar su desempeño, diferentes investigaciones se han basado en incorporar material reciclado como residuos plásticos por su naturaleza no biodegradable, de esta forma contribuir con el vertido de estos, y conducir a su reutilización. Con la intención de aportar mayor información, esta investigación tiene como objetivo diseñar una mezcla asfáltica en caliente incorporando poliestireno expandido reciclado como reemplazo parcial del árido fino. El diseño de la MAC experimental se realizó con porcentajes de 0.3%, 1%, 2% y 4% de EPS en peso, se elaboraron un total de 180 especímenes mediante método Marshall, entre la MAC convencional y la modificada, se evaluó las propiedades físico-mecánicas de ambas. Los resultados obtenidos a través del análisis gráfico, indicando que el óptimo contenido de EPS para la MAC – 2 modificada a nivel de tránsito liviano es 4%, tránsito medio 1% y tránsito pesado 1%. Concluyendo ambos que la incorporación del EPS en una MAC – 2 mejora sus propiedades al incrementar sus propiedades evaluadas con el método Marshall.

Palabras Clave: Poliestireno, Mezcla asfáltica, propiedades físico-mecánicas, material reciclado, método Marshall.

BEHAVIOR OF THE PHYSICAL - MECHANICAL PROPERTIES OF A HOT MIX ASPHALT USING RECYCLED EXPANDED POLYSTYRENE

Abstract

Roads worldwide play an important role in transport and communication, unfortunately these are affected over time by various factors, including the shortcomings of its main material which is the asphalt mixture, in order to enhance its performance, different investigations have been based on incorporating recycled material such as plastic waste for its non-biodegradable nature, thus contributing to the disposal of these, and lead to its reuse. In order to provide more information, this research aims to design a hot mix asphalt mixture incorporating recycled expanded polystyrene as a partial replacement of the fine aggregate. The design of the experimental MAC was carried out with percentages of 0.3%, 1%, 2% and 4% of EPS by weight. A total of 180 specimens were produced using the Marshall method, between the conventional and modified MAC, and the physical-mechanical properties of both were evaluated. The results obtained through graphical analysis, indicating that the optimum EPS content for the modified MAC - 2 at light traffic level is 4%, medium traffic 1% and heavy traffic 1%. Concluding both that the incorporation of EPS in a MAC - 2 improves its properties by increasing its properties evaluated with the Marshall method.

Keywords: Polystyrene, asphalt mix, physical-mechanical properties, recycled material, Marshall method.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las carreteras son de pavimentos asfálticos, éstos a lo largo de su vida útil atraviesan grandes desafíos, como el peso de los vehículos, el incremento del volumen de tráfico, el cambio de temperaturas y las restricciones presupuestarias. Por esta razón exigen soluciones emergentes para proporcionar los niveles de servicio necesarios, como también, la reducción de costos y las demandas de energía en su producción, de manera que genere un mejor rendimiento tanto en pavimentos nuevos como rehabilitados [1].

En la construcción de los pavimentos asfálticos, por lo general suele emplearse mezclas asfálticas en caliente (MAC) y en su diseño es importante considerar la calidad de sus componentes [2]; priorizando la estabilidad y durabilidad de la mezcla y minimizar el envejecimiento prematuro y daños por humedad a la estructura [3]; éstos problemas ocasionados en los pavimentos, así como también, la gran cantidad de desechos plásticos y su difícil eliminación, atrajo el interés de los investigadores quienes proponen mejorar las propiedades reológicas de las mezclas asfálticas a base de polímeros residuales [4].

La versatilidad de los polímeros junto con sus bajos costos de producción y su larga vida útil ha ampliado sus campos de aplicación [5]; sin embargo, Singh et al., [6] mencionaron que su consumo masivo, así como una mala gestión y la falta de un tratamiento eficaz después de su uso, ha resultado en una contaminación significativa [7]; pero en los países desarrollados han logrado aplicarlos en la ingeniería civil, las infraestructuras han ido mejorando continuamente y el transporte ha mostrado un desarrollo [8].

El uso de los plásticos, sobre todo el poliestireno expandido (EPS) está creciendo con una tasa significativa y crean efectos peligrosos en el medio ambiente debido a su naturaleza no biodegradable [9]; de la misma manera Vila et al., [10], mencionaron que es un material termoplástico compuesto en un 98% de aire, fácilmente moldeable pero resistente a las temperaturas habituales cuando la infraestructura vial está en servicio [11]; por lo tanto se puede producir mezclas asfálticas con EPS, la idea de sustituir parte del asfalto por poliestireno residual, surgió para minimizar el impacto medioambiental [12].

En China Chen et al., [13] están explorando métodos alternativos para reutilizar residuos plásticos en las infraestructuras civiles, de pavimentos asfálticos renovables [14].

En el Perú, de los desechos producidos solo se logran reciclar el 1,9% del total y el espacio para disponer de los residuos sólidos cada día es menor [15]; el Ministerio de Ambiente (MINAM) propone la eliminación de bolsas plásticas con también de sorbetes y la repartición de envases de alimentos a base de poliestireno, debido a que éstos son los que generan la mayor

parte de contaminación [16].

En Arequipa los residuos plásticos producidos generan preocupación, así como también el deterioro de las vías, ocasionado por el cambio de temperatura y vulnerabilidad al agua, causando fallos en las MAC y disminuyendo la resistencia o rigidez de la mezcla. Se sugiere crear una capa asfáltica mejorada a través del plástico reciclado, brindándole así un uso favorable para las carreteras [17]. En Chiclayo los problemas de congestionamiento y el uso ineficiente de las infraestructuras viales conllevan a buscar la mejora de las propiedades de las mezclas asfálticas, proponiéndose agregar polímeros reciclados [18].

Akter y Raja, [19], en su investigación tuvieron como objetivo evaluar la aplicación de poliestireno expandido (EPS) en las propiedades de la mezcla asfáltica con el método Marshall. La metodología que aplicaron fue incorporar porcentajes de poliestireno expandido en un 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0% en la mezcla asfáltica en caliente. Los resultados evidenciaron que el EPS presentó una densidad de 50 kg/m^3 , el contenido de asfalto óptimo fue de 5.1%; también se determinó que la estabilidad aumenta en un 53.85%, el flujo disminuye en un 28.57%, la densidad aumenta en un 5.08%; esto se determinó con la aplicación óptima de 1.0% de EPS respecto a la muestra estándar. Concluyeron que la aplicación de EPS de 1% mejora las propiedades de la mezcla asfáltica siendo viable su uso en el ámbito vial.

Vila et al., [20], en su investigación tuvieron como objetivo determinar las propiedades de la mezcla asfáltica aplicando poliestireno (PS). La metodología que se aplicó fue incorporar porcentajes de 1 y 2% de PS en relación al peso del agregado fino. Los resultados evidenciaron que el poliestireno presentó una densidad de 1.04 gr/cm^3 ; también se determinó la densidad de la mezcla asfáltica disminuye en un 2.78%, el % de vacíos aumenta en 52.94%, los vacíos en los agregados aumentan en un 14.65% y el flujo disminuye en un 48.27%; esto se determinó con la aplicación del 1% PS, respecto al diseño de mezcla asfáltica estándar. Se concluyó que la aplicación de PS al 1% mejora significativamente las propiedades de la mezcla asfáltica convencional.

Ewa et al., [21] en su investigación tuvieron como objetivo evaluar las propiedades de la mezcla asfáltica aplicando poliestireno (PS). La metodología que aplicó es añadir porcentajes de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50% de PS en reemplazo parcial del betún. Los resultados mostraron que al aplicar un 20% de PS muestra un crecimiento significativo en su estabilidad aumentando 81.8%, de la misma manera el flujo aumenta un 40%; por otro lado, aplicando 15% de PS la densidad aumento en un 7.67%, aplicando 50% de PS los vacíos en el agregado disminuyen en 29.11%, y su rigidez crece en un 44% al aplicar 25% de PS. Se concluyó que el reemplazo parcial de betún con PS mejora las propiedades de la mezcla asfáltica evaluada con

el método Marshall.

Owaid et al., [22], en su investigación tuvieron como objetivo evaluar la estabilidad y fluidez del asfalto aplicando poliestireno. La metodología que se usó fue incorporar porcentajes de 1, 2, 3, 4, 5 y 6% de Poliestireno en la mezcla asfáltica. Los resultados obtenidos determinaron que al aplicar 1% de PS la estabilidad aumenta un 40.17% y el flujo disminuye un 34.61%, respecto a la muestra estándar. Se concluyó que la estabilidad mejora significativamente aplicando PS con un porcentaje óptimo de adición del 1%.

Kumar et al., [23], en su investigación tuvieron como objetivo evaluar las propiedades de una mezcla asfáltica modificada. La metodología que realizaron fueron aplicar porcentajes de poliestireno en un 5%, 10%, 15% y 20% para una mezcla en seco. Los resultados evidenciaron un aumento en la estabilidad de 8.17%, el flujo creció en un 47.94%, la densidad aumentó en un 0.7% y los vacíos disminuyen en un 10.09%; para una aplicación óptima del 15% de PS respecto a la muestra convencional. Se concluyó que la incorporación de del poliestireno al 15% mejora las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente evaluada con el método Marshall.

Mahida et al., [24], en su investigación tuvieron como objetivo evaluar las propiedades de la mezcla asfáltica incorporando poliestireno. La metodología que se usó fue añadir poliestireno en porcentajes de 0.5, 1.0, 1.5 y 2% respecto al peso total, para ser evaluado con el método Marshall. Los resultados evidenciaron que el PS presentó una densidad de 1.01 gr/cm³, una aplicación del 1% de PS determinó en sus propiedades con el método Marshall respecto a la muestra estándar un crecimiento en la estabilidad del 31.74%, el flujo y densidad no presentan cambios significativos, sin embargo, el % de vacíos disminuye en un 0.5%. Se concluyó que las propiedades con el poliestireno se mantienen similares, siendo la estabilidad la que presenta un aumento significativo con aplicación de poliestireno al 1%.

Briceño et al., [25], en su investigación tuvieron como objetivo determinar las características de una mezcla asfáltica convencional y modificada con poliestireno. La metodología que se aplicó fue incorporar 20% de poliestireno parcialmente en la mezcla asfáltica en peso del agregado fino. Los resultados evidenciaron que el cemento asfáltico óptimo es de 4.2% siendo menor en un 23.63% respecto a la muestra estándar, la densidad disminuye en un 1.79%, el % de vacíos aumenta en un 3.63%, su estabilidad presenta mayor rigidez aumentado 27.85% y el flujo disminuye en un 25%, respecto a la muestra convencional. Se concluyó que el diseño de mezcla asfáltica con aplicación de PS al 20% presenta mejoras significativas, evidenciando que su uso es aceptable.

Srikanth et al., [26], en su investigación tuvieron como objetivo evaluar las

características de una mezcla asfáltica modificada mediante el método Marshall. La metodología que se aplicó fue incorporar porcentajes de poliestireno de 1, 3 y 5% sustituyendo por el peso de los áridos. Los resultados evidenciados presentan un crecimiento en su estabilidad del 311%, el % vacíos aumenta en un 47.62%, la densidad presentó una disminución del 3%, aplicando un porcentaje óptimo del 5%, respecto a la muestra convencional. Se concluyó que la incorporación del estímulo al 5% mejora significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica.

Tasilla [27], tuvo como objetivo evaluar la aplicación de poliestireno en las propiedades de la mezcla asfáltica. La metodología que se aplicó fue incorporar porcentajes de 1.5, 2.0 y 2.5% de poliestireno en la mezcla asfáltica. Los resultados evidenciaron que el peso específico del agregado fino fue 2.67 gr/cm^3 y su porcentaje de absorción 2.19%, el diseño de mezcla se realizó con porcentajes de cemento asfáltico (C.A.) en un rango de 4.5 – 6.5%, siendo el óptimo de CA el 5.5%; también se determinó su estabilidad aumentando en un 10.65%, el flujo tuvo un crecimiento de 3.47% y la densidad creció en un 1.18%; con la aplicación óptima del 2.5% de PS, respecto a la muestra patrón. Se concluyó que el poliestireno influye en la mezcla asfáltica mejorando significativamente sus propiedades con el método Marshall.

Rojo y Samanamud [28], en su investigación tuvieron como objetivo identificar como influye la aplicación de EPS en las propiedades de la mezcla asfáltica convencional. La metodología que se aplicó fue adicionar porcentajes de EPS en un 1.0, 1.5 y 2.0% en la mezcla asfáltica. Los resultados determinan que la estabilidad aumenta en un 5.54%, el flujo disminuye en un 6.67%, la densidad crece en un 1.83%; esto al aplicar 2% de EPS, respecto a la mezcla asfáltica convencional. Se concluyó que el poliestireno influye en las propiedades del asfalto determinadas con el método Marshall.

Arévalo y Lucho [29], en su investigación tuvieron como objetivo establecer el óptimo porcentaje de PS para aumentar las propiedades de la mezcla asfáltica. En su metodología se aplicó poliestireno en porcentajes de 0.2, 0.3 y 0.5%. En sus resultados evidenciados muestran que el porcentaje óptimo de 0.3% de PS, mejora la estabilidad en un 0.8%, la rigidez aumenta en un 5.14%, el % de vacíos disminuye en un 2.5%, respecto a la muestra convencional. Concluyendo que la adición del PS en una mezcla asfáltica convencional mejora significativamente sus propiedades con el método Marshall.

El ámbito local no se han realizado investigaciones de las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente aplicando poliestireno expandido, por lo tanto, la presente investigación también busca servir como base para futuras investigaciones, y su aporte técnico también

influirá para discutir con resultados de otras investigaciones.

Justificación. En esta investigación se busca contribuir a los conocimientos de estudios ya realizados anteriormente sobre el uso de poliestireno reciclado y su incidencia en una mezcla asfáltica en caliente, de manera que genere un impulso en la ingeniería civil, con estudios científicos que intenten mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas y así aumentar el ciclo de vida de los pavimentos, de la misma manera incorporando un producto reciclado a la mezcla asfáltica convencional que aporte mejoras a sus propiedades, para esto es necesario realizar una investigación profunda y confiable, con ensayos regidos a las exigencias de los métodos y las normativas, buscando demostrar que el poliestireno reciclado influye de manera efectiva en el desempeño de las mezclas asfálticas; en la actualidad el poliestireno es muy utilizado y su reciclaje es difícil por lo cual terminan abandonados a la intemperie, generando un impacto ambiental, esta investigación propone mitigar estos daños con la producción de mezclas modificadas con poliestireno.

Importancia. Esta investigación es importante ya que la mayoría de carreteras son construidas con asfalto, siendo la mezcla asfáltica uno de sus elementos principales, por esta razón esta investigación tiene la finalidad de aportar mejoras en las propiedades de una mezcla asfáltica en caliente mediante el poliestireno reciclado, de esta manera darle también un valor agregado a este residuo, debido que después de utilización son desechados, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente y generando una mejor calidad de pavimentos y un incremento en su ciclo de vida.

Formulación del problema. ¿Cómo influye la aplicación de poliestireno expandido reciclado en las propiedades físico – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente?

Hipótesis. Si se utiliza poliestireno expandido reciclado, entonces, mejora el comportamiento de las propiedades físico – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente.

Objetivos

Objetivo General. Evaluar el comportamiento de las propiedades físico – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente utilizando poliestireno expandido reciclado.

Objetivos Específicos

- Caracterización física de los agregados pétreos.
- Elaborar el diseño de una mezcla asfáltica en caliente estándar y modificada con poliestireno expandido reciclado en porcentajes de 0.3%, 1.0%, 2.0% y 4.0%, por el peso del agregado fino.
- Determinar las propiedades físico – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente

con el método Marshall aplicando poliestireno expandido reciclado en porcentajes de 0.3%, 1.0%, 2.0% y 4.0%, por el peso del agregado fino.

Teorías Relacionadas al tema

Agregados Pétreos. Se denomina agregados pétreos a un cúmulo de partículas inertes naturales o trituradas de grava, arenas finas o gruesas, finos y fillers, estos agregados son el mayor porcentaje en la composición de una mezcla asfáltica, alrededor del 95% en peso, por lo tanto, requiere que sus propiedades sean de la mejor calidad, debido a que éstos definen el comportamiento y soporte de la estructura del pavimento en las carreteras [30].

Ligante asfáltico. En la elaboración de mezclas asfálticas en caliente o en frío, el ligante bituminoso o aglomerante por lo general es el asfalto, extraído de forma natural o de forma artificial derivado del petróleo, producido de manera industrial por destilación de petróleo crudo en refinerías petroleras [31].

Componentes y origen del asfalto. Por destilación de petróleo crudo ciertos petróleos no contienen alquitrán y en base a su densidad, se clasifica en petróleo crudo a base de betún, parafina (sin betún) y mixta (alquitrán y parafina) [32].

Propiedades del asfalto. El asfalto, al ser impermeable, duradero y sumamente viscoso, es ideal como centros de contacto entre la carretera y los vehículos. Debe cumplir con las propiedades de durabilidad, adhesión, cohesión y susceptibilidad a la temperatura [33].

Mezclas Asfálticas. Las mezclas asfálticas son compuestas por un 95% de agregados finos y gruesos y generalmente un 5% de ligante bituminoso, son elaboradas en plantas mezcladoras o en algunas casos in situ; posteriormente de verificar la calidad de sus componentes se establece en proporciones relativas y a través de la compactación, los agregados se cubren con una capa muy fina del ligante, como resultado una mezcla asfáltica con la que se obtiene la cantidad óptima de asfalto [34].

Mezclas asfálticas en caliente. El proceso de producción de una mezcla asfáltica en caliente resulta de la unión de agregados pétreos junto con el ligante asfáltico, este proceso se realiza mediante una planta mezcladora de asfalto fija o portátil [35].

Mezclas asfálticas modificadas. Las técnicas de modificación de una mezcla asfáltica se pueden realizar a través de vía húmeda o vía seca, la finalidad de éstas mezclas es mejorar sus propiedades físico-mecánicas y prolongar la vida útil de los pavimentos [36].

La calidad de los pavimentos depende de una mezcla asfáltica adecuada y para su obtención es necesario que sus componentes tengan las cantidades óptimas, generalmente las cantidades están compuestas entre un 90% a 95% en peso de agregados pétreos o en volumen total con una cantidad de 75% a 85% [37].

Propiedades de la MAC. Un diseño de mezcla adecuado depende mucho de la granulometría y calidad de los agregados como también de calidad del asfalto. Los materiales deben tener las cantidades adecuadas para poder obtener las propiedades deseadas que cumplan con los requisitos del proyecto [38].

Estabilidad. Esta propiedad tiene la capacidad de resistir a las deformaciones y desplazamientos producidas por las cargas vehiculares cuando logra conservar su forma se le denomina estable, e inestable si la mezcla, por lo contrario, no logra conservar su forma, presentado deformaciones permanentes y otros desplazamientos [38].

Durabilidad. Tiene la capacidad de resistir agentes perjudiciales de la naturaleza y vehiculares, estos agentes pueden producir envejecimiento prematuro del asfalto, desintegración y el desprendimiento de la película de asfalto de los agregados, la durabilidad guarda relación con el contenido de vacíos y el espesor de la película de asfalto [38].

Método Marshall. Método de dosificación elaborado por el Ingeniero Bruce Marshall, anteriormente fue usado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano, en la actualidad éste método es el que se utiliza para las mezclas asfálticas en caliente, determinando propiedades de flujo y estabilidad en las mezclas [39].

El tamaño máximo de los agregados que se utiliza para éste método es de 1 pulgada, pero puede también usarse con un tamaño de 1.5 pulgadas, este método sigue siendo utilizado para el diseño de los pavimentos y emulsiones asfálticas. los [40].

Capa asfáltica. Es denominada la superficie de la estructura del pavimento y sirven como capa de rodadura uniforme, son resistentes a los esfuerzos, debido a que tiene que sostener el tráfico de forma directa, la capa asfáltica también deberá ser diseñada para evitar que el agua filtre a la parte interna del pavimento, de manera que necesariamente deberá ser impermeable [40].

Poliestireno. Es denominado un polímero de material termoplástico derivado del petróleo, su variedad y versatilidad lo convierten en un material de fácil modificación, éste suele ser moldeado mediante inyección por aire o extrusión y utilizado en diferentes aplicaciones, entre sus propiedades está la resistencia a la oxidación térmica [41].

Poliestireno en la construcción. El poliestireno expandido puede presentarse en las viguetas o semi viguetas del concreto armado o pretensado, el poliestireno en bloques pueden ser fabricados en distintas dimensiones, con una variedad de 38 contornos y debido a su versatilidad tienden a resolver problemas de peso y de aislamiento térmico, poseen también una alta rigidez estructural [42].

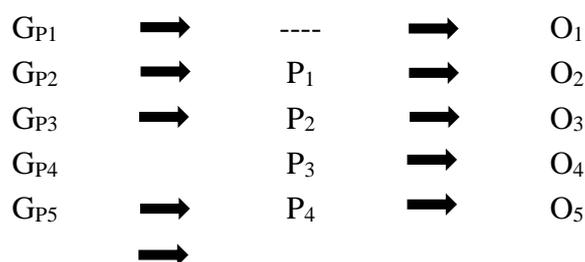
II. MATERIALES Y MÉTODO

Tipo de investigación. La investigación es aplicada, debido a que conlleva un estudio de datos, implica pasar de lo teórico a lo aplicativo, mediante procedimientos como la medición, observación y análisis documental [43]; para ello se realizó una mezcla asfáltica modificada que involucro dos variables presentadas, el agregado modificador (poliestireno en diferentes porcentajes) y las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente.

Se presenta un enfoque cuantitativo porque medirá las variables de operacionalización mediante ensayos de laboratorio que permitan comprobar la hipótesis para determinar si tiene cumple con los objetivos propuestos [44].

Diseño de investigación. Se aplica un diseño experimental de nivel cuasiexperimental con el fin de comprobar cómo funcionan las variables que intervienen mediante ensayos de laboratorio, para determinar si se cumple la hipótesis establecida [45].

El diseño de mezcla asfáltica convencional será modificado con poliestireno expandido reciclado en porcentajes de 0.3%, 1.0%, 2.0% y 4.0% por el peso del agregado fino, luego será evaluado mediante el método de Marshall, cumpliendo con los parámetros establecidos del MTC.



Donde:

G_{P1-5}: Grupo de pruebas.

-----: Sin adición de estímulos.

P₁₋₄: Aplicación de poliestireno expandido reciclado en porcentajes de 0.3%, 1%, 2.0% y 4%, respecto al peso del agregado fino.

O₁₋₅: Observación pruebas.

Variables. Se requieren para identificar todo lo que se necesita investigar y medir en el proyecto para que de esta manera mediante análisis de documentos conocer ampliamente el tema de investigación, en esta investigación intervienen 2 tipos de variables.

VI: Poliestireno expandido reciclado.

VD: Propiedades físicas – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente.

Operacionalización. Evidencia la forma que se va medir las variables del proyecto de investigación, los ensayos que se van a realizar y criterios que se van a manejar en cada variable, en el **Anexo 5.** Tabla de Operacionalización de variables.

Población. Manifiesta una sección específica de lo que interviene para determinar la evaluación significativa de los resultados [46]. Esta investigación determina como población a todas las muestras de mezclas asfálticas en caliente (MAC) patrón y las MAC modificadas incorporando poliestireno expandido reciclado en forma de perlas en reemplazo del agregado fino, a ensayar en el laboratorio, mediante el método Marshall.

Muestra. Parte de la población que permite cumplir con los objetivos propuestos, representa una parte importante para dar viabilidad al proyecto [47]. Este proyecto de investigación está conformado por 180 briquetas.

Muestreo. Probabilístico, comprenden las briquetas que se estudiaron para una MAC convencional y modificada con poliestireno en porcentajes de 0.3%, 1.0%, 2.0% y 4.0% por el peso del agregado fino como se representa en la **Tabla I.**

Criterios de selección. Se seleccionaron briquetas con dimensiones de 64 mm de altura, 102 mm de diámetro y un peso aproximado de 1200 gr, para determinar la estabilidad, flujo, vacíos y peso unitario del asfalto; para un tránsito liviano, mediano y pesado, como se muestra en la **Tabla II.**

Tabla I. Número de muestras para ensayos de MAC

| Porcentaje de asfalto | Ensayo a realizar | Diseño de MAC - aplicación de EPS | | | | | Sub total | Total |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|-----------|-------|
| | | 0.0% | 0.3% | 1.0% | 2.0% | 4.0% | | |
| 4.5% | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 | 60 |
| 5.0% | Método | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 | |
| 5.5% | Marshall | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 | |
| 6.0% | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 | |

Nota: Representación de la cantidad de briquetas para cada porcentaje de cemento asfáltico, según MAC convencional y modificada con EPS.

Tabla II. Muestras de MAC según tránsito

| Tránsito | Golpes | Muestras | Total |
|-----------------|---------------|-----------------|--------------|
| Liviano | 35 | 60 | |
| Mediano | 50 | 60 | 180 |
| Pesado | 75 | 60 | |

Nota: Representación de la cantidad general de muestras para ensayos de briquetas según el tipo de tránsito establecido en la MAC convencional y modificada con EPS.

Técnicas para la recolección de datos

Observación directa. Esta técnica permite la observación a detalle las cualidades físicas, mecánicas de materiales y de las briquetas durante su desarrollo de los ensayos, asegurándose la cuantía y la calidad de los materiales a mezclar, para así comprobar los estándares que deben tener los materiales y estos estándares siendo descritos en normatividad vigente [48].

Análisis documental. Se utilizó este método para obtener información relacionada al tema de estudio, revisando investigaciones desarrolladas anteriormente y verificando si tiene relevancia con los propósitos de la investigación, así como también, si se adecua a los parámetros actuales [49].

Instrumentos para la recolección de datos

Guías de observación. Se usan los procedimientos correspondientes según el Reglamento Nacional vigente, haciendo uso de todos los formatos del laboratorio, instrumentos y equipos, computadora, para almacenar, procesar la información y llevar el control correcto de los ensayos realizados [50].

Validez. Se determina bajo normativas vigentes, siguiendo la matriz de consistencia, diagramas de flujo y Operacionalización de las variables, el análisis de datos y los resultados conseguidos de los ensayos realizados [51]; estos serán certificados por el técnico responsable del laboratorio, también la validez de este estudio será avalada como se evidencia en el **Anexo 11.** Validación y confiabilidad por 5 jueces expertos.

Confiabilidad. La confiabilidad del análisis de datos se logra rigiéndose de las normativas vigentes, la aplicación correcta en los ensayos realizados y la observación de los procedimientos realizados, el análisis y procesamientos de datos que se obtengan de las pruebas y/o ensayos [52]; se realizó un análisis estadístico y se utilizó un coeficiente de alfa de Cronbach; de manera que garantiza la confiabilidad de resultados como se evidencia el **Anexo**

12. Análisis estadístico.

Procedimiento de análisis de datos

Esta investigación inició con la recopilación de información relacionada al tema de investigación, la búsqueda y obtención de los materiales, tanto los agregados como el cemento asfáltico PEN 60/70 utilizados en este estudio se extrajeron de la planta de asfalto del gobierno Regional Lambayeque “La Pluma Bátan Grande”, ubicada en la localidad de Batán Grande en el distrito de Pítipo, en el departamento de Lambayeque. Fueron transportados hasta el laboratorio LEMS W&C ubicado en la prolongación Bolognesi en el Km 5 de la carretera Pimentel, donde se llevaría a cabo los ensayos de calidad correspondientes según la NTP, para realizar una mezcla asfáltica patrón y una mezcla asfáltica modificada por vía seca utilizando 0.3%; 1%; 2% y 4% de EPS reciclado.

Diagrama de Flujo

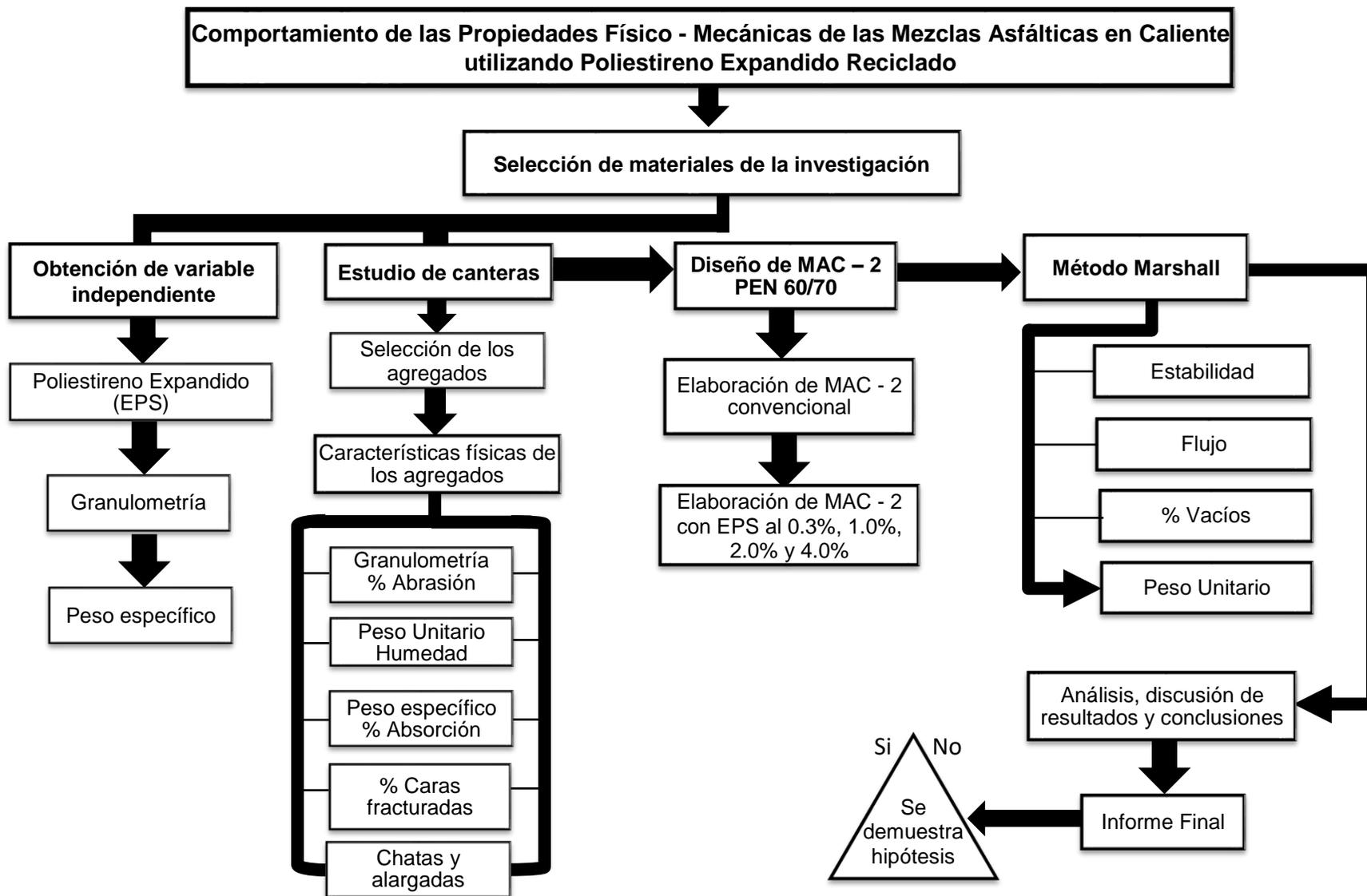


Fig. 1. Diagrama de flujo de procesos de proyecto de investigación

Criterios éticos. Esta investigación se desarrollará bajo la normativa técnica del MTC, por consiguiente, los resultados obtenidos de los ensayos realizados reflejarán plenamente resultados reales y veraces, sin ser manipulados, de manera que conste como precedente para futuras investigaciones a fines con esta investigación.

Para el desarrollo de este estudio, los criterios serán basados en investigaciones científicas, en bases de datos de excelente factor de impacto, previamente revisadas y en relación a la misma, así como también, los ensayos se rigen bajo los requisitos de normas técnicas vigentes, con la finalidad que éstos sean veraces y confiables.

Todos estos lineamientos se siguieron con los principios que indica la Universidad Señor de Sipán, teniendo en cuenta las actividades que rigen la investigación científica, la transparencia actuando sin conflicto de interés y la honestidad intelectual en la investigación científica [53].

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

Respecto al OE1. Caracterización física de los agregados pétreos.

Se determinaron las características de los agregados para un diseño de MAC-2 siguiendo los parámetros de la NTP y el MTC; el agregado fino y grueso fueron recolectados de la planta de asfalto del Gobierno Regional de Lambayeque, el poliestireno expandido (EPS) es un producto reciclado.

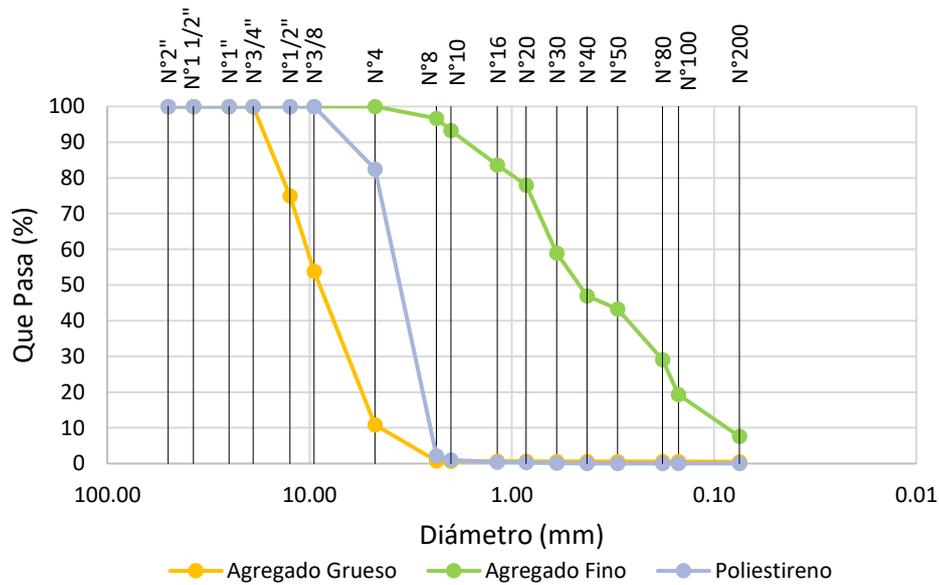


Fig. 2. Curva granulométrica de los agregados

Nota: Se evidencia la curva granulométrica con los parámetros de la NTP 400.012 para el agregado fino, agregado grueso y poliestireno, donde el primer retenido es en la malla 1/2" para el agregado grueso, malla N° 8 para el agregado fino y N° 4 para el poliestireno.

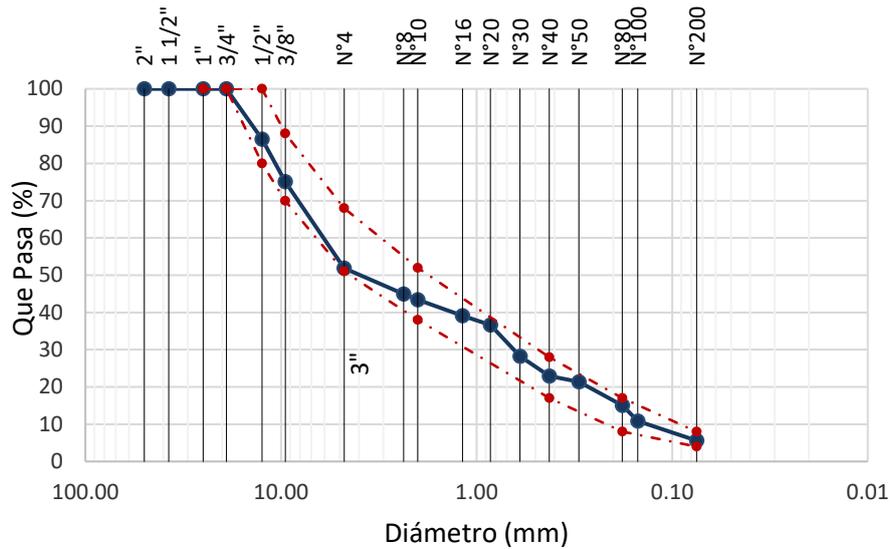


Fig. 3. Curva granulométrica del combinado de agregados para una MAC - 2

Nota: Se evidencia la gradación de la combinación de agregados que intervienen en el diseño de MAC – 2 donde se determinó que, si se encuentran dentro de los límites mínimos y máximos, por lo tanto, son apropiados para ser utilizados en la MAC – 2.

Análisis físico de los agregados. Se determinó las características físicas de los agregados con los parámetros de la NTP 400.017, NTP 339.185, NTP 400.022 y NTP 334.005, para los ensayos de Peso unitario, humedad, peso específico, absorción y densidad del EPS, respectivamente.

Tabla III
Características de los agregados para diseño de MAC

| Ensayo | Unidad | AG | AF | EPS |
|-----------------|-------------------|------|------|-----|
| Peso Unitario | kg/m ³ | 1494 | 1519 | - |
| Humedad | % | 0.87 | 1.03 | - |
| Peso específico | kg/m ³ | 2673 | 2658 | 23 |
| Absorción | % | 0.9 | 0.40 | - |

Nota: Se evidenció que los resultados de los ensayos que se realizaron para los agregados, estando aptos para ser utilizados en el diseño de mezcla MAC – 2.

Caracterizaciones físicas del agregado fino y grueso. Se determinaron las características del agregado fino y grueso con los parámetros mínimos y máximos del EG – 2013 para MAC – 2, como se evidencia en la **Tabla IV y V.**

Tabla IV

Características del agregado fino para diseño de MAC

| Ensayo | Valor | Límite |
|--------------------------------|--------------|---------------|
| Equivalente de arena | 53.0% | 60% min. |
| Índice de plasticidad | 2.10% | 4% máx. |
| Sales solubles | 0.10% | 0.5% máx. |
| Pérdida de sulfato de magnesio | 6.0% | 18% máx. |

Nota: Se determinó que el agregado fino cumple los parámetros mínimos y máximos para ser usado en una MAC – 2, porque sus resultados están dentro de los límites especificados.

Tabla V

Características del agregado grueso para diseño de MAC

| Ensayo | Valor | Límite |
|--------------------------------|--------------|---------------|
| Partículas chatas y alargadas | 9.3% | 10% máx. |
| Una cara fracturada | 88.5% | 85% min. |
| Dos o más caras fracturadas | 76.8% | 50% min. |
| Abrasión | 18.22% | 40% máx. |
| Pérdida al sulfato de magnesio | 7.0% | 18% máx. |

Nota: Se determinó que el agregado grueso cumple los parámetros mínimos y máximos para ser usado en una MAC – 2, porque sus resultados están dentro de los límites especificados.

Respecto al OE2. Diseño de mezcla de asfalto en caliente (MAC – 2)

Se determinó la MAC convencional y modificada con porcentajes de poliestireno expandido en porcentajes de 0.3%, 1.0%, 2.0% y 4.0%, para determinar sus propiedades aplicando el método Marshall, como se evidencian en la **Tabla VI, VII y VIII.**

Tabla VI
Proporción de agregados para diseño de MAC – 2

| Diseño | A.G. | A.F. | EPS | Filler |
|----------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| MAC - E | 54 | 44 | - | 2 |
| MAC – 0.3% EPS | 54 | 43.87 | 0.13 | 2 |
| MAC – 1.0% EPS | 54 | 43.56 | 0.44 | 2 |
| MAC – 2.0% EPS | 54 | 43.12 | 0.88 | 2 |
| MAC – 4.0% EPS | 54 | 42.24 | 1.76 | 2 |

Nota: Se evidencian los porcentajes que ocupan los agregados, en el diseño de mezcla MAC – 2 estándar y experimental, de la misma manera se muestra cuanto ocupa el EPS al sustituir parcialmente al agregado fino.

Tabla VII
Proporción de materiales en diseño de MAC – 2 estándar

| C.A. | A.G. | A.F. | Filler |
|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 4.5 | 51.57 | 42.02 | 1.91 |
| 5.0 | 51.30 | 41.80 | 1.90 |
| 5.5 | 51.03 | 41.58 | 1.89 |
| 6.0 | 50.76 | 41.36 | 1.88 |

Nota: Se evidencia los porcentajes que ocupan los materiales en el diseño de mezcla MAC – 2 estándar, con 4 dosificaciones de cemento asfáltico.

Tabla VIII
Sustitución de EPS por el peso del agregado fino

| C.A. | A.F. Estándar | Sustitución AF - EPS | | | | | | | |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | A.F. | 0.3% | A.F. | 1.0% | A.F. | 2.0% | A.F. | 4.0% |
| 4.5 | 42.02 | 41.73 | 0.29 | 41.07 | 0.96 | 40.11 | 1.91 | 38.20 | 3.82 |
| 5.0 | 41.80 | 41.52 | 0.29 | 40.85 | 0.95 | 39.90 | 1.90 | 38.00 | 3.80 |
| 5.5 | 41.58 | 41.30 | 0.28 | 40.64 | 0.95 | 39.69 | 1.89 | 37.80 | 3.78 |
| 6.0 | 41.36 | 41.08 | 0.28 | 40.42 | 0.94 | 39.48 | 1.88 | 37.60 | 3.76 |

Nota: Se determinaron las cantidades en porcentajes de EPS y agregado fino en el diseño de mezcla MAC – 2 experimental, con 4 dosificaciones de cemento asfáltico.

Respecto al OE3. Propiedades físico – mecánicas del asfalto.

Se determinaron las propiedades físico - mecánicas del asfalto estándar y experimental con EPS en porcentajes de 0.3%, 1.0%, 2.0% y 4.0% con el método Marshall para evaluar si cumplen los parámetros del MTC, para tránsito liviano, mediano y pesado con el porcentaje óptimo de cemento asfáltico (CA).

Peso Unitario. Se determinó el peso unitario de las briquetas de mezcla asfáltica en caliente estándar y experimental con porcentajes de EPS, para el tránsito liviano, mediano y pesado.

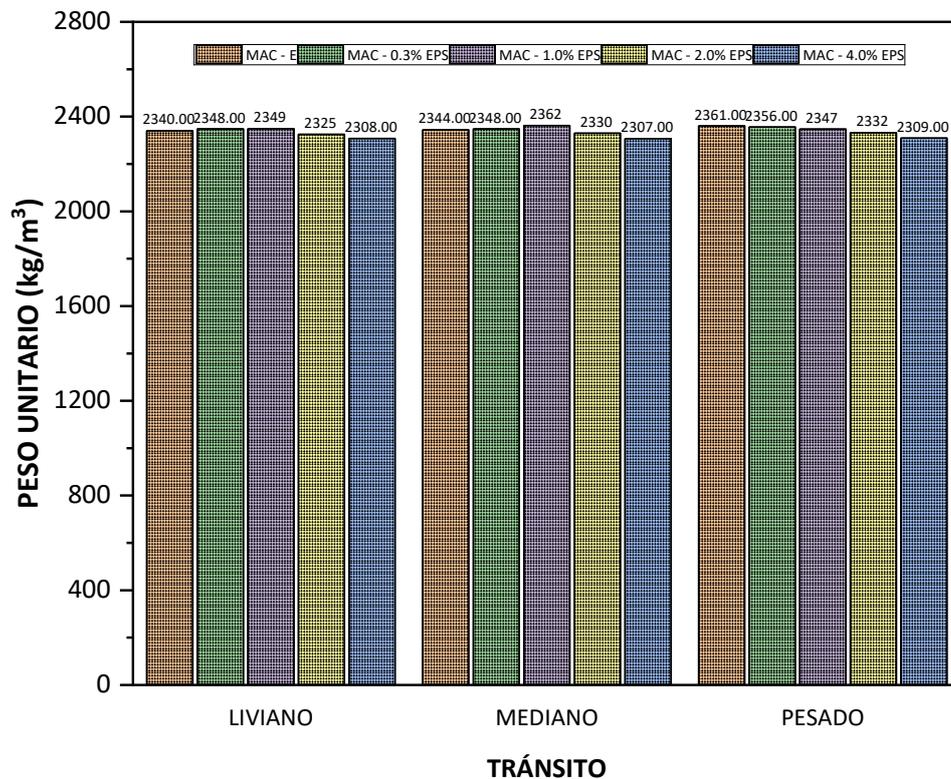


Fig. 4. Representación comparativa del peso unitario del asfalto

Nota: Se evidencia que el peso unitario del asfalto se mantiene similar que en los tres tipos de tránsito sufriendo una pequeña variación en un margen de menor de -2.20% y +0.34%, respecto a la muestra MAC-2 estándar.

Vacíos. Se determinó el % de vacíos de las briquetas de mezcla asfáltica en caliente estándar y experimental con porcentajes de EPS, para el tránsito liviano, mediano y pesado, estando dentro de los parámetros mínimos y máximos permitidos según el MTC de 3% y 5%.

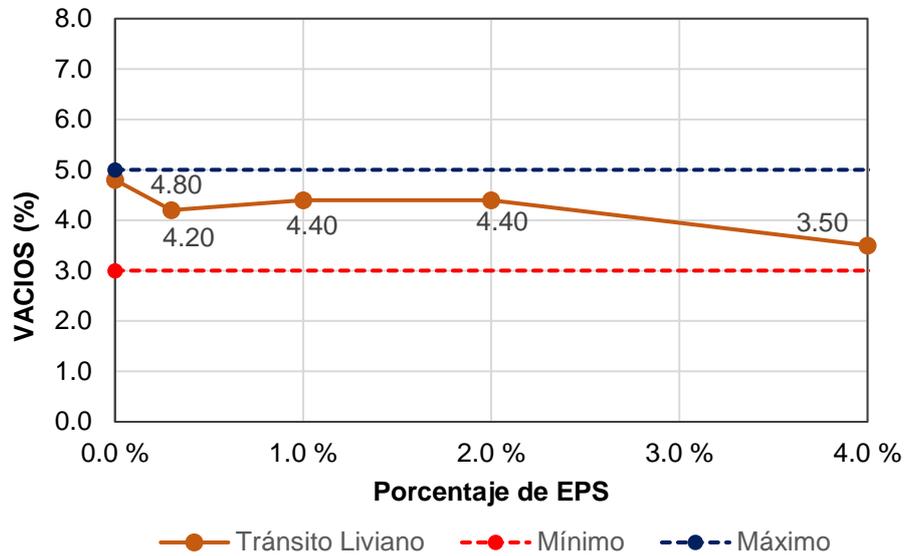


Fig. 5. Comparativo del porcentaje de vacíos en el asfalto para tránsito liviano

Nota: Se determinó que el porcentaje de vacíos para el tránsito liviano se encuentra dentro de los límites superior e inferior que el MTC indica los cuales son 3% – 5% y están por debajo de la muestra estándar en un rango de -8.33% - 27.08%.

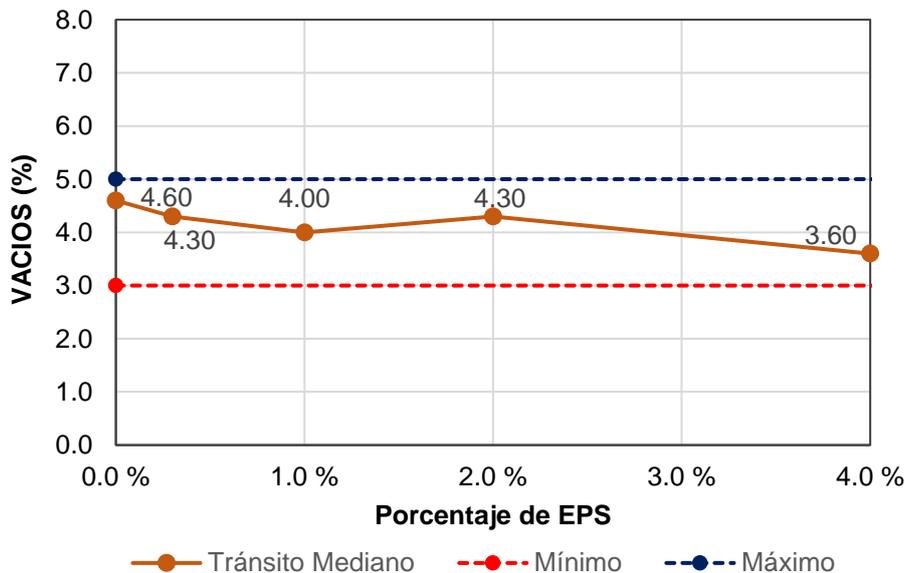


Fig. 6. Comparativo del porcentaje de vacíos en el asfalto para tránsito mediano

Nota: Se determinó que el porcentaje de vacíos para el tránsito mediano se encuentra en los límites superior e inferior que el MTC indica los cuales son 3% – 5%, estando por debajo de la muestra estándar en un rango de -6.52% - 21.74%.

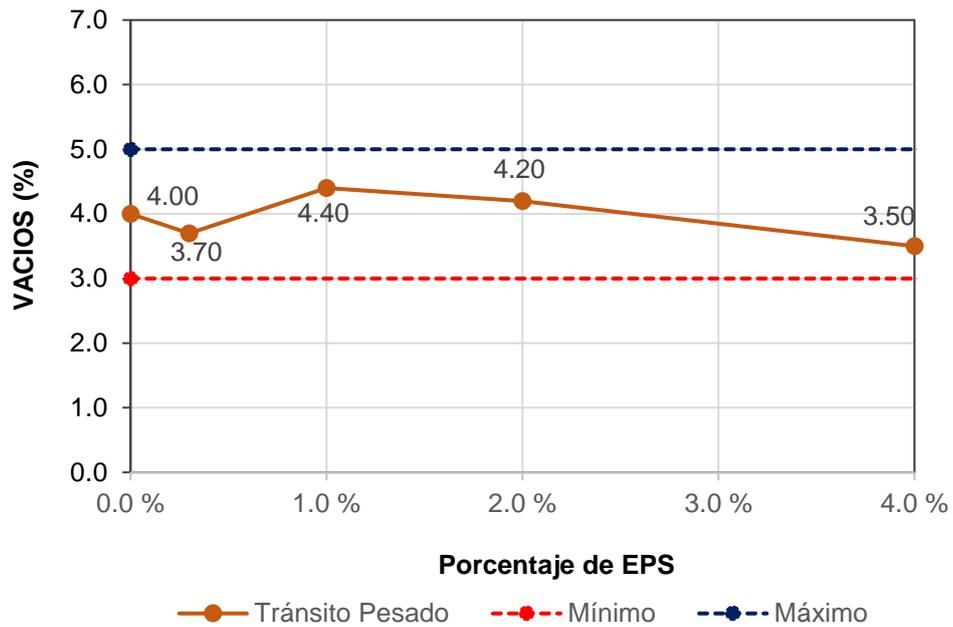


Fig. 7. Comparativo del porcentaje de vacíos en el asfalto para tránsito pesado

Nota: Se determinó que el porcentaje de vacíos para el tránsito pesado se encuentra en los límites superior e inferior que el MTC indica los cuales son 3% – 5%, mostrando un aumento ante la muestra estándar en 10% y 5% para la MAC con EPS de 0.3% y 2% respectivamente y una disminución de 7.5% y 12.5% para 0.3% y 4% respectivamente.

Vacíos en el agregado mineral. Se determinaron los vacíos en el agregado mineral de las briquetas de mezcla asfáltica en caliente estándar y experimental con porcentajes de EPS, para el tránsito liviano, mediano y pesado, con un mínimo requerido según el MTC de 14%.

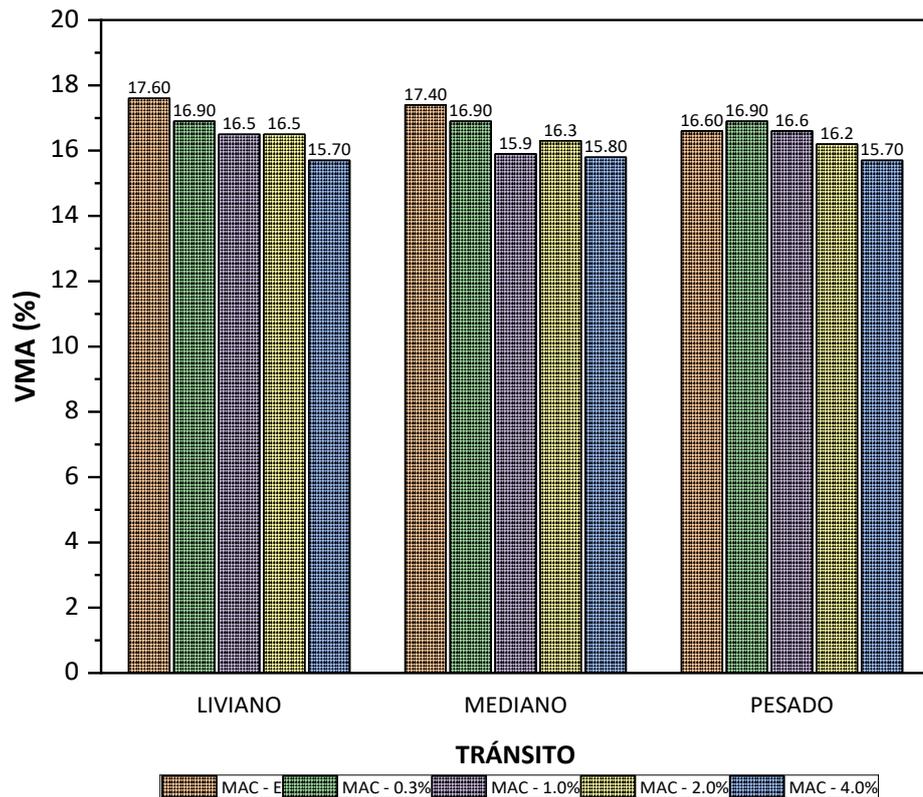


Fig. 8. Comparativo del porcentaje de VMA en el asfalto

Nota: Se evidenció que el porcentaje de vacíos del agregado mineral para el tránsito liviano, mediano y pesado es mayor al parámetro mínimo del MTC (14%), pero gradualmente es menor que la muestra estándar en un rango de 3.98% - 10.8%.

Vacíos llenos de cemento asfáltico. Se determinaron los vacíos en el agregado mineral de las briquetas de mezcla asfáltica en caliente estándar y experimental con porcentajes de EPS, para el tránsito liviano (70 – 80), mediano (65 – 78) y pesado (65 – 75).

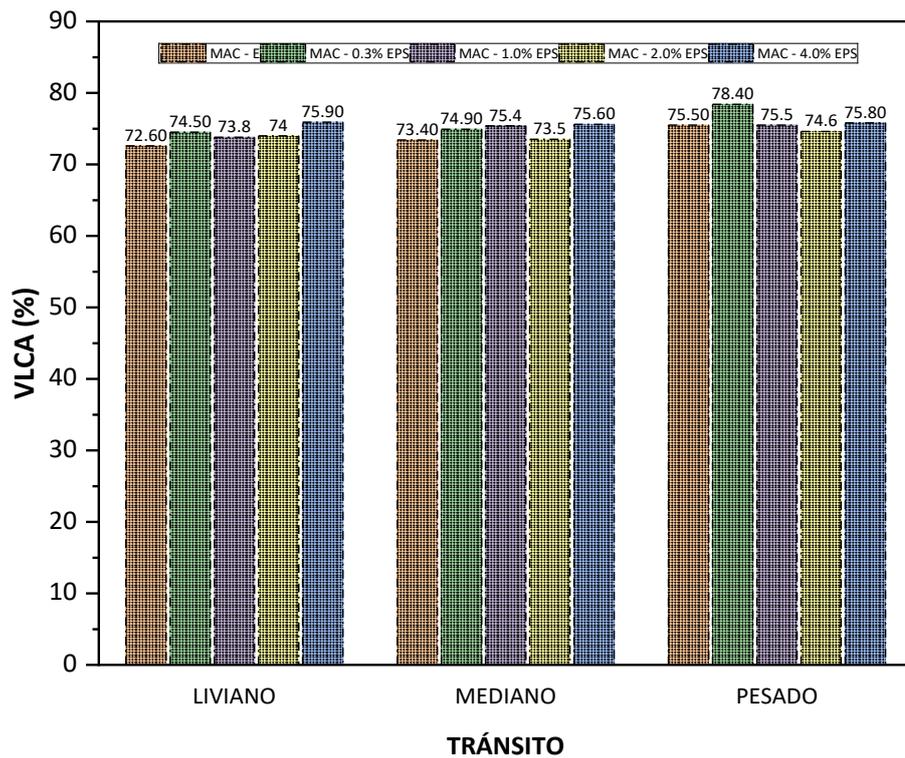


Fig. 9. Comparativo del índice del porcentaje de VLLCA en el asfalto

Nota: Se determinó que el porcentaje de vacíos llenos de mezcla asfáltica para el tránsito liviano, mediano y pesado se encuentra en los límites superior e inferior que el MTC (65 - 75), teniendo un aumento gradual respecto a la muestra patrón en un rango de 1.65% a 4.55% para tránsito liviano y un rango de 0.14% a 3% para tránsito mediano, pero para tránsito pesado aumenta 3.84% y 040% para las aplicaciones de 0.3% y 4% y disminuye 2.25% y 1.19 % para las aplicaciones de 1 y 2%

Estabilidad Marshall. Se determinó la estabilidad de las briquetas de la MAC – 2 estándar y experimental con porcentajes de EPS, para el tránsito liviano, mediano y pesado, se determinaron con el método Marshall, siendo lo mínimo 4.53 kN, 5.44 kN y 8.15 kN, respectivamente.

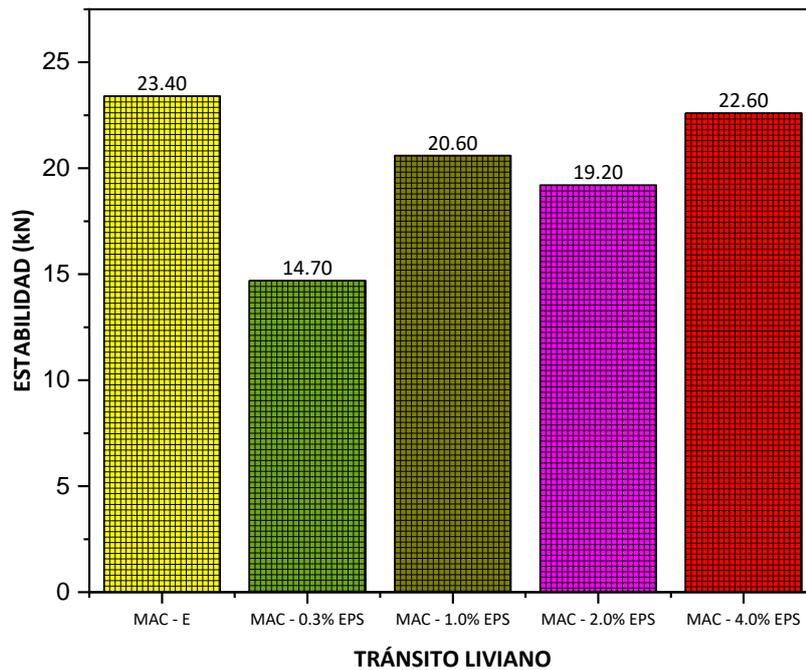


Fig. 10. Representación comparativa de la estabilidad del asfalto para tránsito liviano

Nota: Se evidenció que la estabilidad para el tránsito liviano disminuye respecto a la MAC – 2 en porcentajes de -37.17%, -11.97%, -17.94% y -3.41%; pero si cumplen respecto a los parámetros del MTC que indica lo mínimo debe ser 4.53 kN.

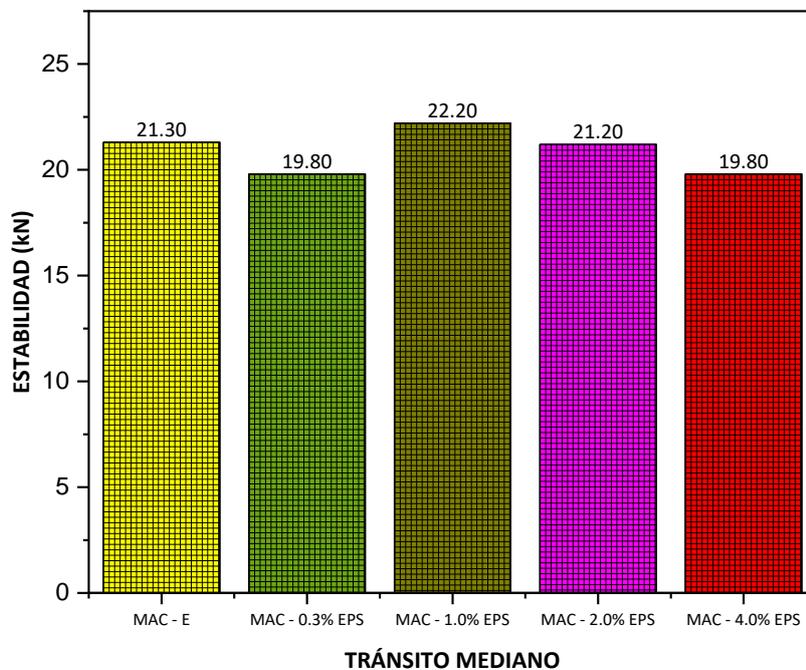


Fig. 11. Representación comparativa de la estabilidad del asfalto para tránsito mediano

Nota: Se evidenció que la estabilidad para el tránsito mediano disminuye respecto a la MAC – 2 en un rango de -0.47% – 7.04% para las aplicaciones de 0.3%, 2% y 4%, pero al 1% aumenta 4.23%, de la misma manera cumplen respecto a los parámetros del MTC que indica lo mínimo debe ser 5.44 kN.

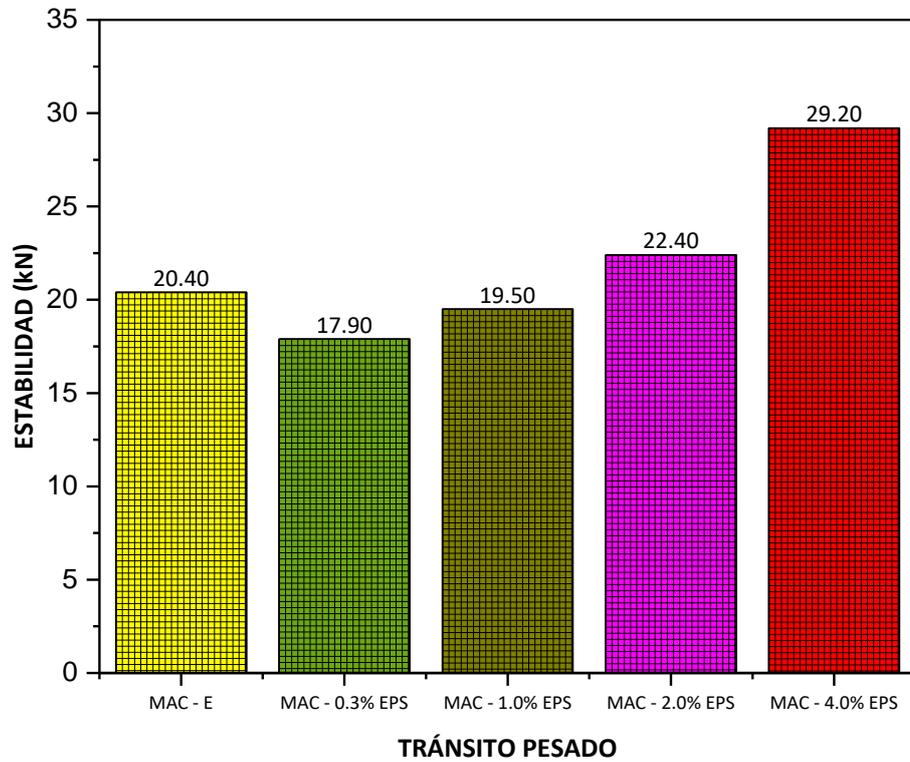


Fig. 12. Representación comparativa de la estabilidad del asfalto para tránsito pesado

Nota: Se evidenció que la estabilidad para el tránsito pesado disminuye respecto a la MAC – 2 estándar en un 12.25% y 4.41% para las aplicaciones de 0.3% y 1.0% respectivamente, pero al 2% y 4% aumenta 9.8% y 43.13%, de la misma manera cumplen respecto a los parámetros del MTC que indica lo mínimo debe ser 8.15 kN.

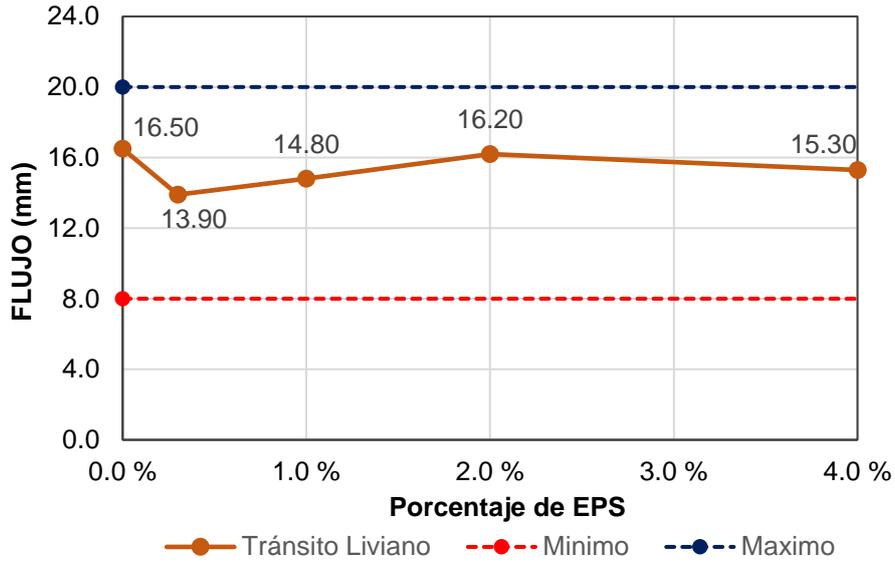


Fig. 13. Representación comparativa del flujo del asfalto para tránsito liviano

Nota: Se determinó que el flujo para el tránsito liviano se encuentra en los límites superior e inferior que el MTC indica los cuales son 8 mm – 20 mm y están por debajo de la muestra estándar en un rango de -1.81% - 15.75%.

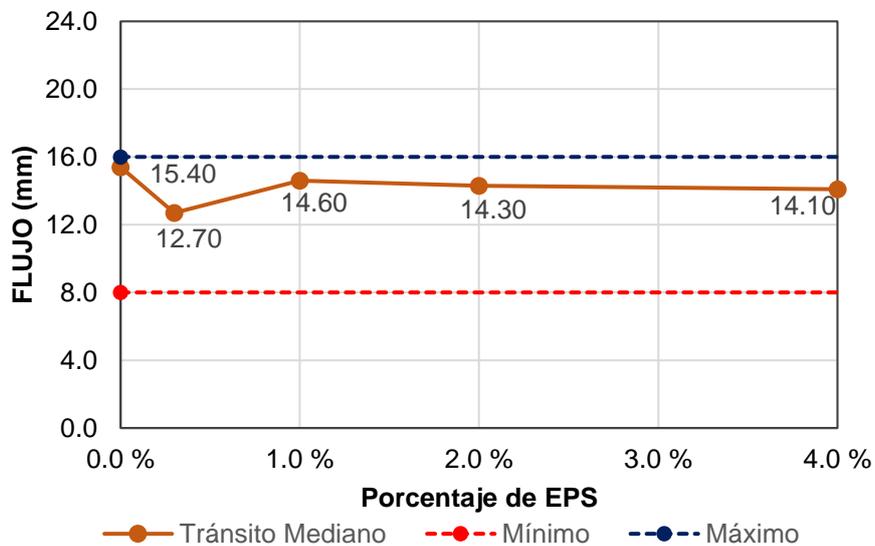


Fig. 14. Representación comparativa del flujo del asfalto para tránsito mediano

Nota: Se determinó que el flujo para el tránsito mediano se encuentra en los límites superior e inferior que el MTC indica los cuales son 8 mm – 16 mm, disminuyendo ante la muestra estándar en un rango de -5.19 - 17.53%.

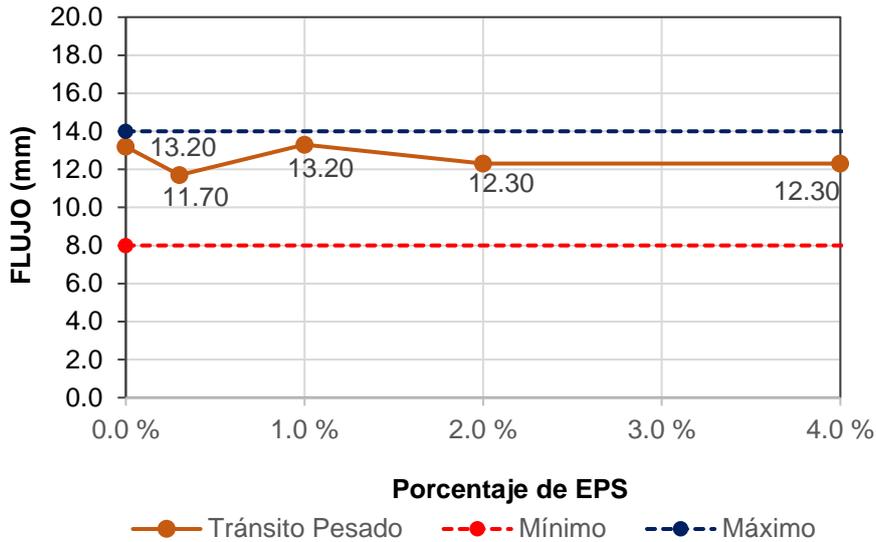


Fig. 15. Representación comparativa del flujo del asfalto para tránsito pesado

Nota: Se determinó que el flujo para el tránsito pesado se encuentra en los límites superior e inferior que el MTC indica los cuales son 8 mm – 14 mm, estando por debajo de la muestra estándar en un rango de -6.82% - 11.36%.

Estabilidad/flujo. Se determinó la estabilidad/flujo de las briquetas de la MAC – 2 estándar y experimental con porcentajes de EPS, para el tránsito liviano, mediano y pesado; se determinaron con el método Marshall, siendo lo mínimo y máximo requerido 1700 – 4000 respectivamente.

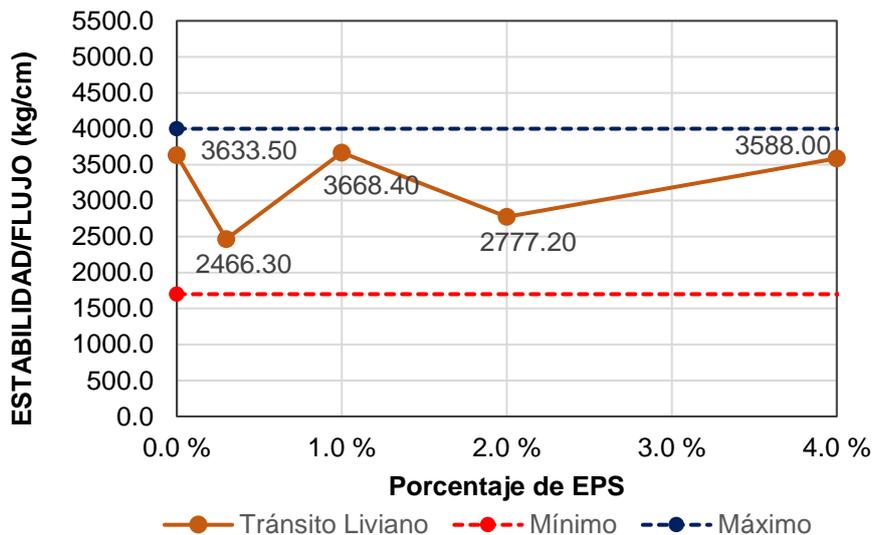


Fig. 16. Comparativo del índice de rigidez en el asfalto para tránsito liviano

Nota: Se evidenció que el índice de rigidez para el tránsito liviano está en los límites a lo solicitado por el MTC 1700 - 4000, pero es menor que el MAC – 2 patrón en un rango de 1.25% - 32.12%, en porcentajes de aplicación de 0.3%, 2% y 4%; al 1.0% aumenta 0.96%.

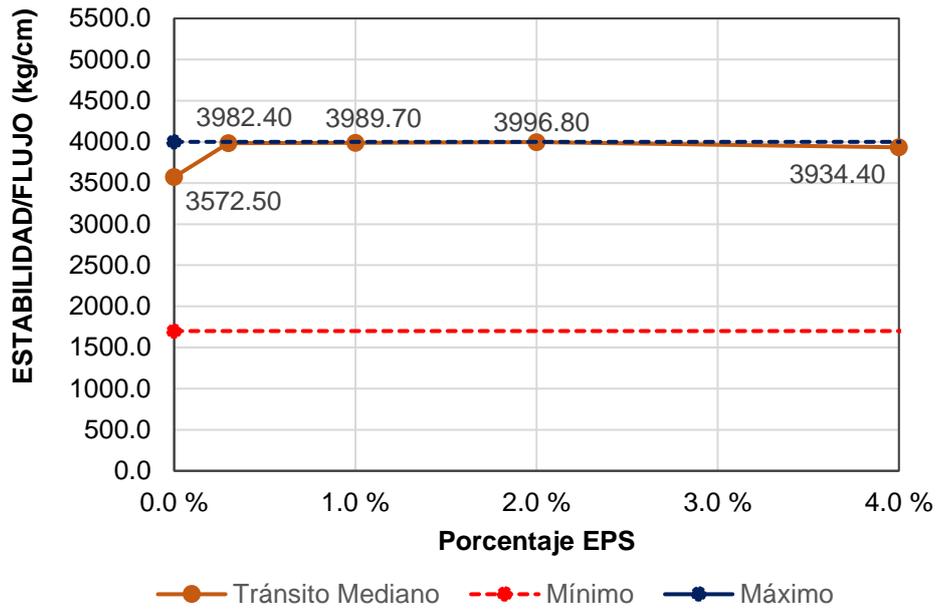


Fig. 17. Comparativo del índice de rigidez en el asfalto para tránsito mediano

Nota: Se evidenció que el índice de rigidez para el tránsito medio se encuentra cerca al límite superior indicado por el MTC (4000); las aplicaciones están por encima del MAC – 2 patrón en un rango de 10.13% a 11.87%, en porcentajes de aplicación de 0.3%, 1.0% 2% y 4%.

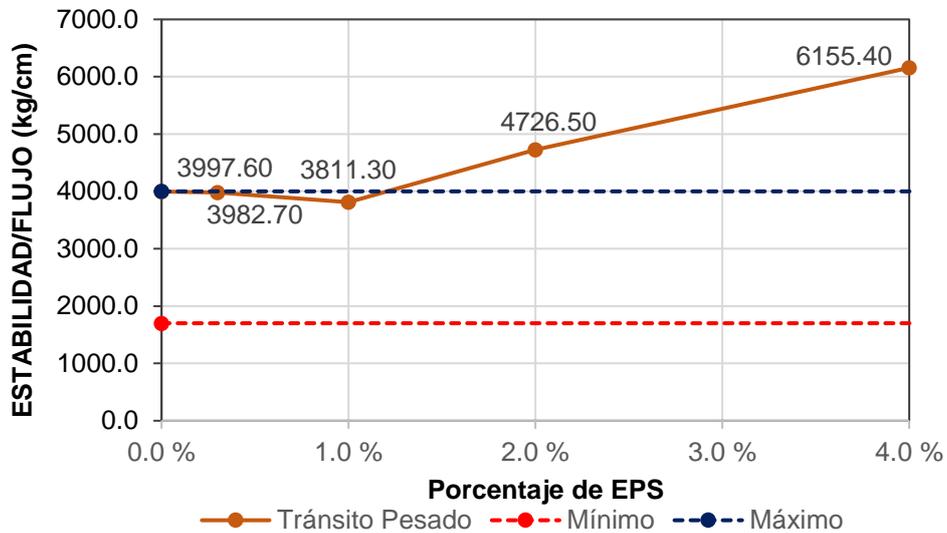


Fig. 18. Comparativo del índice de rigidez en el asfalto para tránsito pesado

Nota: Se evidenció que el índice de rigidez para el tránsito pesado se encuentra por encima del límite superior indicado por el MTC (4000); las aplicaciones están por encima del MAC – 2 patrón en un rango de 18.23% y 53.98%, en porcentajes de aplicación de 2% y 4% respectivamente, pero para 0.3% y 1% de EPS disminuyen 0.37% y 4.66% respectivamente.

3.2 Discusión

Las características físicas de los agregados determinaron que el poliestireno expandido presentó una densidad de 23.0 kg/m^3 , permaneciendo dentro de los rangos establecidos, para Akter y Raja, [19] la densidad del poliestireno presenta un valor ligeramente similar de 50 kg/m^3 teniendo concordancia, pero para [20] su densidad fue de 1040 kg/m^3 , discrepando con lo que determina la presente investigación.

El diseño de la MAC de este estudio presentó una cantidad óptima de cemento asfáltico (CA) de 5.6% para un tránsito mediano, cumpliendo con lo establecido en la MTC, para Akter y Raja, [19] el CA que aplicó fue 5.1%, de la misma manera para [27] el óptimo de asfalto fue de 5.5%, siendo similares a la de la presente investigación; sin embargo, Briceño et al., [25], el óptimo de contenido asfáltico no tuvo concordancia porque fue menor en un 23.63% discrepando en los resultados.

Uno de los parámetros volumétricos más relevantes es el % de vacíos de la MAC-2, evidenciando una disminución de 13.04% aplicando EPS, respecto a la MAC estándar; según Vila et al., [20] y Briceño et al., evidenciaron un aumento de 52.94% y 3.63%, respectivamente, discrepando con la presente investigación; por otro lado [23] y Mahida et al., [24] tienen parecido porque presentan una baja de 10.99 y 0.5%, respectivamente, similar a [29] que disminuye en un 2.5% evidenciando que los autores coinciden.

El % de vacíos del agregado mineral (VMA) de la MAC-2 con poliestireno expandido reciclado mostró una disminución de 8.62% respecto a la MAC convencional, de acuerdo con Ewa et al., [21] que su % VMA disminuyó un 29.11%. sin embargo, Vila et al. [20] registró un aumento del % VMA de 14.65% estando en desacuerdo con la investigación.

La densidad de la MAC-2 presentó un aumento de 0.77% aplicando EPS, respecto a la MAC – 2 estándar cumpliendo con los parámetros establecidos en el diseño; para Akter y Raja [19] la densidad presenta un aumento significativo de 5.08%; de la misma forma, Tasilla [27] y [28] registraron que la densidad crece en 1.18% y 1.83% respectivamente, Ewa et al., [21] también coincide con la presente investigación porque presentó un crecimiento de 7.67%; de la misma manera Kumar et al., [23] presentó un aumento de 0.7%; por otro lado, para los autores Vila et al., [20] evidenciaron que la densidad disminuye en un 2.78% respecto a su muestra estándar; de la misma manera [24] no presenta una influencia del EPS en su densidad teniendo valores similares a su muestra patrón y Briceño et al., [25] presentó una disminución en su densidad de 1.79% discrepando con este estudio.

Las propiedades mecánicas de la MAC modificada mediante el método Marshal, involucra las pruebas de estabilidad la cual presentó un aumento de 4.23%, respecto a la

muestra convencional, coincidiendo con Akter y Raja [19], que presentaron un aumento de 53.85%, de la misma manera Ewa et al., [21] tuvo un crecimiento del 81.8% respecto a su muestra convencional, de igual modo [22] coincidió con los autores teniendo un aumento del 40.17%, para Mahida et al., [24] la estabilidad evidenció un crecimiento de 31.74%; al igual que Rojo & Samanamud [28] la estabilidad aumenta un 5.54 %, significando que los autores guardan concordancia a la presente investigación.

El flujo, uno de los parámetros propios del diseño Marshall de la MAC modificada, evidenció que disminuye en un 5.19%, respecto a la mezcla asfáltica estándar, asimismo, Akter y Raja [19], presentaron una reducción en el flujo de 28.57%; en la investigación de Vila et al., [20] se evidenció que el flujo disminuye en un 48.27%, de la misma manera [25] determinó que su flujo menora en un 25%, por lo tanto, las investigaciones tienen concordancia con la presente investigación; pero para [24] el flujo no presenta cambios respecto a su mezcla patrón, por el contrario Kumar et al., [23] evidenció un aumento en el flujo de 47.94% coincidiendo con Tasilla [27] que presentó un crecimiento en su flujo de 3.47%, ambos autores discrepan con el presente estudio no teniendo concordancia con los resultados determinados.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Las características físicas de los agregados fueron apropiadas porque cumplieron los estándares de calidad según la NTP y MTC, el poliestireno reciclado cumplió con la gradación en la curva granulométrica al ser combinado con el agregado fino y grueso siendo óptimos para ser usados en el diseño de MAC-2.

El diseño de mezcla asfáltica en caliente MAC-2, se realizó con una combinación óptima de agregados siendo 54% de agregado grueso, 44% de agregado fino y 2% filler; el cemento asfáltico se trabajó en porcentajes de 4.5%, 5.0%, 5.5% y 6.0%, estando el óptimo de asfalto en un rango de 5.6% - 5.9%, presentando mejores propiedades en los 3 tipos de tránsito.

Las propiedades de la mezcla asfáltica mediante el método Marshall cumplen para los 3 tipos de tránsito en los ensayos de estabilidad, flujo, % vacíos, % vacíos del agregado mineral, vacíos llenos de cemento asfáltico, para la MAC-2 estándar y experimental con EPS; sin embargo, el índice de rigidez presentó resultados desfavorables al aplicar EPS en porcentajes de 2% y 4%, para el tránsito pesado; el porcentaje óptimo de sustitución de EPS por el agregado fino en la MAC-2 fue al 1.0% porque se evidenció resultados sobresalientes respecto los otros porcentajes, evidenciando que el EPS reciclado sí influye significativamente de forma positiva en las propiedades de una MAC, generando mayor estabilidad a la mezcla, disminuyendo las deformaciones permanentes que puedan sufrir los pavimentos a lo largo de su vida de servicio incrementando su vida útil del mismo y contribuir con el reciclaje de este residuo y la conservación del medio ambiente.

4.2 Recomendaciones

Los agregados que se utilizan en el diseño de MAC-2, deben cumplir los estándares de calidad, para ello deben seguir los lineamientos del MTC cumpliendo los límites mínimos y máximos para el agregado fino y grueso; el poliestireno expandido reciclado debe ser combinado en un tamaño gradual que cumpla con la gradación para un MAC-2.

Para el diseño de mezcla asfáltica en caliente se debe realizar en otras combinaciones de cemento asfáltico, para evaluar sus propiedades con el método Marshall, de la misma manera al utilizar EPS reciclado se recomienda quitar las impurezas al ser combinado en la mezcla asfáltica; el EPS también se debe aplicar en otros porcentajes de aplicación.

Las propiedades con el método Marshall cumplen con los parámetros del MTC, en el tránsito liviano y mediano, pero para el tránsito pesado se recomienda evaluar con otros porcentajes de cemento asfáltico o de EPS, para determinar si su comportamiento en el índice de rigidez cumple los parámetros del MTC; de esta manera se ampliaría el conocimiento científico de MAC-2 sustituyendo parcialmente el agregado fino por EPS reciclado y daría un valor agregado a este residuo contribuyendo con su reutilización, como también, se lograría mejoras en las propiedades de una mezcla asfáltica de manera que alarguen la vida útil de los pavimentos.

REFERENCIAS

- [1] K. Matúš, R. Luboš, M. Jan, M. Juraj, Š. Juraj and M. Grzegorz, "Performance and Lifecycle of Hot Asphalt Mix Modified with Low-Percentage Polystyrene and Polybutadiene Compounds," *Buildings*, vol. 14, no. 2, 2024.
- [2] . W. Li, W. Cao, X. Ren, S. Lou, S. Liu and J. Zhang, "Impacts of Aggregate Gradation on the Volumetric Parameters and Rutting Performance of Asphalt Concrete Mixtures," *Materials*, vol. 15, no. 14, 2022.
- [3] M. Porto, P. Caputo, V. Loise, S. Eskandarsefat, B. Teltayev and C. O. Rossi, "Bitumen and Bitumen Modification: A Review on Latest Advances," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 4, 2019.
- [4] G. Mazurek, J. Šrámek and P. Buczyński, "Composition Optimisation of Selected Waste Polymer-Modified Bitumen," *Materials*, vol. 15, no. 24, 2022.
- [5] A. Awasthi, S. Majumder, M. Abdullah and N. Asyiqin, "Pyrolysis of plastic waste for liquid fuel production as prospective energy resource," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, no. 334, 2018.
- [6] N. Singh, D. Hui, R. Singh, I. Ahuja, L. Feo and F. Fraternali, "Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future," *Composites Part B: Engineering*, 2017.
- [7] M. Compa, C. Alomar, , C. Wilcox, E. Seville, L. Lebreton, B. Denise and S. Deudero, "Risk assessment of plastic pollution on marine diversity in the Mediterranean Sea.," *Total Environ*, no. 678, pp. 188-196, 2019.
- [8] Z. Zifeng, X. Feipeng and A. Serji, "Recent applications of waste solid materials in pavement engineering," *Waste Management*, vol. 108, pp. 78-105, 2020.
- [9] T. Sourbh, V. Ankit, S. Bhawna, C. Jyoti, T. Sigitas and T. Vijay Kumar, "Recent developments in recycling of polystyrene based plastics," *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, vol. 13, pp. 32-38, 2018.
- [10] M. Vila Cortavitarte, P. Lastra Gonzalez, . M. A. Calzada Pérez and I. Indacoechea Vega., "The use of recycled plastic as partial replacement of bitumen in asphalt concrete," *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering*, pp. 327-347, 2019.

- [11] Y. Chae and Y. Joo An, "Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: A review," *Environmental Pollution*, no. 240, pp. 387-395, 2018.
- [12] J. Baena-González, A. Santamaria-Echart, J. L. Aguirre and S. González, "Chemical recycling of plastic waste: Bitumen, solvents, and polystyrene from pyrolysis oil," *Waste Management*, no. 118, pp. 139-149, 2020.
- [13] C. Chen, J. H. Podolsky, R. C. Williams and E. W. Cochran, "Determination of the optimum polystyrene parameters using asphalt binder modified with poly(styrene-acrylated epoxidised soybean oil) through response surface modelling," *Road Materials and Pavement Design*, vol. 20, no. 3, pp. 572-591, 2019.
- [14] L. P. Ingrassia, X. Lu, G. Ferrotti and F. Canestrari, "Renewable materials in bituminous binders and mixtures: Speculative," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 144, pp. 209-222, 2019.
- [15] M. Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos, «AREQUIPA - SINIA,» Junio 2020. [En línea]. Available: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/66540>.
- [16] M. d. A. (MINAM), «En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables,» 17 05 2018. [En línea]. Available: <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>.
- [17] C. J. Vizcarra Velazco, "Evaluación de un modelo mejorado de capa asfáltica mediante el uso de plástico reciclado en Arequipa," Repositorio UNSA, Arequipa, 2020.
- [18] M. J. Guzmán Montenegro , "Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polimeros reciclados en el distrito de La Victoria - 2019," Repositorio UDCH, Chiclayo, 2019.
- [19] R. Akter y R. M. Raja, «Effectiveness Evaluation of Shredded Waste Expanded Polystyrene on the Properties of Binder and Asphalt Concrete,» *Advances in Civil Engineering*, vol. 2022, p. 7429188, 2022.
- [20] M. Vila Cortavitarte, P. Lastra Gonzalez, . M. A. Calzada Perez and I. Indacochea Vega, "Analysis of the influence of using recycled polystyrene as a

- substitute," *Journal of Cleaner Production*, vol. 170, pp. 1279-1287, 2018.
- [21] D. E. Ewa, J. O. Ukpata, A. A. Etika, E. A. Egbe y A. O. Iduku, «A comparative evaluation of the mechanical properties of PET and polystyrene modified asphaltic concrete containing rice husk ash filler,» *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, vol. 9, n° 1, pp. 84 - 92, 2024.
- [22] K. A. Owaid, A. A. Hamdoon, R. R. Maty, M. Y. Saleh y M. A. Abdelzاهر, «Waste Polymer and Lubricating Oil Used as Asphalt Rheological Modifiers,» *Materials*, vol. 15, n° 11, p. 3744, 2022.
- [23] B. Kumar, S. Kori and S. Brijbhushan, "An Experimental Study On Effect Of Polystyrene On The Marshall Properties Of Bituminous Concrete Mix," *International Journal of Scientific and Technology Research*, vol. 8, no. 12, pp. 3322-3327, 2019.
- [24] S. Mahida, Y. U. Shah and S. Sharma, "Analysis of the Influence of Using Waste Polystyrene in Virgin Bitumen," *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 15, pp. 626-639, 2021.
- [25] J. Briceño, J. Omaña and V. Verjel, "Study of the optimum asphalt cement content in hot dense asphalt mixes modified with recycled polystyrene," *Science and Engineering Magazine*, vol. 41, no. 3, pp. 265-274, 2020.
- [26] G. Srikanth, A. Saha and R. Kumar, "An Experimental Investigation on the Effect of Mixing Procedures on Polypropylene Modified Bituminous Mix," *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 1204-1210, 2019.
- [27] R. Tasilla Vasquez, «Influencia del poliestireno en una mezcla asfáltica para las vías locales de la ciudad de Trujillo, 2023,» Repositorio Institucional UPN, Trujillo, 2023.
- [28] L. A. Rojo Ventura y D. E. Samanamud Taboada, «Diseño de un pavimento flexible empleando mezclas asfálticas con poliestireno expandido en la avenida Ferrocarril, El Agustino-2020,» Repositorio UCV, Lima, 2020.
- [29] H. Arevalo Palomino y J. Y. Lucho Valle, «Influencia de la incorporación de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Lima 2019,» Repositorio UCV, Lima, 2019.

- [30] D. D. Montoya Tovar, "Importancia de los agregados pétreos para la estabilidad de carreteras en la carpeta asfáltica de la vía Chupaca Roncha 2015.," Universidad Peruana Los Andes, Repositorio UPLA, 2017.
- [31] G. I. Beltrán Calvo and N. Romero Buitrago, El concreto asfáltico visto bajo el microscopio, 1era ed., Universidad Nacional de Colombia, 2022, p. 25.
- [32] L. D. P. Saéz Alván, Mezclas Asfálticas para Pavimentos, 1era ed., Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019, p. 136.
- [33] J. R. Ménendez Acuario, Ingeniería de Pavimentos - Materiales, Diseño y Conservación, 2da ed., Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG), 2010, p. 108.
- [34] S. E. Santamaría Chipiana, "Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico," Repositorio PIRHUA, Piura, 2020.
- [35] A. I. Céspedes Ojeda, "Proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente empleando una planta de asfalto móvil," Repositorio Pirhua, Piura, 2019.
- [36] H. A. Rondón Quintana and F. A. Reyes Lizcano, Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, 1era ed., ECOE Ediciones, 2015, p. 103.
- [37] T. Q. TJ Irwanto, "Influence of replacement Portland cement with white limestone powder from Madura as filler on hot asphalt mixture (hot mix) Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) on Marshall characteristic," *Journal of Physics: Conference Series*, no. 1375, p. 012026, 2019.
- [38] J. C. Garcia Rojas and R. D. Inga Lopez, "Variación de las propiedades mecánicas obtenidas del ensayo marshall entre las mezclas asfálticas tibias producidas con diferentes tecnologías y las mezclas asfálticas en caliente," Repositorio URP, Lima, 2020.
- [39] J. M. Navarro Jiménez, «Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET,» Repositorio USS, Pimentel, 2017.
- [40] C. A. Pilares Calla, "Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras de polipropileno incorporada para condiciones de zonas de altura," Repositorio USIL, Lima, 2018.
- [41] D. M. Román Hernández, «Propuesta de tratamiento de residuos del área

de modelo de la industria nacional del poliestireno S.A.C. para su reingreso del proceso,» Repositorio USAT, Chiclayo, 2017.

- [42] L. J. Almonacid Ordoñez, «Uso del poliestireno expandido e innovado para losas aligeradas en el distrito de Huancayo 2018,» Repositorio UPLA, Huancayo, 2018.
- [43] G. Baena, Metodología de Investigación, 3era edición ed., Mexico: Grupo editorial patria, 2017.
- [44] S. Carrasco, Metodología de la Investigación Científica, Lima: San Marcos EIRL TDA, 2019, p. 476.
- [45] M. Borja Suárez , «Metodología de la investigación científica para ingenieros,» Chiclayo, 2016.
- [46] E. D. Cabezas, D. Andrade and J. Torres, Introducción a la metodología de la investigación científica, 1era edición ed., Sangolquí: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018.
- [47] S. Palella and F. Martins, Metodología de la Investigación Cuantitativa, Caracas: Fedupel, 2012.
- [48] E. E. Gallardo, Metodología de la Investigación: manual autoformativo interactivo, Huancayo: Universidad Continental, 2017.
- [49] R. Hernandez, C. Fernández and P. Baptista, Metodología de la Investigación, Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2018, p. 746.
- [50] S. Gomez, Metodología de la investigación, Tlalnepantla: Red Tercer Milenio S.C., 2012.
- [51] H. D. Lerma, Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009.
- [52] C. I. Muñoz, Metodologia de la investigación, Mexico: Editorial Progreso S.A de C.V, 2015.
- [53] U. S. D. S. SAC, *CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C. VERSIÓN 9*, PIMENTEL, 2023.
- [54] G. G. Masood and I. Saeed Al-Haydari, "Benefit of Using Expanded Polystyrene Packaging Material to Improve Pavement Mixture Properties," *Applied Research Journal*, vol. 3, no. 11, pp. 332-342, 2017.

- [55] W. Shenghua and L. Montalvo, "Repurposing waste plastics into cleaner asphalt pavement materials: A critical literature review," *Journal of Cleaner Production*, vol. 280, no. 2, 2021.

ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Acta de revisión de similitud de la investigación..... | 47 |
| Anexo 2. Acta de Aprobación de Asesor | 48 |
| Anexo 3. Carta o correo de recepción de manuscrito remitido por la revista | 49 |
| Anexo 4. Matriz de consistencia..... | 50 |
| Anexo 5. Tabla de Operacionalización de variables | 51 |
| Anexo 6. Autorización para uso de laboratorio | 53 |
| Anexo 7. Informes de laboratorio de ensayos de agregados..... | 54 |
| Anexo 8. Informes de laboratorio de características físicas del Poliestireno Expandido .. | 68 |
| Anexo 9. Informes de laboratorio de propiedades de MAC con el método Marshall..... | 70 |
| Anexo 10. Certificados de calibración de equipos de laboratorio | 115 |
| Anexo 11. Validación y confiabilidad por 5 jueces expertos | 132 |
| Anexo 12. Análisis estadístico..... | 137 |
| Anexo 13. Panel fotográfico | 145 |



Anexo 1. Acta de revisión de similitud de la investigación

| | | | |
|--|---|----------|--------------|
| | ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN | Código: | F3.PP2-PR.02 |
| | | Versión: | 02 |
| | | Fecha: | 18/04/2024 |
| | | Hoja: | 1 de 1 |

Yo, MG. Idrogo Pérez César Antonio, he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de Posgrado según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del informe titulado: **COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO** elaborado por la estudiante

Salazar Horna Leny Arasely

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **18 %**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Pimentel, 08 de septiembre de 2024.

MG. Idrogo Pérez César Antonio



Anexo 2. Acta de Aprobación de Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE ASESOR

Yo, **Dr. Ing. Muñoz Pérez Sócrates Pedro**, quien suscribe como asesor designado mediante **Resolución N°0720-B-2024/FIAU-USS** del proyecto de tesis titulado: **COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO**, desarrollado por la Bach. **Salazar Horna Leny Arasely**, del programa de estudios de la **escuela profesional de ingeniería civil**, haber revisado, y declaro expedito para que continúen con los trámites pertinentes.

En virtud de lo antes mencionado firma:

| | | |
|---------------------------------------|----------------------|--|
| Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro | DNI: 42107300 |  |
|---------------------------------------|----------------------|--|

Pimentel, 09 de septiembre 2024



Anexo 3. Carta o correo de recepción de manuscrito remitido por la revista

[CI] Submission Acknowledgement: 20915 ([CI] Reconocimiento de envío: 20915)  

Externo  Recibidos x



Periodica Polytechnica Civil Engineering <p... para mí   

vie, 29 jul 2022, 16:30

 inglés → español
[Mostrar original](#)



Estimado señor/señora:

El Dr. Sócrates Muñoz ha enviado el manuscrito, "Desarrollo de una mezcla asfáltica en caliente incorporando poliestireno expandido reciclado por vía seca" a **Periodica Polytechnica Civil Engineering**.

Si tienes alguna pregunta, no dudes en ponerte en contacto conmigo. Gracias por considerar esta revista como un lugar para tu trabajo.

Atentamente,

János Lógó

<p>Universidad de Tecnología y Economía de Budapest, Budapest</p>
civil@pp.bme.hu

Periodica Politécnica Ingeniería Civil
<https://pp.bme.hu/ci>

Anexo 4. Matriz de consistencia

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores |
|--|---|---|--|---|---|
| ¿Cómo influye la aplicación de poliestireno expandido reciclado en las propiedades físico – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente? | Evaluar el comportamiento de las propiedades físico – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente utilizando poliestireno expandido reciclado | Si se utiliza poliestireno expandido reciclado, entonces; mejora el comportamiento de las propiedades físico – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente. | Independiente | Ensayos con parámetros de la NTP 400.012 NTP 334.005. | Características físicas |
| | | | Poliestireno expandido (EPS) | | Análisis Granulométrico Densidad(g/cm ³) |
| | Dependiente | | Determinar las características físicas y mecánicas de la MAC – 2 estándar y experimental con aplicación de EPS en sustitución parcial del agregado fino en porcentajes del 0.3%, 1.0%, 2.0%, 4.0%. | Propiedades físico – mecánicas Método Marshall | |
| | Propiedades físicas – mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente. | | | 1.- Peso unitario o Densidad 2.- Estabilidad 3.- Flujo 4.- Vacíos (%) 5.- VMA (%) 6.- VLLCA (%) 7.- Índice de rigidez | |

Anexo 5. Tabla de Operacionalización de variables
Tabla IX
Operacionalización de variable independiente

| Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Valores finales | Tipo de variable | Escala de medición |
|----------------------------------|--|--|---------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Poliestireno expandido reciclado | El poliestireno expandido puede presentarse en las viguetas o semi viguetas del concreto armado o pretensado, el poliestireno en bloques pueden ser fabricados en distintas dimensiones. | Recolección y trituración manual para ser aplicado en la MAC – 2 | Propiedades físicas | Granulometría | Fichas técnicas | gr | Independiente | Intervalo |
| | | | | Densidad | | kg/m3 | | |
| | | | Porcentajes de aplicación | 0.3% | Revisión documentaria | kg | | |
| | | | | 1.0% | | kg | | |
| | | | | 2.0% | | kg | | |
| 4.0% | kg | | | | | | | |

Nota: Operacionalización de poliestireno expandido reciclado para ser usado en el diseño de mezcla asfáltica.

Tabla X
Operacionalización de variable dependiente

| Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Valores finales | Tipo de variable | Escala de medición |
|---|--|---|--|----------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Propiedades físico mecánicas de la mezcla asfáltica | Radica en una mezcla de áridos combinados homogéneamente y revestidos con cemento asfáltico, secando el agregado y conseguir la fluidez del cemento asfáltico suficiente para su trabajabilidad y combinación. | Se evaluará sus propiedades con el método Marshall, para una mezcla convencional y en combinación con porcentajes de poliestireno expandido en sustitución del agregado fino. | Características físicas de los agregados | Granulometría | Ficha técnica | gr | Dependiente | Intervalo |
| | | | | Contenido de humedad | | % | | |
| | | | | Absorción | | % | | |
| | | | | Peso específico | | kg/m ³ | | |
| | | | Ensayos con el método Marshall | Peso Unitario | kg/m ³ | | | |
| | | | | Estabilidad | kN | | | |
| | | | | Flujo | mm | | | |
| | | | | Vacíos | % | | | |
| | | | | Índice de rigidez | Kg/cm | | | |

Nota: Operacionalización de las propiedades físico mecánicas de la mezcla asfáltica con el método Marshall.



Anexo 6. Autorización para uso de laboratorio

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Pimentel, 6 de mayo del 2022

Quien suscribe:

Sr. Wilson Olaya Aguilar

REPRESENTANTE LEGAL - EMPRESA LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS LEMS W & C E.I.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: **"COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"**.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Olaya Aguilar representante legal de la empresa **LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS LEMS W & C E.I.R.L.**, autorizo a la estudiante Salazar Horna Leny Arasely, identificado con DNI N° 76675178, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y autora del trabajo de investigación denominado **"COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"**, al uso de dicha información que conforma la tesis así como hojas de memorias, cálculos entre otros como plantillas para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de investigación, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente


LEMS W&C E.I.R.L.
.....
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL

Nombre y apellidos: Wilson Olaya Aguilar

DNI N°41437114

Cargo de la empresa: Representante Legal





Anexo 7. Informes de laboratorio de ensayos de agregados



LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Fecha de apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 16 de Mayo del 2022
Fin de ensayo : 19 de Mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Agregado Fino.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Agregado Fino

| Malla | | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Que Pasa Acumulado |
|--------|--------|------------|----------------------|----------------------|
| Pulg. | (mm.) | | | |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| Nº 8 | 2.360 | 3.4 | 3.4 | 96.6 |
| Nº 10 | 2.000 | 3.4 | 6.7 | 93.3 |
| Nº 16 | 1.180 | 9.7 | 16.4 | 83.6 |
| Nº 20 | 0.850 | 5.6 | 22.0 | 78.0 |
| Nº 30 | 0.600 | 19.0 | 41.1 | 58.9 |
| Nº 40 | 0.425 | 12.0 | 53.1 | 46.9 |
| Nº 50 | 0.300 | 3.7 | 56.7 | 43.3 |
| Nº 80 | 0.180 | 14.2 | 71.0 | 29.0 |
| Nº100 | 0.150 | 9.7 | 80.6 | 19.4 |
| Nº200 | 0.075 | 11.8 | 92.4 | 7.6 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 24004

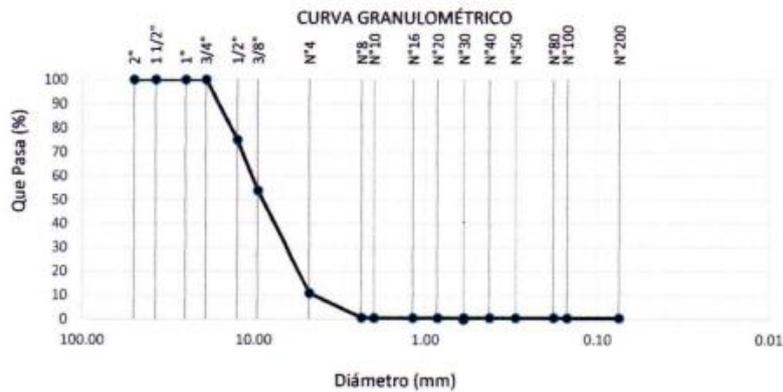


Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Fecha de apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 16 de Mayo del 2022
 Fin de ensayo : 19 de Mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.
 NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Agregado Grueso

| Malla | | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Que Pasa Acumulado |
|--------|--------|------------|----------------------|----------------------|
| Pulg. | (mm.) | | | |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 25.0 | 25.0 | 75.0 |
| 3/8" | 9.500 | 21.1 | 46.1 | 53.9 |
| Nº 4 | 4.750 | 43.0 | 89.2 | 10.8 |
| Nº 8 | 2.360 | 10.1 | 99.2 | 0.8 |
| Nº 10 | 2.000 | 0.1 | 99.4 | 0.6 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.0 | 99.4 | 0.6 |
| Nº 20 | 0.850 | 0.0 | 99.4 | 0.6 |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 99.4 | 0.6 |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 99.4 | 0.6 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 99.4 | 0.6 |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 99.4 | 0.6 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 99.4 | 0.6 |
| Nº200 | 0.075 | 0.1 | 99.5 | 0.5 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

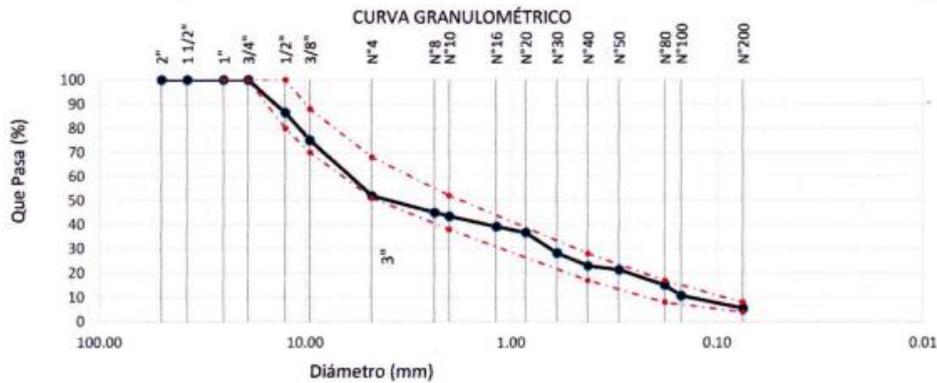
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246594

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Fecha de apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 16 de Mayo del 2022
 Fin de ensayo : 25 de Mayo del 2022
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Combinado A. Grueso 54% + A. Fino 44% + Poliestireno Expandido 0%

| Malla | 54 | 44.00 | 0.00 | | | | 2 | 100 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|-----------|------------|------------------------|--------|-----------|-------|----------|----------------------|
| | | | % Que Pasa | | | | | | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | A. Fino | Poliestireno Expandido | Filler | Combinado | | | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100 | |
| 1/2" | 12.500 | 75.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 86.5 | 80 - 100 | |
| 3/8" | 9.500 | 53.9 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 75.1 | 70 - 88 | |
| Nº 4 | 4.750 | 10.8 | 100.0 | 82.4 | 100.0 | 100.0 | 51.8 | 51 - 68 | |
| Nº 8 | 2.360 | 0.8 | 96.6 | 2.2 | 100.0 | 100.0 | 44.9 | | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.6 | 93.3 | 1.0 | 100.0 | 100.0 | 43.4 | 38 - 52 | |
| Nº 16 | 1.180 | 0.6 | 83.6 | 0.4 | 100.0 | 100.0 | 39.1 | | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.6 | 78.0 | 0.3 | 100.0 | 100.0 | 36.6 | | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.6 | 58.9 | 0.1 | 100.0 | 100.0 | 28.3 | | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.6 | 46.9 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | 23.0 | 17 - 28 | |
| Nº 50 | 0.300 | 0.6 | 43.3 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | 21.4 | | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.6 | 29.0 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | 15.1 | 8 - 17 | |
| Nº100 | 0.150 | 0.6 | 19.4 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | 10.8 | | |
| Nº200 | 0.075 | 0.5 | 7.6 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | 5.6 | 4 - 8 | |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
REG. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246544



Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 16 de Mayo del 2022
 Fin de ensayo : 17 de Mayo del 2022
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

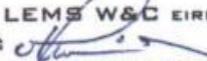
Muestra : Agregado Fino Cantera : Planta de Asfalto en Caliente - Batan Grande

| | | |
|-----------------------------|----------------------|------|
| Peso Unitario Suelto Humedo | (Kg/m ³) | 1535 |
| Peso Unitario Suelto Seco | (Kg/m ³) | 1519 |
| Contenido de Humedad | (%) | 1.03 |

| | | |
|---------------------------------|----------------------|------|
| Peso Unitario Compactado Humedo | (Kg/m ³) | 1786 |
| Peso Unitario Compactado Seco | (Kg/m ³) | 1768 |
| Contenido de Humedad | (%) | 1.03 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



Señor de Sipán



LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY

Proyecto: : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de Apertura : 16 de Mayo del 2022

Inicio de ensayo : 16 de Mayo del 2022

Fin de ensayo : 17 de Mayo del 2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Agregado Grueso

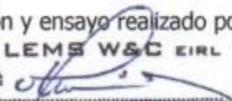
Cantera: Planta de Asfalto en Caliente - Batan Grande

| | | |
|-----------------------------|----------------------|------|
| Peso Unitario Suelto Humedo | (Kg/m ³) | 1507 |
| Peso Unitario Suelto Seco | (Kg/m ³) | 1494 |
| Contenido de Humedad | (%) | 0.87 |

| | | |
|---------------------------------|----------------------|------|
| Peso Unitario Compactado Humedo | (Kg/m ³) | 1678 |
| Peso Unitario Compactado Seco | (Kg/m ³) | 1664 |
| Contenido de Humedad | (%) | 0.87 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto / Obra : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 19 de Mayo del 2022
 Fin de ensayo : 21 de Mayo del 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Agregado Fino Canreta : Planta de Asfalto en Caliente - Batán Grande

| | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------|
| 1.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (gr/cm ³) | 2.658 |
| 2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | % | 0.40 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TFC EN MATERIA DE MATERIALES Y SUELOS


 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 74314



INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 19 de Mayo del 2022
Fin de ensayo : 21 de Mayo del 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Agregado Grueso Cantera : Planta de Asfalto en Caliente - Batán - Grande

| | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------|
| 1.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (gr/cm ³) | 2.673 |
| 2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | % | 0.9 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAN
INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 201114



Señor de Sipán



LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY

Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque

Apertura : 16 de Mayo del 2022

Inicio de Ensayo : 20 de Mayo del 2022

Fin de Ensayo : 21 de Mayo del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

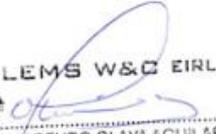
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.152 : 2002

| | | |
|--|------------------------------------|------|
| <u>Cantera</u> | : Planta de Asfalto - Batán Grande | |
| <u>Muestra</u> | : Agregado Fino | |
| Constituyentes de sales solubles totales | ppm | 1000 |
| Constituyentes de sales solubles totales | % | 0.10 |

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.



MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246944



INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 20 de Mayo del 2022
 Fin de ensayo : 20 de Mayo del 2022

ENSAYO : Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
 REFERENCIA : MTC E - 111 (1999)

Identificación:

Muestra : Agregado Fino

Cantera : Planta de Asfalto en Caliente - Batangrande

| Ensayo | Límite Líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | L1 | L2 | L3 | P1 | P2 |
| Nº Tara | | | | | |
| Nº Golpe | 30 | 23 | 16 | - | - |
| % Humedad | 23.78 | 26.62 | 32.17 | 22.22 | 25.55 |



| | |
|-----------------------|-------|
| Límite Líquido | 26.0% |
| Límite Plástico | 23.9% |
| Índice de Plasticidad | 2.1% |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificadas y ensayorealizado por el solicitante.
- La muestra fue tamizada por la malla Nº200

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUIAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL



Señor de Sipán



LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 20 de Mayo del 2022
 Fin de ensayo : 20 de Mayo del 2022

ENSAYO : Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.
 REFERENCIA : NTP 339.146:2000 (revisada el 2014)

Identificación:

Muestra: Agregado Fino

Cantera: Planta de Asfalto en Caliente Batan Grande

| | |
|---------------------------------|-----------|
| EQUIVALENTE DE ARENA (%) | 53 |
|---------------------------------|-----------|

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- La muestra fue tamizada por la malla N°4

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUIAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGE L RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 240594



Señor de Sipán



LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 22 de Mayo del 2022
 Fin de ensayo : 23 de Mayo del 2022

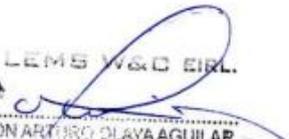
ENSAYO : Método de ensayo normalizado para la determinación de la inestabilidad de agregados por medio del sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

REFERENCIA : NORMA NTP 400.016, MTC E 209-2017

| | | |
|-----------------------------------|---|-------------|
| %Pérdida corregida del Ag. Fino | % | 6.0 |
| %Pérdida corregida del Ag. Grueso | % | 7.0 |
| % TOTAL DE PÉRDIDA | | 13.0 |

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246894



Señor de Sipán



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME

Solicitantes : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 12 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 20 de Mayo del 2022
 Fin de ensayo : 21 de Mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.019

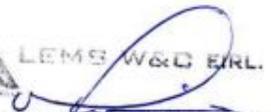
Muestra : Agregado Grueso

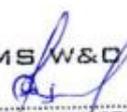
Cantera : Planta de Asfalto en Caliente - Batán Grande

| | | |
|-----------------------------------|----------|--------------|
| % de desgaste por abrasión | % | 18.22 |
|-----------------------------------|----------|--------------|

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", N° de esferas : 11, Revoluciones : Total 500


 LEMS W&C EIRL.
 WILSON ASTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246544



Señor de Sipán



LEMS W&C EIRL

RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitantes : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY

Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque

Apertura : 16 de Mayo del 2022

Inicio de Ensayo : 22 de Mayo del 2022

Fin de Ensayo : 23 de Mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en agregado grueso. 2a Edición.

REFERENCIA : N.T.P. 400.040

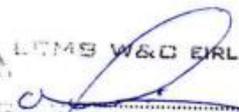
Muestra : Agregado Grueso **Cantera** : Planta de Asfalto en Caliente - Batán Grande

| TAMIZ (Pulg.) | ABERTURA (mm) | PESO DE PARTÍCULAS CHATAS | PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS | PESO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | (%) CORREGIDO |
|---------------|---------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| 2" | 50.800 | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 9.8 | 11.4 | 0.0 | 3.06 | 1.55 |
| 3/8" | 9.500 | 105.7 | 0.0 | 0.0 | 15.67 | 7.74 |
| N° 4 | 4.750 | | | | | |

| | |
|--|------------|
| PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | 9.3 |
|--|------------|

OBSERVACIONES :

- Relación usada: 1/3 (Espesor /Longitud).
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante,


 WILSON P. GUERO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246694



Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de Ensayo : 22 de Mayo del 2022
 Fin de Ensayo : 23 de Mayo del 2022
 ENSAYO : PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
 REFERENCIA : MTC E-210-2000

Muestra : Agregado Grueso Cantera : Planta de Asfalto en Caliente - Batangrande

| A. Partículas con una cara fracturadas | | | | | | |
|--|-------------------|------|------|-------------|------------|--------|
| Tamaño del agregado | | A | B | C | D | E |
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | (g) | (g) | ((B/A)*100) | % Retenido | C*D |
| 1 1/2" | 1" | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1" | 3/4" | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3/4" | 1/2" | 1200 | 1050 | 87.50 | 24.0 | 2100.0 |
| 1/2" | 3/8" | 300 | 277 | 92.33 | 6.0 | 554.0 |
| TOTAL | | 5000 | 1327 | | | |

$$\text{UNA CARA FRACTURADA (\%)} = \frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2654.0}{30.0} = 88.5 \%$$

| B. Partículas con una A más caras fracturadas | | | | | | |
|---|-------------------|------|--------|-------------|------------|--------|
| Tamaño del agregado | | A | B | C | D | E |
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | (g) | (g) | ((B/A)*100) | % Retenido | C*D |
| 1 1/2" | 1" | 2000 | | | | |
| 1" | 3/4" | 1500 | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 1200 | 894 | 74.50 | 24.0 | 1788.0 |
| 1/2" | 3/8" | 300 | 258.3 | 86.10 | 6.0 | 516.6 |
| TOTAL | | 5000 | 1152.3 | | | |

$$\text{DOS A MÁS CARAS FRACTURADAS (\%)} = \frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2304.6}{30.0} = 76.8 \%$$

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TIT. INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ÁNGEL HUIPERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP/ 245094



Señor de Sipán

Anexo 8. Informes de laboratorio de características físicas del Poliestireno Expandido



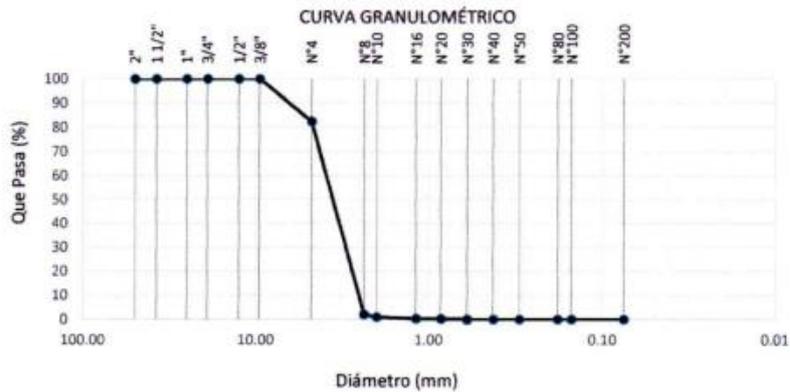
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Fecha de apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de Ensayo : 25 de Mayo del 2022
 Fin de Ensayo : 25 de Mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Poliestireno Expandido.
 NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Poliestireno Expandido

| Malla | | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Que Pasa Acumulado |
|--------|--------|------------|----------------------|----------------------|
| Pulg. | (mm.) | | | |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 17.6 | 17.6 | 82.4 |
| Nº 8 | 2.360 | 80.3 | 97.8 | 2.2 |
| Nº 10 | 2.000 | 1.1 | 99.0 | 1.0 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.6 | 99.6 | 0.4 |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 99.7 | 0.3 |
| Nº 30 | 0.600 | 0.2 | 99.9 | 0.1 |
| Nº 40 | 0.425 | 0.1 | 100.0 | 0.0 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEG. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SÍMBOLOS

MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL



INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY

Proyecto : TESIS: "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque

Fecha de Apertura : 16 de mayo del 2022

Inicio de ensayo : 25 de mayo del 2022

Fin de ensayo : 25 de mayo del 2022

NORMA : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

INSTRUMENTOS : Botella de Le Chatelier
 Termómetro digital
 Balanza digital

MATERIAL : POLIESTIRENO EXPANDIDO

| | | |
|-------------------------|-----------------------|-------|
| PESO ESPECÍFICO DE MASA | (gr/cm ³) | 0.023 |
|-------------------------|-----------------------|-------|

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- El líquido utilizado es Kerosene.
- La lectura inicial se tomó luego de estabilizar el volumen del líquido .

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUIAR
 T.E.C. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 7461441

Anexo 9. Informes de laboratorio de propiedades de MAC con el método Marshall



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@l@gmail.com

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5, Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 12 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 03 de Junio del 2022
Fin de ensayo : 03 de Junio del 2022
Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; PATRÓN

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | | | | | |
|-------------|---|--------------|---------|---------|---------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|------|
| | | | | | | % pasa Material | | | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 |
| % | 54 | 0 | 44 | 2 | 100 | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | 5.5 | | 6 | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | 51.03 | | 50.76 | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 42.02 | | | 41.80 | | 41.58 | | 41.36 | |
| 4 | % de poliestireno | | | | | | 0.00 | | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | 1.890 | | 1.880 | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | 1.018 | | 1.018 | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | 2.673 | | 2.673 | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | 2.658 | | 2.658 | |
| 9 | peso especifico de poliestireno (bulk) | | | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | 3.15 | | 3.15 | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | 6.48 | 6.43 | 6.42 | 6.37 | 6.44 | 6.43 | 6.40 | 6.43 | 6.38 | 6.41 | 6.41 | 6.43 | | |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | 1212.24 | 1193.67 | 1198.25 | 1198.13 | 1205.47 | 1194.73 | 1197.24 | 1194.73 | 1190.03 | 1196.84 | 1198.25 | 1203.53 | | |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | 1212.60 | 1193.79 | 1198.72 | 1198.94 | 1205.93 | 1194.80 | 1197.81 | 1195.04 | 1190.83 | 1197.11 | 1198.61 | 1203.93 | | |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | 688.38 | 683.00 | 683.88 | 688 | 687 | 680 | 687 | 680 | 683 | 688 | 687 | 689 | | |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | 524 | 511 | 515 | 511 | 519 | 515 | 511 | 515 | 508 | 509 | 512 | 515 | | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | 2.312 | 2.337 | 2.327 | 2.346 | 2.323 | 2.321 | 2.344 | 2.320 | 2.343 | 2.351 | 2.342 | 2.337 | | |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | 2.495 | | | 2.478 | | | 2.463 | | | 2.456 | | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | 7.3 | 6.3 | 6.7 | 5.3 | 6.2 | 6.3 | 4.9 | 5.8 | 4.9 | 4.3 | 4.7 | 4.9 | | |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | 2.674 | | | 2.674 | | | 2.674 | | | 2.674 | | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | 2.678 | | | 2.680 | | | 2.685 | | | 2.700 | | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | 0.05 | | | 0.08 | | | 0.15 | | | 0.36 | | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | 4.45 | | | 4.93 | | | 5.35 | | | 5.66 | | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | 1.0 | | | |
| 26 | V.M.A. | 17.4 | 16.6 | 16.9 | 16.7 | 17.5 | 17.6 | 17.2 | 18.0 | 17.2 | 17.4 | 17.7 | 17.9 | | |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | 58.0 | 61.7 | 60.2 | 68.1 | 64.3 | 64.0 | 71.7 | 67.6 | 71.7 | 75.3 | 73.7 | 72.8 | | |
| 28 | Flujo 0.01"(0,25 mm) | 18.0 | 18.5 | 20.0 | 19.2 | 17.0 | 17.9 | 16.0 | 16.9 | 17.0 | 15.6 | 16.2 | 17.5 | | |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 2241.5 | 2315.5 | 2409.5 | 2230.0 | 2345.5 | 2871.0 | 1919.0 | 2471.5 | 2575.3 | 2288.0 | 2360.0 | 2476.5 | | |
| 30 | Factor de estabilidad | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.04 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 31 | Estabilidad Corregida | 2192 | 2316 | 2410 | 2230 | 2246 | 2871 | 1919 | 2472 | 2678 | 2288 | 2360 | 2477 | | |
| 32 | Estabilidad / Flujo | 3036 | 3179 | 3060 | 2950 | 3355 | 4074 | 3046 | 3715 | 4002 | 3725 | 3700 | 3594 | | |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.
WILSON NATURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO CIVIL

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGELO RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL

**INFORME**

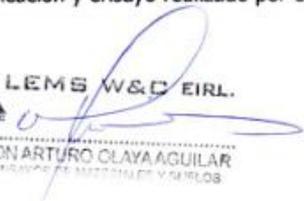
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 12 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 03 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 03 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; PATRÓN

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 693.0 | 693.0 | 693.0 | 693.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2149.0 | 2143.0 | 2140.0 | 2143.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4140.0 | 4135.0 | 4128.0 | 4118.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1991.0 | 1992.0 | 1988.0 | 1975.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 798.0 | 804.0 | 807.0 | 804.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.495 | 2.478 | 2.463 | 2.456 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


 LEMS W&C EIRL.

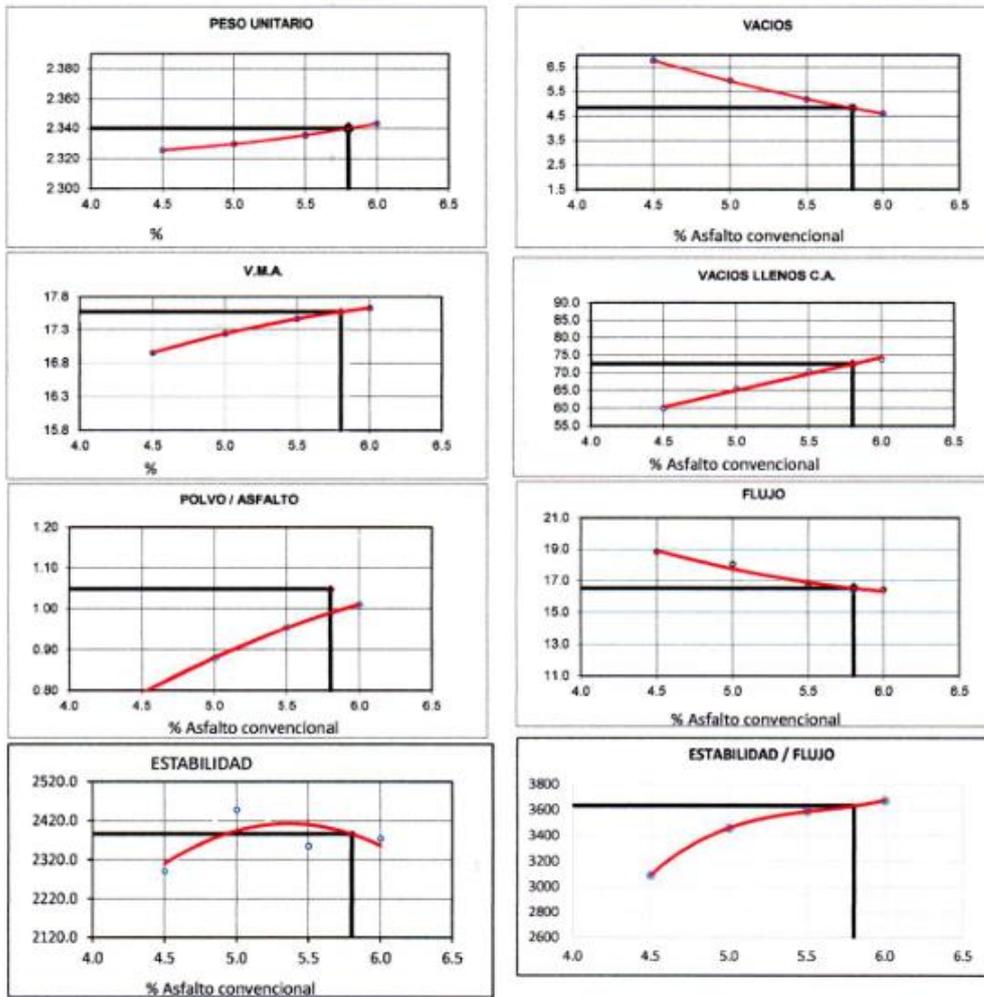
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEO. PRINCIPAL DE MUESTREOS Y ENSAYOS


 LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246194

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 12 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 03 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 03 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; PATRÓN



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

| | | |
|---------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 35 | |
| % C.A. | 5.80 | |
| P. UNITARIO | 2.340 | |
| VACIOS | 4.8 | 3 - 5 |
| V.M.A. | 17.6 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 72.6 | 70 - 80 |
| POLVO / ASFALTO | 1.05 | 0.6 - 1.3 |
| FLUJO | 16.5 | 8-20 |
| ESTABILIDAD | 23.4 | 4.53 kN. |
| ESTABILIDAD / FLUJO | 3633.5 | 1700 - 4000 |

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
ING. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C.P. 245594

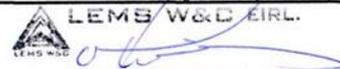
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 03 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 03 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; PATRÓN

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 | |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|--------|---|
| % | 54 | 0 | 44 | 2 | 100 | % pasa Material | | | | | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | | | | 6 | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | | | | 50.76 | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 42.02 | | | 41.80 | | | 41.58 | | | | | | 41.36 | |
| 4 | % de Poliestireno | | | | | | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | | 0.00 | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | | | | 1.880 | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | | | | 1.018 | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | | | | 2.673 | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | | | | 2.658 | |
| 9 | peso especifico de poliestireno (bulk) | | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | | 1 | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | | | | 3.15 | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.40 | 6.43 | 6.39 | 6.42 | 6.40 | 6.38 | 6.43 | 6.38 | 6.41 | 6.42 | 6.40 | 6.39 | | | |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1198.39 | 1207.13 | 1196.17 | 1195.90 | 1191.40 | 1194.46 | 1203.48 | 1191.04 | 1197.93 | 1196.41 | 1194.79 | 1192.05 | | | |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60'(gr) | | | | | 1198.44 | 1207.42 | 1196.89 | 1196.48 | 1191.82 | 1194.95 | 1203.68 | 1191.90 | 1198.36 | 1196.78 | 1195.11 | 1192.65 | | | |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 687.83 | 689.30 | 686.87 | 683.40 | 682.00 | 684.00 | 690.02 | 682.43 | 688.23 | 687.40 | 689.14 | 681.80 | | | |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 511 | 518 | 510 | 513 | 510 | 511 | 514 | 509 | 510 | 506 | 511 | | | | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.347 | 2.330 | 2.345 | 2.331 | 2.337 | 2.338 | 2.343 | 2.338 | 2.348 | 2.349 | 2.361 | 2.333 | | | |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.495 | | | 2.478 | | | 2.463 | | 2.456 | | | | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 5.9 | 6.6 | 6.0 | 5.9 | 5.7 | 5.6 | 4.9 | 5.1 | 4.7 | 4.4 | 3.9 | 5.0 | | | |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.674 | | | 2.674 | | | 2.674 | | 2.674 | | | | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.678 | | | 2.680 | | | 2.685 | | 2.700 | | | | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 0.05 | | | 0.08 | | | 0.15 | | 0.36 | | | | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 4.45 | | | 4.93 | | | 5.35 | | 5.66 | | | | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | 1.0 | | | | | |
| 26 | V.M.A. | | | | | 16.2 | 16.8 | 16.3 | 17.2 | 17.0 | 17.0 | 17.2 | 17.4 | 17.0 | 17.4 | 18.0 | | | | |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 63.4 | 60.6 | 63.1 | 65.6 | 66.6 | 66.7 | 71.6 | 70.7 | 72.5 | 74.9 | 72.2 | | | | |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 15.1 | 15.4 | 14.4 | 15.5 | 16.0 | 14.7 | 15.9 | 15.2 | 14.6 | 15.5 | 14.8 | 16.0 | | | |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 1982.5 | 2034.5 | 1911.5 | 2038.5 | 2272.5 | 1989.5 | 2185.5 | 2119.5 | 2040.5 | 2184.5 | 2104.0 | 2199.5 | | | |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.04 | 1.00 | | | |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 1983 | 2035 | 1912 | 2039 | 2273 | 1990 | 2186 | 2120 | 2041 | 2185 | 2188 | 2200 | | | |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 3335 | 3356 | 3372 | 3341 | 3608 | 3438 | 3491 | 3542 | 3580 | 3755 | 3492 | | | | |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 64516

**INFORME**

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 03 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 03de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; PATRÓN

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 693.0 | 693.0 | 693.0 | 693.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2149.0 | 2143.0 | 2140.0 | 2143.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4140.0 | 4135.0 | 4128.0 | 4118.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1991.0 | 1992.0 | 1988.0 | 1975.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 798.0 | 804.0 | 807.0 | 804.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.495 | 2.478 | 2.463 | 2.456 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

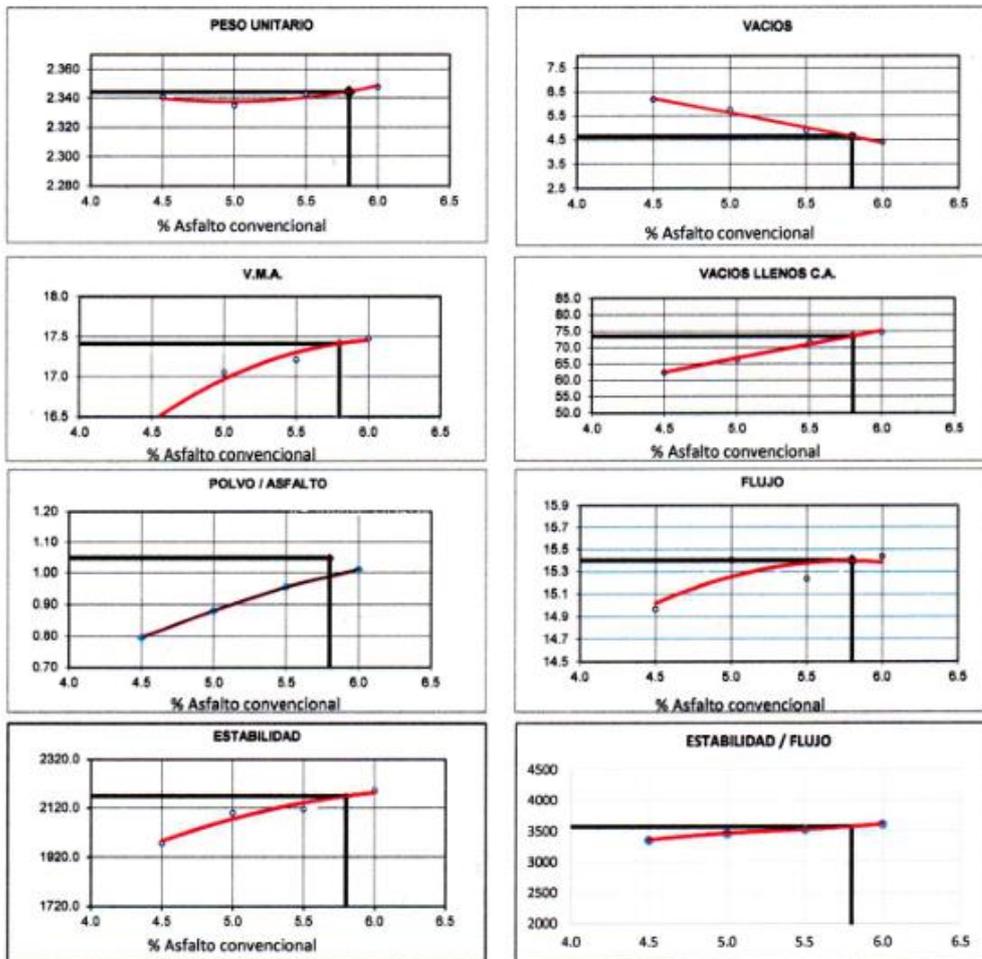


LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANCEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 1741192



INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 03 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 03de Junio del 2022
 Fecha de recepción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; PATRÓN



CARACTERISTICAS MARSHALL

| | |
|--------------------|--------|
| GOLPES | 50 |
| % C.A. | 5.80 |
| P. UNITARIO | 2.344 |
| VACIOS | 4.6 |
| V.M.A. | 17.4 |
| V. LL.C.A. | 73.4 |
| POLVO / ASFALTO | 1.05 |
| FLUJO | 16.4 |
| ESTABILIDAD | 21.3 |
| ESTABILIDAD/ FLUJO | 3672.5 |

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246594

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 04 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 04 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO PESADO T=75 GOLPES; PATRÓN

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---------|---------|---------|--------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|------|----|------|-----|-------|
| | | | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 | | | | | | | |
| % | 54 | 0 | 44 | 2 | 100 | % pasa Material | | | | | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | | | | | 6 |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | | | | | 50.76 |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 42.02 | | | 41.80 | | | 41.58 | | | | | | | 41.36 |
| 4 | % de Poliestireno | | | | | | 0.00 | | | 0.00 | | | 0.00 | | | | | | | 0.00 |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | | | | | 1.880 |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | | | | | 1.018 |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | | | | | 2.673 |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | | | | | 2.658 |
| 9 | peso especifico de Poliestireno (bulk) | | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | | | 1 |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | | | | | 3.15 |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | 6.44 | 6.41 | 6.39 | 6.40 | 6.42 | 6.39 | 6.39 | 6.40 | 6.44 | 6.37 | 6.42 | 6.39 | | | | | | | |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | 1204.75 | 1198.17 | 1186.56 | 1192.16 | 1194.69 | 1192.11 | 1195.03 | 1198.70 | 1202.49 | 1185.04 | 1190.32 | 1186.21 | | | | | | | |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | 1205.71 | 1199.20 | 1187.03 | 1192.19 | 1195.04 | 1193.45 | 1195.24 | 1199.75 | 1202.82 | 1186.42 | 1191.42 | 1187.30 | | | | | | | |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | 697.06 | 689.81 | 685.30 | 691.91 | 689.81 | 688.28 | 680.49 | 694.28 | 695.21 | 685.78 | 689.13 | 686.82 | | | | | | | |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | 509 | 509 | 502 | 500 | 505 | 505 | 515 | 505 | 508 | 501 | 502 | 500 | | | | | | | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | 2.369 | 2.352 | 2.365 | 2.383 | 2.365 | 2.360 | 2.322 | 2.371 | 2.369 | 2.367 | 2.370 | 2.370 | | | | | | | |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | 2.495 | | | 2.478 | | | 2.463 | | | 2.456 | | | | | | | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | 5.1 | 5.7 | 5.2 | 3.8 | 4.6 | 4.8 | 5.8 | 3.7 | 3.8 | 3.6 | 3.5 | 3.5 | | | | | | | |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | 2.674 | | | 2.674 | | | 2.674 | | | 2.674 | | | | | | | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | 2.678 | | | 2.680 | | | 2.685 | | | 2.700 | | | | | | | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | 0.05 | | | 0.08 | | | 0.15 | | | 0.36 | | | | | | | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | 4.45 | | | 4.93 | | | 5.35 | | | 5.66 | | | | | | | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | 1.0 | | | | | | | | |
| 26 | V.M.A. | 15.4 | 16.0 | 15.6 | 15.4 | 16.0 | 16.2 | 18.0 | 16.2 | 16.3 | 16.8 | 16.7 | 16.7 | | | | | | | |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | 67.1 | 64.2 | 66.5 | 75.1 | 71.5 | 70.6 | 67.9 | 77.0 | 76.5 | 78.3 | 78.9 | 79.0 | | | | | | | |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | 12.8 | 13.2 | 13.6 | 13.4 | 13.9 | 12.5 | 12.9 | 13.1 | 13.5 | 13.8 | 13.4 | 14.0 | | | | | | | |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 1684.5 | 2095.5 | 2114.0 | 2032.5 | 2101.5 | 1877.0 | 1845.0 | 2075.0 | 2134.0 | 2117.5 | 2107.0 | 2118.0 | | | | | | | |
| 30 | Factor de estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.00 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | | | | | | | |
| 31 | Estabilidad Corregida | 1685 | 2096 | 2199 | 2114 | 2186 | 1952 | 1845 | 2158 | 2219 | 2202 | 2191 | 2203 | | | | | | | |
| 32 | Estabilidad / Flujo | 3343 | 4032 | 4106 | 4007 | 3994 | 3967 | 3633 | 4184 | 4176 | 4053 | 4154 | 3996 | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.

[Firma]

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

[Firma]

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C.P. 246694

**INFORME**

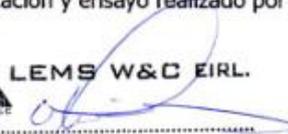
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 04 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 04 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO PESADO T=75 GOLPES; PATRÓN

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 693.0 | 693.0 | 693.0 | 693.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2149.0 | 2143.0 | 2140.0 | 2143.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4140.0 | 4135.0 | 4128.0 | 4118.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1991.0 | 1992.0 | 1988.0 | 1975.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 798.0 | 804.0 | 807.0 | 804.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.495 | 2.478 | 2.463 | 2.456 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



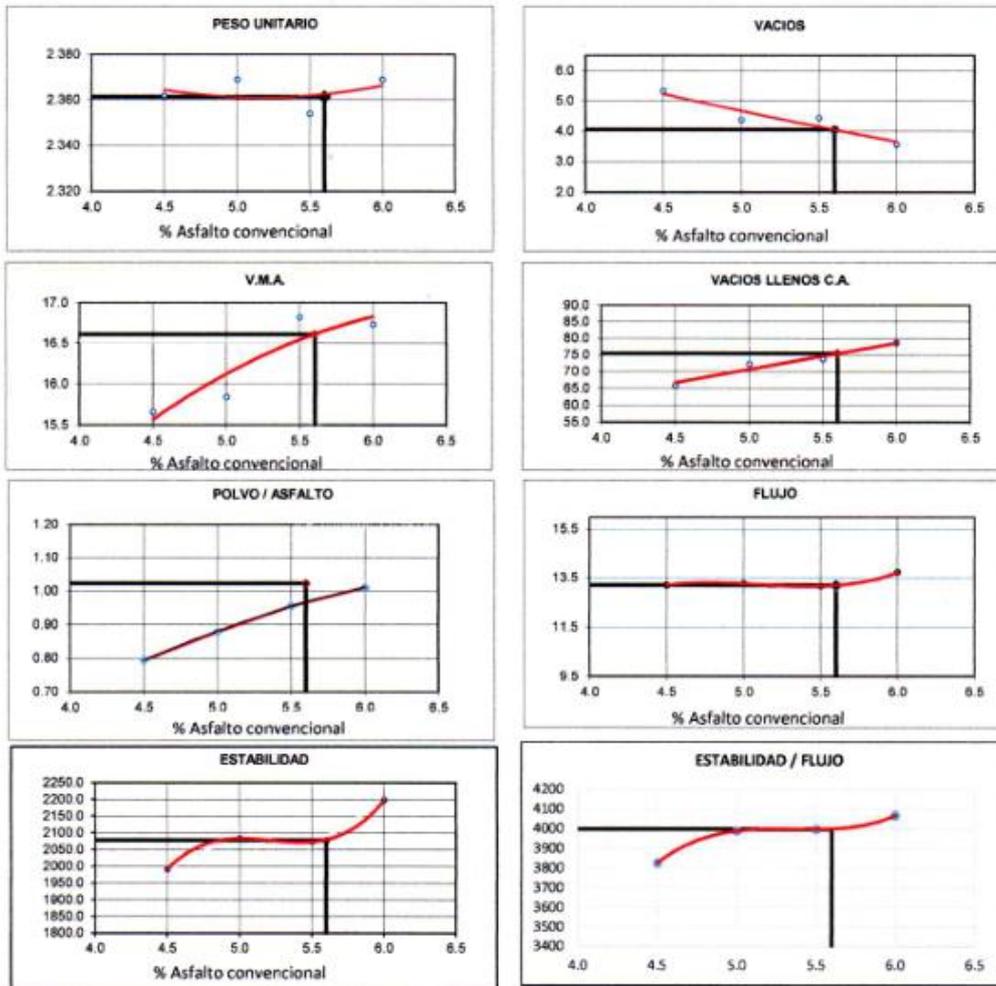
LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS



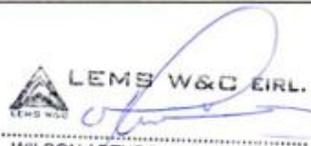
LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246594

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 04 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 04 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO PESADO T=75 GOLPES; PATRÓN



CARACTERISTICAS MARSHALL



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

| | | |
|---------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 75 | |
| % C.A. | 5.60 | |
| P. UNITARIO | 2.361 | |
| VACIOS | 4.0 | 3 - 5 |
| V.M.A. | 16.6 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 75.5 | 65 - 75 |
| POLVO / ASFALTO | 1.02 | 0.6 - 1.3 |
| FLUJO | 13.2 | 8 - 14 |
| ESTABILIDAD | 20.4 | 8.15 kN |
| ESTABILIDAD / FLUJO | 3997.6 | 1700 - 4000 |



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246594

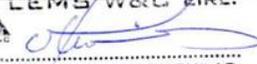
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022
Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022
Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (0.3% de Poliestinero Reciclado)

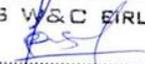
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | % pasa Material | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 |
| % | 54 | 0.13 | 43.87 | 2 | 100 | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | | | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | 6 | | | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | 50.76 | | | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 41.73 | | | 41.52 | | | 41.30 | 41.08 | | | |
| 4 | % de poliestireno | | | | | | 0.29 | | | 0.29 | | | 0.28 | 0.28 | | | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | 1.880 | | | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | 1.018 | | | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | 2.673 | | | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | 2.658 | | | |
| 9 | peso especifico de Poliestireno expandido(bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | 0.023 | | | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | 3.15 | | | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.40 | 6.40 | 6.39 | 6.44 | 6.40 | 6.39 | 6.40 | 6.43 | 6.39 | 6.44 | 6.40 | 6.39 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1195.60 | 1192.00 | 1188.00 | 1207.00 | 1195.00 | 1193.60 | 1195.00 | 1198.70 | 1193.80 | 1201.50 | 1195.96 | 1188.90 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60'(gr) | | | | | 1196.95 | 1193.02 | 1189.52 | 1208.75 | 1196.82 | 1195.14 | 1196.43 | 1200.04 | 1195.19 | 1202.90 | 1197.57 | 1190.52 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 674 | 673 | 672 | 693 | 688 | 684 | 686 | 690 | 684 | 693 | 689 | 679 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 523 | 520 | 518 | 516 | 509 | 511 | 510 | 511 | 510 | 509 | 512 | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.286 | 2.292 | 2.296 | 2.340 | 2.349 | 2.335 | 2.341 | 2.350 | 2.335 | 2.356 | 2.352 | 2.324 |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.488 | | | 2.469 | | | 2.460 | | 2.441 | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 5.2 | 4.9 | 5.4 | 4.8 | 4.5 | 5.1 | 3.5 | 3.7 | 4.8 |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.668 | | | 2.668 | | | 2.668 | | 2.668 | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.670 | | | 2.669 | | | 2.682 | | 2.680 | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 0.03 | | | 0.02 | | | 0.20 | | 0.18 | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 4.47 | | | 4.98 | | | 5.31 | | 5.83 | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | 1.1 | | |
| 26 | V.M.A. | | | | | 18.2 | 17.9 | 17.8 | 16.7 | 16.4 | 16.8 | 17.1 | 16.7 | 17.3 | 17.0 | 17.1 | 18.1 |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 55.3 | 56.1 | 56.6 | 68.7 | 70.2 | 67.8 | 71.6 | 73.3 | 70.6 | 79.6 | 78.6 | 73.6 |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 12.4 | 11.0 | 12.2 | 12.3 | 11.8 | 12.0 | 14.3 | 13.6 | 14.0 | 14.0 | 14.2 | 15.0 |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 3263.5 | 3057.5 | 3181.0 | 2267.5 | 2203.0 | 2260.5 | 1696.5 | 1489.5 | 1520.5 | 1509.5 | 1516.5 | 1358.5 |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 3133 | 3058 | 3181 | 2268 | 2203 | 2261 | 1697 | 1490 | 1521 | 1510 | 1517 | 1359 |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 6418 | 7060 | 6623 | 4682 | 4742 | 4785 | 3013 | 2782 | 2759 | 2738 | 2713 | 2300 |

OBSERVACIONES :
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
ING. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246594



Señor de Sipán



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceri@gmail.com

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY

Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque

Apertura : 16 de Mayo del 2022

Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022

Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022

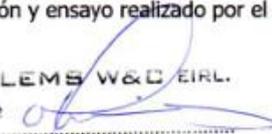
Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (0.3% de Poliestinero Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2055.0 | 2050.0 | 2050.0 | 2044.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4053.0 | 4045.0 | 4038.0 | 4031.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1998.0 | 1995.0 | 1988.0 | 1987.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 803.0 | 808.0 | 808.0 | 814.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.488 | 2.469 | 2.460 | 2.441 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 241594



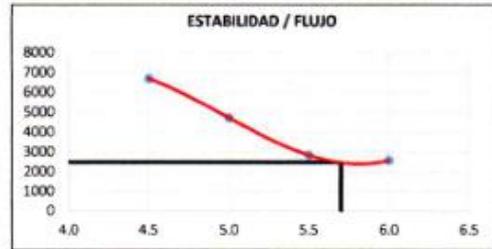
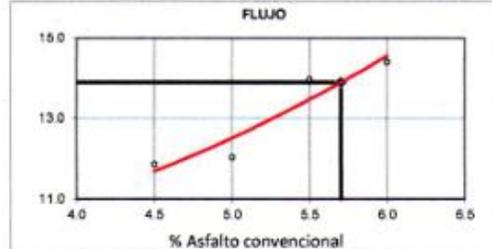
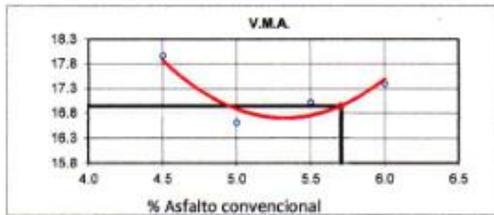
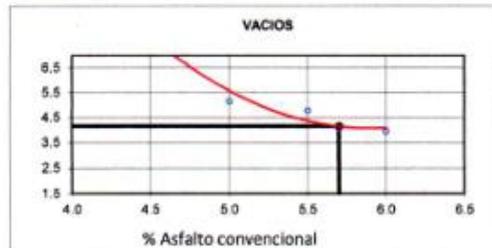
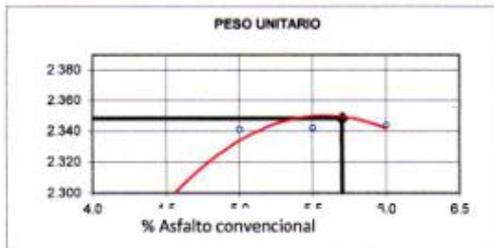
Señor de Sipán



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (0.3% de Poliesterino Reciclado)



CARACTERISTICAS MARSHALL

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

| | |
|--------------------|--------|
| GOLPES | 35 |
| % C.A. | 6.70 |
| P. UNITARIO | 2.348 |
| VACIOS | 4.2 |
| V.M.A. | 16.9 |
| V. I.L.C.A. | 74.5 |
| POLVO / ASFALTO | 1.05 |
| FLUJO | 13.9 |
| ESTABILIDAD | 14.7 |
| ESTABILIDAD/ FLUJO | 2466.3 |

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 241144

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (0.3% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamicos ASTM | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|-------------|---------|---------|----------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|----------|
| | | | | | | % pasa Material | | | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 |
| BRIQUETA N° | 54 | 0.13 | 43.87 | 2 | 100 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | | 6 |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | | 50.76 |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 41.73 | | | 41.52 | | | 41.30 | | | | 41.08 |
| 4 | % de poliestireno | | | | | | 0.29 | | | 0.29 | | | 0.28 | | | | 0.28 |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | | 1.880 |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | | 1.018 |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | | 2.673 |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | | 2.658 |
| 9 | peso especifico de poliestireno expandido (bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | | 0.023 |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | | 3.15 |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.10 | 6.40 | 6.38 | 6.38 | 6.44 | 6.39 | 6.39 | 6.41 | 6.40 | 6.42 | 6.38 | 6.44 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1199.60 | 1199.20 | 1193.51 | 1195.20 | 1205.40 | 1196.88 | 1197.89 | 1200.97 | 1198.99 | 1201.10 | 1193.88 | 1206.10 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | | | | | 1200.35 | 1200.48 | 1195.26 | 1197.02 | 1206.86 | 1198.35 | 1199.31 | 1202.13 | 1200.24 | 1202.95 | 1195.01 | 1207.07 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 689 | 690 | 686 | 687 | 691 | 688 | 690 | 691 | 691 | 692 | 685 | 698 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 511 | 510 | 509 | 510 | 516 | 510 | 509 | 511 | 509 | 511 | 510 | 509 |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.346 | 2.349 | 2.344 | 2.343 | 2.337 | 2.345 | 2.352 | 2.350 | 2.354 | 2.351 | 2.341 | 2.369 |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.488 | | | 2.469 | | | 2.460 | | | 2.441 | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 5.7 | 5.6 | 5.8 | 5.1 | 5.4 | 5.0 | 4.4 | 4.5 | 4.3 | 3.7 | 4.1 | 2.9 |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.668 | | | 2.668 | | | 2.668 | | | 2.668 | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.670 | | | 2.669 | | | 2.682 | | | 2.680 | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 0.03 | | | 0.02 | | | 0.20 | | | 0.18 | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 4.47 | | | 4.98 | | | 5.31 | | | 5.83 | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | 1.1 | |
| 26 | V.M.A. | | | | | 16.0 | 15.9 | 16.1 | 16.5 | 16.8 | 16.5 | 16.7 | 16.8 | 16.6 | 17.2 | 17.5 | 16.5 |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 64.3 | 64.9 | 63.9 | 69.2 | 68.1 | 69.6 | 73.6 | 73.1 | 74.1 | 78.4 | 76.6 | 82.2 |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 12.0 | 12.8 | 11.0 | 12.1 | 11.4 | 11.0 | 13.0 | 14.0 | 12.0 | 13.5 | 12.0 | 14.0 |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 2419.5 | 2396.5 | 2406.5 | 2289.0 | 2231.0 | 2216.5 | 2166.0 | 2083.0 | 2134.5 | 1739.0 | 1751.5 | 1663.5 |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 2420 | 2397 | 2407 | 2289 | 2231 | 2217 | 2166 | 2083 | 2135 | 1739 | 1752 | 1664 |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 5121 | 5126 | 5557 | 4805 | 4971 | 5118 | 4232 | 3779 | 4518 | 3772 | 3707 | 3018 |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 245594

**INFORME**

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (0.3% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA Nº | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2055.0 | 2050.0 | 2050.0 | 2044.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4053.0 | 4045.0 | 4038.0 | 4031.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1998.0 | 1995.0 | 1988.0 | 1987.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 803.0 | 808.0 | 808.0 | 814.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.488 | 2.469 | 2.460 | 2.441 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 246584



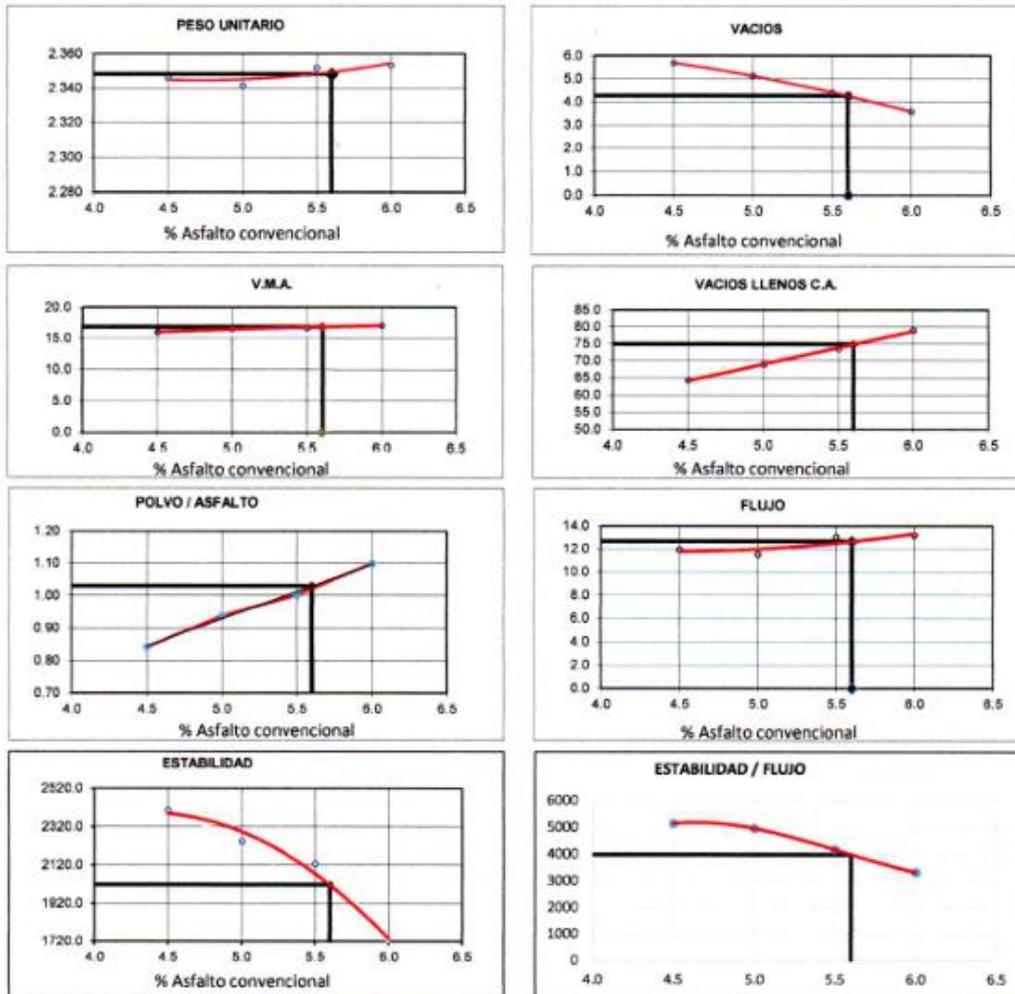
Señor de Sipán



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@eirl@gmail.com

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS 'COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO'
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (0.3% de Poliestireno Reciclado)



CARACTERISTICAS MARSHALL

| | |
|--------------------|--------|
| GOLPES | 50 |
| % C A | 5.60 |
| P. UNITARIO | 2.348 |
| VADOS | 4.3 |
| V.M.A. | 16.9 |
| V. LLCA | 74.9 |
| POLVO / ASFALTO | 1.03 |
| FLUJO | 12.7 |
| ESTABILIDAD | 19.8 |
| ESTABILIDAD/ FLUJO | 3982.4 |

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. EN INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 246694

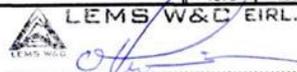
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO REICLADO"

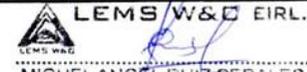
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022
Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022
Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (0.3% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 | | |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | % pasa Material | | | | | | | | | | | |
| % | 54 | 0.13 | 43.87 | 2 | 100 | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | | | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | | 6 |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | | 50.76 |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 41.73 | | | 41.52 | | | 41.30 | | | | 41.08 |
| 4 | % de Poliestireno | | | | | | 0.29 | | | 0.29 | | | 0.28 | | | | 0.28 |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | | 1.880 |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | | 1.018 |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | | 2.673 |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | | 2.658 |
| 9 | peso especifico de poliestireno expandido (bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | | 0.023 |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | | 3.15 |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.45 | 6.40 | 6.39 | 6.38 | 6.45 | 6.39 | 6.40 | 6.41 | 6.39 | 6.44 | 6.39 | 6.40 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1206.88 | 1199.90 | 1195.90 | 1196.50 | 1205.40 | 1197.92 | 1199.30 | 1199.50 | 1197.20 | 1204.60 | 1198.20 | 1199.80 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | | | | | 1207.10 | 1200.77 | 1196.59 | 1197.65 | 1206.55 | 1199.03 | 1200.79 | 1200.52 | 1198.74 | 1205.59 | 1199.06 | 1200.96 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 693 | 690 | 687 | 689 | 695 | 690 | 692 | 690 | 690 | 695 | 690 | 691 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 514 | 511 | 510 | 509 | 512 | 509 | 509 | 511 | 509 | 511 | 509 | 510 |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.348 | 2.349 | 2.347 | 2.352 | 2.356 | 2.353 | 2.357 | 2.350 | 2.353 | 2.359 | 2.354 | 2.355 |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.488 | | | 2.469 | | | 2.460 | | | | 2.441 |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 5.7 | 5.6 | 5.7 | 4.7 | 4.6 | 4.7 | 4.2 | 4.5 | 4.4 | 3.4 | 3.6 | 3.5 |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.668 | | | 2.668 | | | 2.668 | | | | 2.668 |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.670 | | | 2.669 | | | 2.682 | | | | 2.680 |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 0.03 | | | 0.02 | | | 0.20 | | | | 0.18 |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 4.47 | | | 4.98 | | | 5.31 | | | | 5.83 |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | | 1.1 |
| 26 | V.M.A. | | | | | 16.0 | 15.9 | 16.0 | 16.2 | 16.1 | 16.2 | 16.5 | 16.8 | 16.6 | 16.9 | 17.1 | 17.0 |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 64.6 | 64.9 | 64.5 | 70.9 | 71.6 | 71.1 | 74.6 | 73.1 | 73.8 | 80.1 | 79.0 | 79.2 |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 11.0 | 10.9 | 12.4 | 11.1 | 11.3 | 12.2 | 11.4 | 11.1 | 11.2 | 11.2 | 12.0 | 12.9 |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 2113.0 | 2109.0 | 1986.5 | 2146.5 | 2066.0 | 2116.5 | 1919.5 | 1887.0 | 1950.5 | 1743.0 | 1768.5 | 1735.5 |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 2113 | 2109 | 1987 | 2147 | 2066 | 2117 | 1920 | 2066 | 1951 | 1743 | 1887 | 1736 |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 4879 | 4915 | 4069 | 4912 | 4644 | 4406 | 4277 | 4728 | 4423 | 3953 | 3994 | 3417 |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO EN CIENCIAS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246594

**INFORME**

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (0.3% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2055.0 | 2050.0 | 2050.0 | 2044.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4053.0 | 4045.0 | 4038.0 | 4031.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1998.0 | 1995.0 | 1988.0 | 1987.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 803.0 | 808.0 | 808.0 | 814.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.488 | 2.469 | 2.460 | 2.441 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



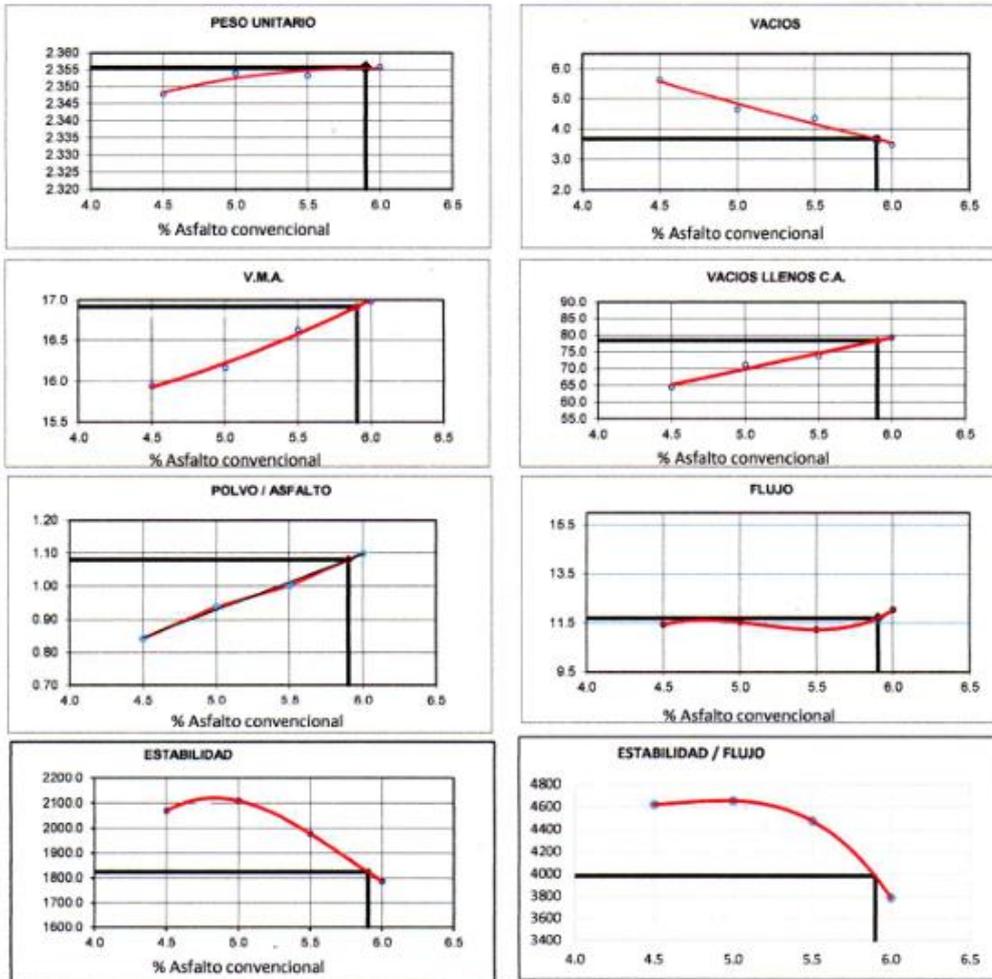
LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246504

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 06 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (0.3% de Poliestireno Reciclado)



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

| | | |
|-------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 75 | |
| % C.A. | 5.90 | |
| P. UNITARIO | 2.356 | |
| VACIOS | 3.7 | 3 - 5 |
| V.M.A. | 16.9 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 78.4 | 65 - 75 |
| POLVO / ASFALTO | 1.08 | 0.6 - 1.3 |
| FLUJO | 11.7 | 8 - 14 |
| ESTABILIDAD | 17.9 | 8.15 kN. |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 3982.7 | 1700 - 4000 |

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246594

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022
Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022
Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno expandido reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 | | | |
| % | 54 | 0.44 | 43.56 | 2 | 100 | % pasa Material | | | | | | | | | | | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | 6 | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | 50.76 | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 41.07 | | | 40.85 | | | 40.64 | | | 40.42 | |
| 4 | % de poliestireno | | | | | | 0.96 | | | 0.95 | | | 0.95 | | | 0.94 | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | 1.880 | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | |
| 9 | peso especifico de Poliestireno (bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.43 | 6.39 | 6.42 | 6.40 | 6.38 | 6.41 | 6.40 | 6.42 | 6.39 | 6.39 | 6.37 | 6.44 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1203.62 | 1197.12 | 1202.19 | 1198.07 | 1197.10 | 1198.77 | 1203.00 | 1204.00 | 1199.54 | 1196.36 | 1196.54 | 1204.03 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60'(gr) | | | | | 1204.51 | 1198.08 | 1202.95 | 1199.51 | 1198.89 | 1199.83 | 1203.92 | 1204.88 | 1200.62 | 1197.99 | 1197.63 | 1204.82 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 693.71 | 689.00 | 692.05 | 691 | 690 | 690 | 691 | 692 | 690 | 689 | 689 | 691 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 511 | 509 | 511 | 509 | 509 | 510 | 513 | 511 | 509 | 509 | 514 | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.356 | 2.352 | 2.353 | 2.356 | 2.352 | 2.351 | 2.345 | 2.348 | 2.349 | 2.350 | 2.352 | 2.343 |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.494 | | | 2.480 | | | 2.471 | | | 2.437 | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 5.5 | 5.7 | 5.7 | 5.0 | 5.1 | 5.2 | 5.1 | 5.0 | 4.9 | 3.6 | 3.5 | 3.9 |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.652 | | | 2.652 | | | 2.652 | | | 2.652 | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.677 | | | 2.683 | | | 2.695 | | | 2.675 | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 0.37 | | | 0.45 | | | 0.61 | | | 0.34 | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 4.15 | | | 4.58 | | | 4.92 | | | 5.68 | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.8 | | | 0.9 | | | 0.9 | | | 1.1 | |
| 26 | V.M.A. | | | | | 15.1 | 15.3 | 15.3 | 15.6 | 15.7 | 15.8 | 16.4 | 16.3 | 16.3 | 16.7 | 16.6 | 16.9 |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 63.4 | 62.6 | 62.9 | 67.9 | 67.3 | 67.1 | 69.1 | 69.5 | 69.8 | 78.6 | 79.0 | 77.2 |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 15.0 | 15.5 | 13.0 | 15.0 | 14.9 | 14.4 | 14.8 | 14.8 | 15.0 | 15.3 | 14.0 | 15.0 |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 1908.0 | 1914.0 | 1850.0 | 2101.5 | 2055.5 | 1849.5 | 2122.5 | 2074.5 | 2185.5 | 2085.0 | 2157.5 | 2031.0 |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 1908 | 1914 | 1850 | 2102 | 2056 | 1850 | 2123 | 2075 | 2186 | 2085 | 2158 | 2031 |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 3231 | 3136 | 3615 | 3559 | 3504 | 3262 | 3643 | 3560 | 3701 | 3461 | 3914 | 3439 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246004

**INFORME**

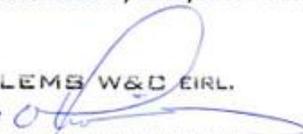
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno expandido reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 693.0 | 693.0 | 693.0 | 693.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2148.0 | 2143.0 | 2142.0 | 2133.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4141.0 | 4137.0 | 4131.0 | 4117.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1993.0 | 1994.0 | 1989.0 | 1984.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 799.0 | 804.0 | 805.0 | 814.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.494 | 2.480 | 2.471 | 2.437 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



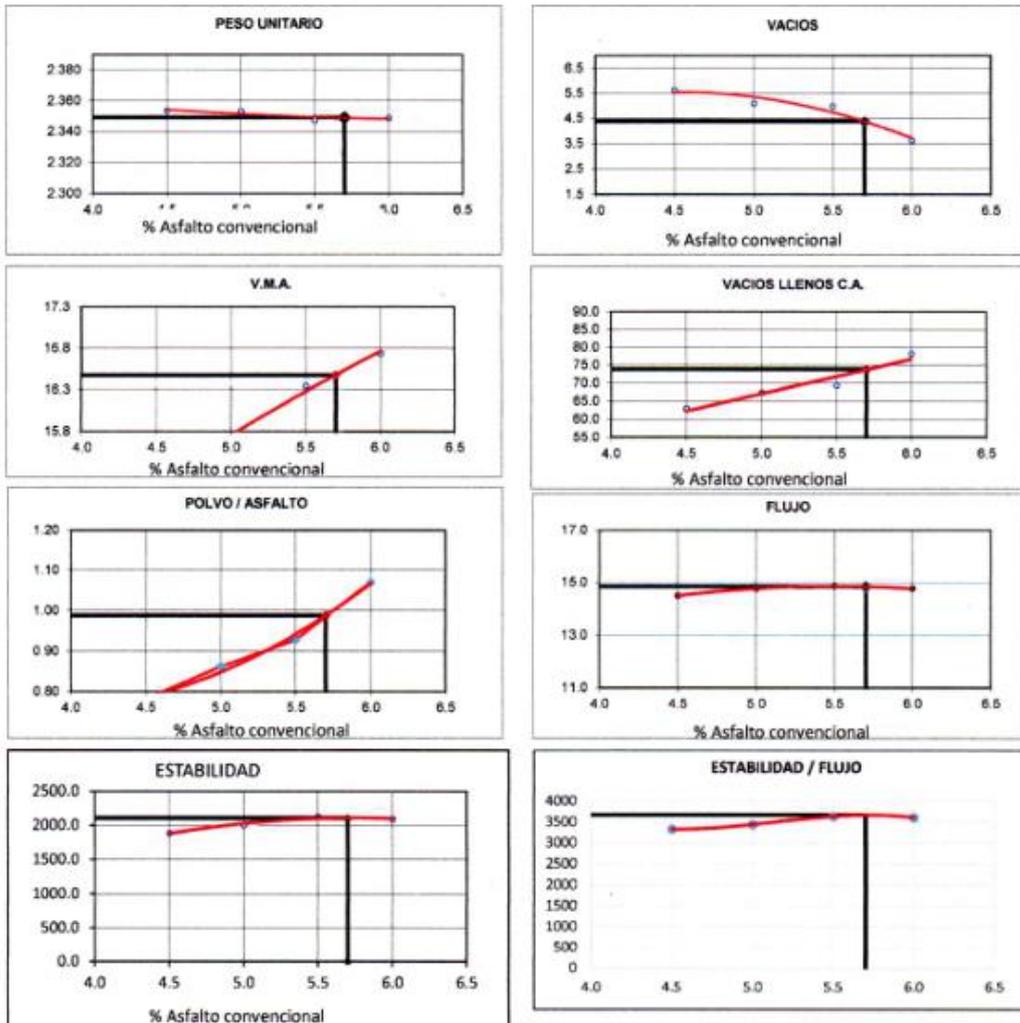
LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIPR 245294

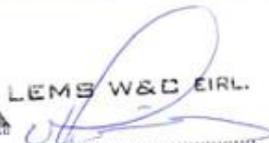
INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno expandido reciclado)



CARACTERISTICAS MARSHALL

| | | |
|-------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 35 | |
| % C.A. | 6.70 | |
| P. UNITARIO | 2.349 | |
| VACIOS | 4.4 | 3 - 5 |
| V.M.A. | 16.5 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 73.8 | 70 - 80 |
| POLVO / ASFALTO | 0.99 | 0.6 - 1.3 |
| FLUJO | 14.8 | 8-20 |
| ESTABILIDAD | 20.6 | 4.53 kN. |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 3668.4 | 1700 - 4000 |



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO CIVIL DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
DIP - 246694

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno Reciclado)

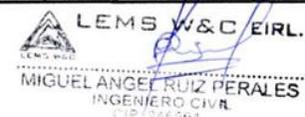
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | | | | | |
|-------------|---|--------------|---------|---------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | | | | | | % pasa Material | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 20 |
| % | 54 | 0.44 | 43.56 | 2 | 100 | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 73.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | 6 |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | 50.76 |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 41.07 | | | 40.85 | | | 40.64 | | 40.42 |
| 4 | % de poliestireno | | | | | | 0.96 | | | 0.95 | | | 0.95 | | 0.94 |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | 1.880 |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | 1.018 |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | 2.673 |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | 2.658 |
| 9 | peso especifico de poliestireno (bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | 0.023 |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | 3.15 |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | 6.40 | 6.43 | 6.39 | | 6.42 | 6.40 | 6.38 | 6.43 | 6.38 | 6.41 | 6.42 | 6.40 | 6.39 | |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | 1203.00 | 1200.50 | 1196.30 | | 1193.70 | 1201.70 | 1187.80 | 1190.90 | 1192.40 | 1196.10 | 1188.40 | 1187.50 | 1192.50 | |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | 1204.72 | 1201.37 | 1197.35 | | 1194.44 | 1202.95 | 1188.50 | 1191.16 | 1193.35 | 1197.24 | 1189.73 | 1188.75 | 1193.76 | |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | 692 | 691 | 688 | | 687 | 691 | 687 | 688 | 689 | 690 | 687 | 686 | 690 | |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | 513 | 510 | 509 | | 507 | 512 | 502 | 503 | 504 | 507 | 503 | 503 | 504 | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | 2.346 | 2.352 | 2.349 | | 2.352 | 2.347 | 2.368 | 2.367 | 2.364 | 2.358 | 2.364 | 2.362 | 2.367 | |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | 2.494 | | | | 2.480 | | | 2.471 | | | 2.437 | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | 5.9 | 5.7 | 5.8 | | 5.1 | 5.4 | 4.5 | 4.2 | 4.3 | 4.6 | 3.0 | 3.1 | 2.9 | |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | 2.652 | | | | 2.652 | | | 2.652 | | | 2.652 | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | 2.677 | | | | 2.683 | | | 2.695 | | | 2.675 | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | 0.37 | | | | 0.45 | | | 0.61 | | | 0.34 | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | 4.15 | | | | 4.58 | | | 4.92 | | | 5.68 | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | 0.8 | | | | 0.9 | | | 0.9 | | | 1.1 | | |
| 26 | V.M.A. | 15.5 | 15.3 | 15.4 | | 15.7 | 15.9 | 15.1 | 15.7 | 15.7 | 16.0 | 16.2 | 16.3 | 16.1 | |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | 61.7 | 62.7 | 62.1 | | 67.3 | 66.3 | 70.3 | 73.1 | 72.6 | 71.4 | 81.4 | 81.0 | 82.1 | |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | 14.2 | 15.0 | 13.6 | | 14.0 | 14.3 | 13.5 | 14.8 | 15.2 | 14.7 | 15.0 | 13.9 | 15.3 | |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 1988.0 | 1993.5 | 1978.5 | | 2022.5 | 2031.5 | 1956.5 | 2236.0 | 2247.5 | 2230.5 | 2220.0 | 2122.0 | 2228.0 | |
| 30 | Factor de estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.04 | 1.00 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | |
| 31 | Estabilidad Corregida | 1988 | 1994 | 1979 | | 2103 | 2032 | 2035 | 2325 | 2337 | 2320 | 2309 | 2207 | 2317 | |
| 32 | Estabilidad / Flujo | 3556 | 3376 | 3695 | | 3816 | 3608 | 3828 | 3991 | 3906 | 4008 | 3910 | 4033 | 3847 | |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGELO RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 126694

**INFORME**

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY

Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque

Apertura : 16 de Mayo del 2022

Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022

Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022

Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 693.0 | 693.0 | 693.0 | 693.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2148.0 | 2143.0 | 2142.0 | 2133.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4141.0 | 4137.0 | 4131.0 | 4117.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1993.0 | 1994.0 | 1989.0 | 1984.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 799.0 | 804.0 | 805.0 | 814.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.494 | 2.480 | 2.471 | 2.437 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



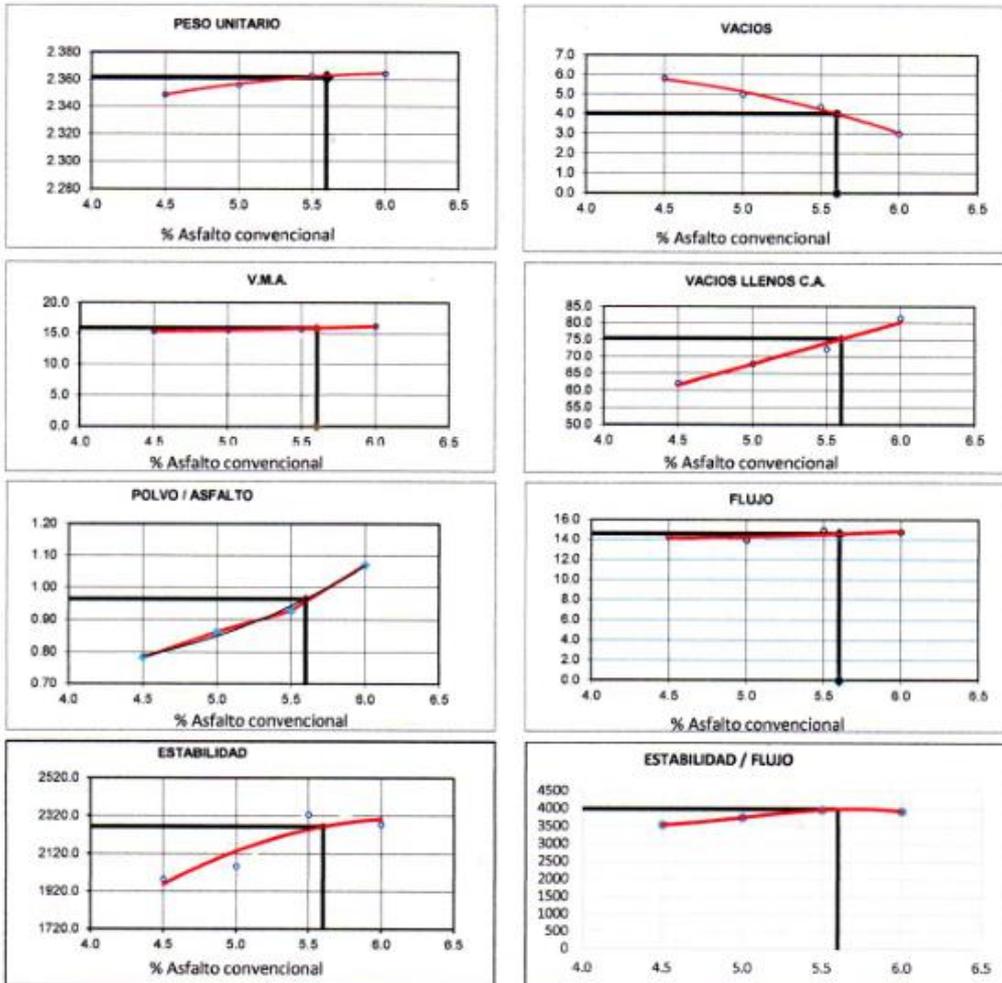
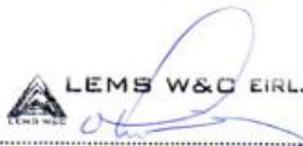
LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246694

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno Reciclado)

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

| | | |
|-------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 50 | |
| % C.A. | 5.60 | |
| P. UNITARIO | 2.362 | |
| VACIOS | 4.0 | 3 - 6 |
| V.M.A. | 15.9 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 75.4 | 65 - 78 |
| POLVO / ASFALTO | 0.96 | 0.6 - 1.3 |
| FLUJO | 14.6 | 8-16 |
| ESTABILIDAD | 22.2 | 5.44 kN. |
| ESTABILIDAD FLUJO | 3989.7 | 1700 - 4000 |



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246694

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 | | | | | | |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| % | 54 | 0.44 | 43.56 | 2 | 100 | % pasa Material | | | | | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | | | | 6 | | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | | | | 50.76 | | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 41.07 | | | 40.85 | | | 40.64 | | | | | | 40.42 | | |
| 4 | % de Poliestireno | | | | | | 0.96 | | | 0.95 | | | 0.95 | | | | | | 0.94 | | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | | | | 1.880 | | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | | | | 1.018 | | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | | | | 2.673 | | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | | | | 2.658 | | |
| 9 | Peso Especifico de poliestireno expandido (bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | | | | 0.023 | | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | | | | 3.15 | | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.40 | 6.42 | 6.41 | 6.39 | 6.40 | 6.38 | 6.43 | 6.44 | 6.39 | 6.44 | 6.39 | 6.44 | 6.39 | 6.44 | 6.39 | 6.44 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1198.60 | 1202.80 | 1199.00 | 1194.50 | 1195.99 | 1197.17 | 1199.18 | 1206.20 | 1197.20 | 1203.00 | 1197.30 | 1204.12 | 1197.30 | 1204.12 | 1197.30 | 1204.12 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | | | | | 1199.71 | 1203.86 | 1200.04 | 1195.93 | 1197.52 | 1198.93 | 1200.04 | 1206.91 | 1198.69 | 1204.12 | 1198.70 | 1205.89 | 1198.70 | 1205.89 | 1198.70 | 1205.89 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 689.00 | 692.00 | 690.00 | 686.00 | 689.00 | 690.00 | 690.00 | 692.00 | 690.00 | 692.00 | 690.00 | 692.00 | 690.00 | 692.00 | 690.00 | 692.00 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 511 | 512 | 510 | 510 | 509 | 509 | 510 | 515 | 509 | 512 | 509 | 514 | 509 | 514 | 509 | 514 |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.347 | 2.350 | 2.351 | 2.342 | 2.352 | 2.352 | 2.351 | 2.343 | 2.353 | 2.349 | 2.354 | 2.343 | 2.354 | 2.343 | 2.354 | |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.494 | | | 2.480 | | | 2.471 | | | | | | 2.437 | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 5.9 | 5.8 | 5.8 | 5.5 | 5.2 | 5.2 | 4.8 | 5.2 | 4.7 | 3.6 | 3.4 | 3.9 | | | | |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.652 | | | 2.652 | | | 2.652 | | | | | | 2.652 | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.677 | | | 2.683 | | | 2.695 | | | | | | 2.675 | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 0.37 | | | 0.45 | | | 0.61 | | | | | | 0.34 | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 4.15 | | | 4.58 | | | 4.92 | | | | | | 5.68 | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.8 | | | 0.9 | | | 0.9 | | | | | | 1.1 | | |
| 26 | V.M.A. | | | | | 15.5 | 15.4 | 15.3 | 16.1 | 15.7 | 15.7 | 16.2 | 16.5 | 16.1 | 16.7 | 16.6 | 16.9 | | | | |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 61.8 | 62.3 | 62.5 | 65.5 | 67.2 | 67.2 | 70.1 | 68.6 | 70.6 | 78.3 | 79.3 | 77.2 | | | | |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 13.5 | 12.8 | 13.0 | 12.1 | 12.4 | 12.0 | 13.5 | 12.8 | 13.0 | 12.0 | 12.5 | 13.5 | | | | |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 1928.0 | 1906.5 | 1917.8 | 1817.5 | 1826.5 | 1759.0 | 2060.5 | 1913.5 | 2000.8 | 1857.0 | 1864.0 | 1909.5 | | | | |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | | |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 1928 | 1907 | 1918 | 1818 | 1827 | 1759 | 2061 | 1827 | 2001 | 1857 | 1914 | 1910 | | | | |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 3627 | 3783 | 3747 | 3815 | 3741 | 3723 | 3877 | 3624 | 3909 | 3881 | 3888 | 3593 | | | | |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 ING. EN CIENCIAS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246594

**INFORME**

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY

Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque

Apertura : 16 de Mayo del 2022

Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022

Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022

Descripción : MAC-2 TRANSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 693.0 | 693.0 | 693.0 | 693.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 | 2947.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2148.0 | 2143.0 | 2142.0 | 2133.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4141.0 | 4137.0 | 4131.0 | 4117.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1993.0 | 1994.0 | 1989.0 | 1984.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 799.0 | 804.0 | 805.0 | 814.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.494 | 2.480 | 2.471 | 2.437 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



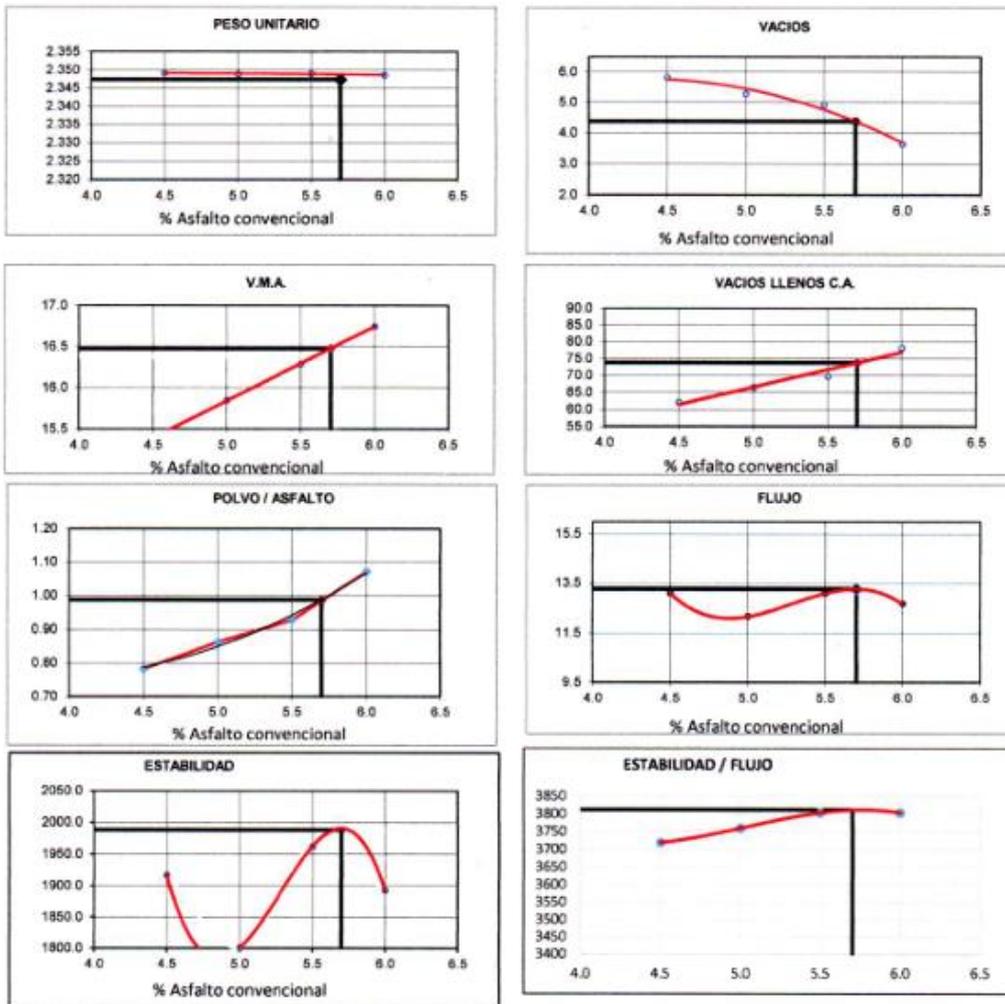
LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246564

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 05 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (1% de Poliestireno Reciclado)

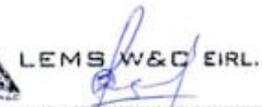


CARACTERISTICAS MARSHALL

| | | |
|---------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 75 | |
| % C.A. | 6.70 | |
| P. UNITARIO | 2.347 | |
| VACIOS | 4.4 | 3 - 6 |
| V.M.A. | 16.5 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 73.8 | 65 - 75 |
| POLVO / ASFALTO | 0.99 | 0.8 - 1.3 |
| FLUJO | 13.3 | 8 - 14 |
| ESTABILIDAD | 19.5 | 8 - 15 kN. |
| ESTABILIDAD / FLUJO | 3811.3 | 1700 - 4000 |



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 240594

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (2% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | % pasa Material | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 |
| % | 54 | 0.88 | 43.12 | 2 | 100 | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | | | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | 6 | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | 50.76 | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 40.11 | | | 39.90 | | | 39.69 | | | 39.48 | |
| 4 | % de poliestireno | | | | | | 1.91 | | | 1.90 | | | 1.89 | | | 1.88 | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | 1.880 | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | |
| 9 | peso especifico de Poliestireno expandido(bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.41 | 6.37 | 6.44 | 6.39 | 6.37 | 6.39 | 6.42 | 6.39 | 6.37 | 6.41 | 6.38 | 6.42 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1199.82 | 1189.98 | 1202.27 | 1198.88 | 1189.39 | 1195.61 | 1199.73 | 1195.88 | 1192.51 | 1198.35 | 1196.97 | 1199.84 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | | | | | 1201.40 | 1191.95 | 1203.84 | 1200.35 | 1191.08 | 1196.74 | 1201.35 | 1197.38 | 1193.61 | 1200.11 | 1198.40 | 1200.60 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 687 | 682 | 685 | 687 | 682 | 685 | 687 | 685 | 670 | 687 | 684 | 687 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 514 | 510 | 519 | 513 | 509 | 512 | 514 | 512 | 524 | 513 | 514 | 514 |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.332 | 2.334 | 2.317 | 2.335 | 2.336 | 2.336 | 2.333 | 2.334 | 2.276 | 2.335 | 2.327 | 2.336 |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.474 | | | 2.456 | | | 2.443 | | | 2.419 | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 5.7 | 5.7 | 6.4 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.5 | 4.4 | 6.8 | 3.5 | 3.8 | 3.4 |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.629 | | | 2.629 | | | 2.629 | | | 2.629 | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.653 | | | 2.653 | | | 2.659 | | | 2.652 | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 0.35 | | | 0.35 | | | 0.43 | | | 0.33 | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 4.17 | | | 4.67 | | | 5.09 | | | 5.69 | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | 1.1 | |
| 26 | V.M.A. | | | | | 15.3 | 15.2 | 15.8 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 16.2 | 16.1 | 18.2 | 16.5 | 16.8 | 16.5 |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 62.5 | 62.7 | 59.9 | 68.6 | 68.7 | 68.7 | 72.1 | 72.4 | 62.4 | 79.1 | 77.3 | 79.2 |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 15.0 | 16.2 | 15.4 | 15.6 | 16.2 | 15.8 | 15.5 | 15.8 | 16.1 | 15.9 | 16.8 | 17.0 |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 2170.0 | 1774.0 | 1856.5 | 2636.5 | 1755.5 | 1840.5 | 1772.5 | 1801.5 | 1742.5 | 2014.5 | 2148.0 | 2159.5 |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 2170 | 1774 | 1857 | 2637 | 1756 | 1841 | 1773 | 1802 | 1673 | 2015 | 2148 | 2160 |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 3675 | 2781 | 3062 | 4293 | 2752 | 2959 | 2905 | 2896 | 2639 | 3218 | 3248 | 3227 |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246864



INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (2% de Poliestirero Reciclado)

| INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041) | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MUESTRA Nº | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2057.0 | 2051.0 | 2047.0 | 2042.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4039.0 | 4033.0 | 4028.0 | 4016.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1982.0 | 1982.0 | 1981.0 | 1974.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 801.0 | 807.0 | 811.0 | 816.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.474 | 2.456 | 2.443 | 2.419 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

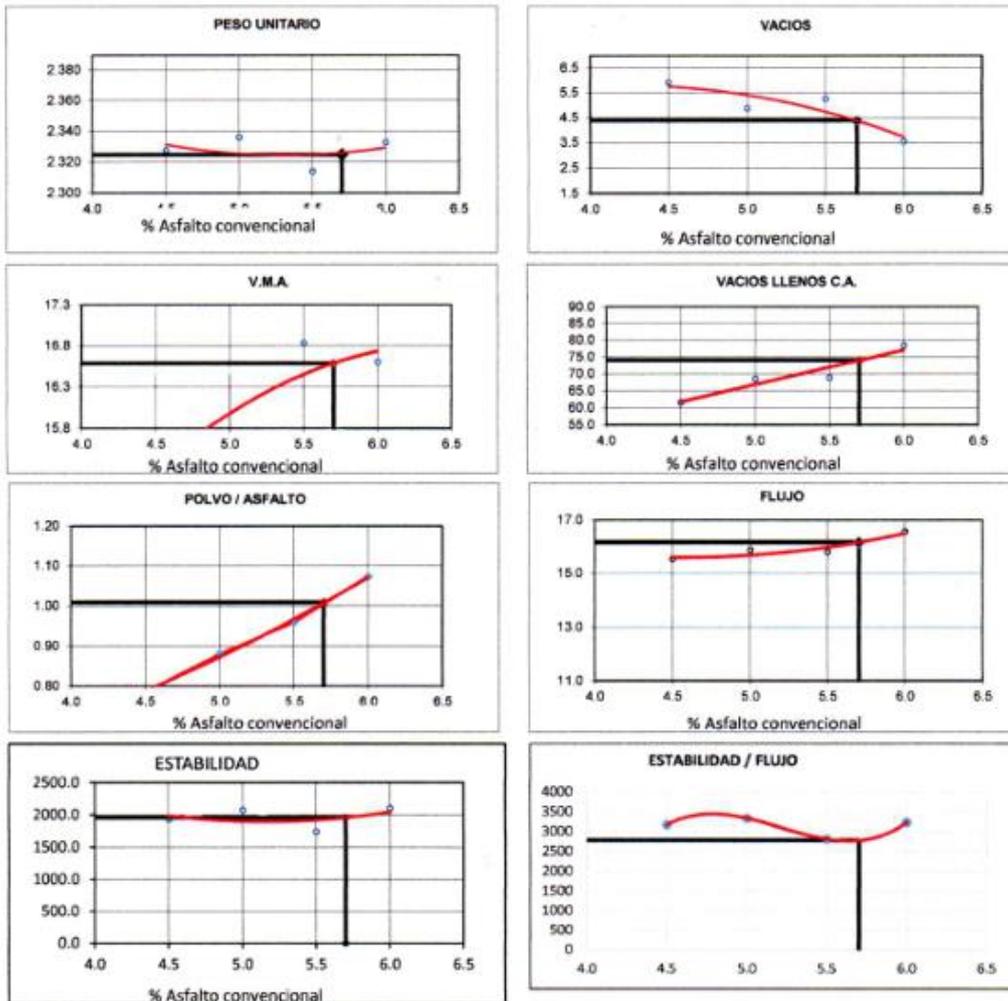
OBSERVACIONES :
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y QUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 246564

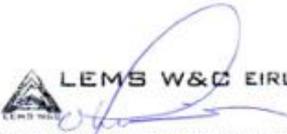
INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (2% de Poliestinero Reciclado)

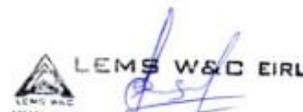


CARACTERISTICAS MARSHALL

| | | |
|-------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 35 | |
| % C.A | 5.70 | |
| P. UNITARIO | 2.325 | |
| VACIOS | 4.4 | 3 - 5 |
| V.M.A. | 16.6 | 14.0 |
| V.LL.C.A. | 74.0 | 70 - 80 |
| POLVO / ASFALTO | 1.01 | 0.6 - 1.3 |
| FLUJO | 16.2 | 8-20 |
| ESTABILIDAD | 19.2 | 4.53 kN. |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 2777.2 | 1700 - 4000 |



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246064

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

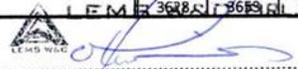
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (2% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filer | Total | Tamices ASTM | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--------------|-------|-------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|--|
| | | | | | | % pasa Material | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 | | | |
| % | 54 | 0.88 | 43.12 | 2 | 100 | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 | | | | | | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | | 6 | | | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | | 50.76 | | | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 40.11 | | | 39.90 | | | 39.69 | | | | 39.48 | | | |
| 4 | % de poliestireno expandido | | | | | | 1.91 | | | 1.90 | | | 1.89 | | | | 1.88 | | | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | | 1.880 | | | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | | 1.018 | | | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | | 2.673 | | | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | | 2.658 | | | |
| 9 | peso especifico de poliestireno (bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | | 0.023 | | | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | | 3.15 | | | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.42 | 6.39 | 6.38 | 6.34 | 6.37 | 6.38 | 6.42075 | 6.35 | 6.38 | 6.3475 | 6.45 | 6.37 | | | |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1205.54 | 1200.32 | 1198.95 | 1195.51 | 1182.05 | 1189.46 | 1196.20 | 1195.51 | 1187.93 | 1196.98 | 1193.07 | 1188.05 | | | |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | | | | | 1206.62 | 1201.54 | 1200.19 | 1197.22 | 1186.95 | 1190.45 | 1198.12 | 1197.05 | 1191.60 | 1198.23 | 1194.51 | 1188.75 | | | |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 688 | 685 | 680 | 680 | 678 | 680 | 684 | 686 | 682 | 685 | 684 | 679 | | | |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 518 | 517 | 520 | 517 | 509 | 510 | 514 | 511 | 510 | 513 | 511 | 510 | | | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.326 | 2.322 | 2.305 | 2.313 | 2.323 | 2.330 | 2.327 | 2.339 | 2.331 | 2.332 | 2.337 | 2.331 | | | |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.474 | | | 2.456 | | | 2.443 | | | | 2.419 | | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 6.0 | 6.2 | 6.9 | 5.8 | 5.4 | 5.1 | 4.7 | 4.2 | 4.6 | 3.6 | 3.4 | 3.7 | | | |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.629 | | | 2.629 | | | 2.629 | | | | 2.629 | | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.653 | | | 2.653 | | | 2.659 | | | | 2.652 | | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 0.35 | | | 0.35 | | | 0.43 | | | | 0.33 | | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 4.17 | | | 4.67 | | | 5.09 | | | | 5.69 | | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | | 1.1 | | | |
| 26 | V.M.A. | | | | | 15.5 | 15.7 | 16.3 | 16.4 | 16.1 | 15.8 | 16.4 | 15.9 | 16.2 | 16.6 | 16.5 | 16.7 | | | |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 61.4 | 60.7 | 57.9 | 64.6 | 66.2 | 67.6 | 71.0 | 73.4 | 71.8 | 78.4 | 79.4 | 78.1 | | | |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 15.0 | 14.0 | 14.2 | 15.1 | 15.0 | 14.8 | 15.0 | 14.1 | 13.9 | 14.0 | 13.4 | 12.8 | | | |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 2142.5 | 2013.5 | 2062.0 | 2239.0 | 2118.5 | 2027.5 | 2288.0 | 2249.0 | 2165.5 | 1987.0 | 2075.5 | 2025.0 | | | |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 2143 | 2014 | 2062 | 2239 | 2119 | 2028 | 2288 | 2249 | 2166 | 1987 | 2076 | 2025 | | | |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 3628 | 3669 | 3688 | 3766 | 3587 | 3480 | 3874 | 4051 | 3957 | 3605 | 3934 | 4018 | | | |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246594

**INFORME**

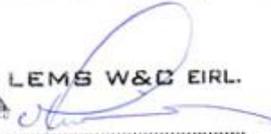
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (2% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2057.0 | 2051.0 | 2047.0 | 2042.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4039.0 | 4033.0 | 4028.0 | 4016.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1982.0 | 1982.0 | 1981.0 | 1974.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 801.0 | 807.0 | 811.0 | 816.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.474 | 2.456 | 2.443 | 2.419 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



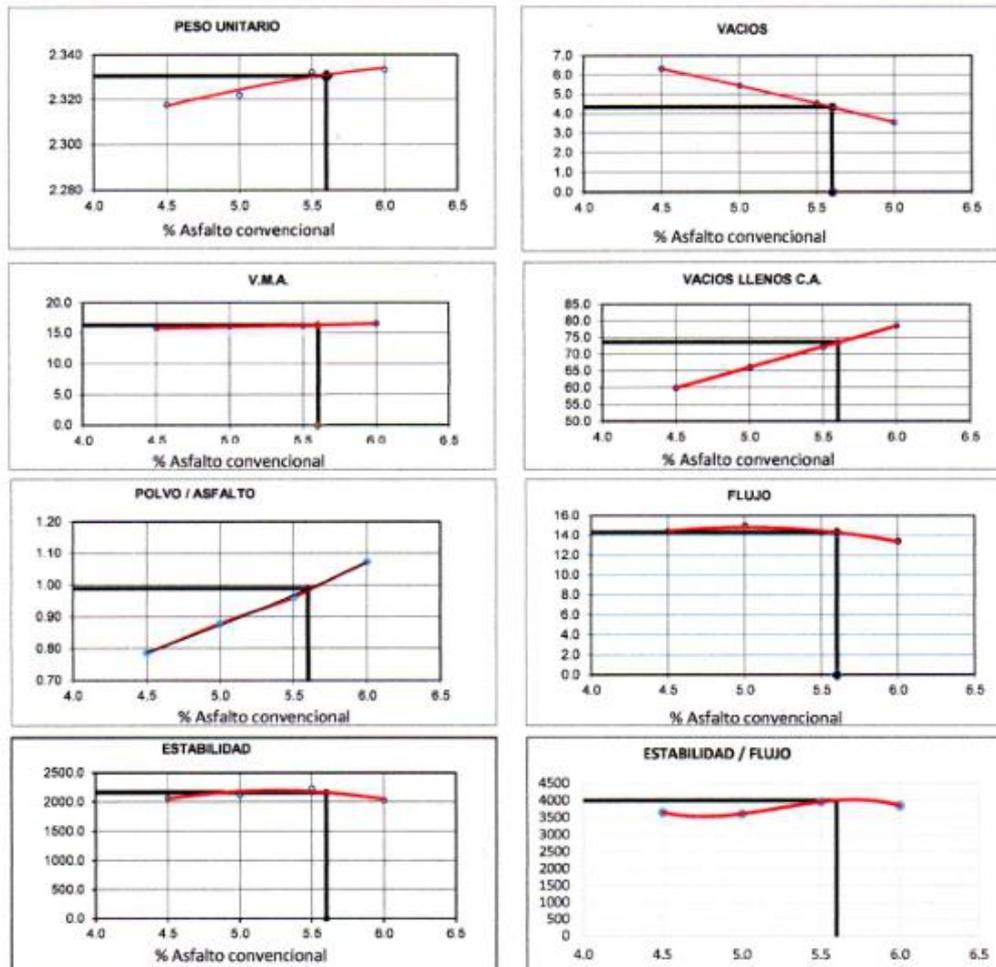
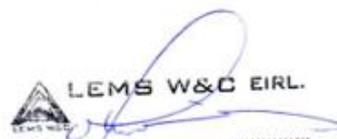
LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEG. ESPECIALISTA DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (2% de Poliestireno Reciclado)

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TTC. Especialista en MATERIALES Y SUELOS

CARACTERISTICAS MARSHALL

| | | |
|---------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 50 | |
| % C.A. | 5.60 | |
| P. UNITARIO | 2.330 | |
| VACIOS | 4.3 | 3 - 5 |
| V.M.A. | 16.3 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 73.5 | 65 - 78 |
| POLVO / ASFALTO | 0.99 | 0.6 - 1.3 |
| FLUJO | 14.3 | 8-16 |
| ESTABILIDAD | 21.2 | 5.44 kN. |
| ESTABILIDAD / FLUJO | 3996.8 | 1700 - 4000 |



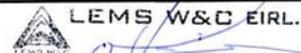
LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246364

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (2% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 |
|-------------|---|--------------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|--------|
| | | | | | | % | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | | |
| % | 54 | 0.88 | 43.12 | 2 | 100 | | | | | | | | | | | | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | 6 | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | 50.76 | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 40.11 | | | 39.90 | | | 39.69 | | | 39.48 | |
| 4 | % de Poliestireno | | | | | | 1.91 | | | 1.90 | | | 1.89 | | | 1.88 | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | 1.880 | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | |
| 9 | peso especifico de poliestireno expandido (bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | 6.40 | 6.39 | 6.41 | 6.40 | 6.39 | 6.42 | 6.44 | 6.39 | 6.39 | 6.39 | 6.39 | 6.39 | 6.39 | 6.39 | 6.39 | 6.41 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | 1196.98 | 1195.47 | 1197.48 | 1196.44 | 1192.61 | 1198.08 | 1199.24 | 1195.46 | 1195.22 | 1194.01 | 1195.33 | 1197.55 | | | | |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | 1198.69 | 1196.87 | 1199.42 | 1198.07 | 1194.78 | 1200.01 | 1200.94 | 1196.40 | 1197.70 | 1195.27 | 1196.52 | 1199.20 | | | | |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | 687 | 686 | 690 | 684 | 684 | 687 | 688 | 685 | 684 | 688 | 683 | 685 | | | | |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | 512 | 511 | 509 | 514 | 511 | 513 | 513 | 511 | 514 | 507 | 514 | 514 | | | | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | 2.339 | 2.340 | 2.351 | 2.327 | 2.335 | 2.335 | 2.339 | 2.338 | 2.327 | 2.354 | 2.328 | 2.329 | | | | |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | 2.474 | | | 2.456 | | | 2.443 | | | 2.419 | | | | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | 5.5 | 5.4 | 5.0 | 5.2 | 4.9 | 4.9 | 4.2 | 4.3 | 4.7 | 2.7 | 3.8 | 3.7 | | | | |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | 2.629 | | | 2.629 | | | 2.629 | | | 2.629 | | | | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | 2.653 | | | 2.653 | | | 2.659 | | | 2.652 | | | | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | 0.35 | | | 0.35 | | | 0.43 | | | 0.33 | | | | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | 4.17 | | | 4.67 | | | 5.09 | | | 5.69 | | | | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | 0.8 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | 1.1 | | | | | |
| 26 | V.M.A. | 15.0 | 15.0 | 14.6 | 15.9 | 15.6 | 15.6 | 15.9 | 16.0 | 16.4 | 15.8 | 16.8 | 16.7 | | | | |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | 63.7 | 63.8 | 65.8 | 67.1 | 68.5 | 68.6 | 73.4 | 73.2 | 71.0 | 83.1 | 77.5 | 77.7 | | | | |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | 11.5 | 12.2 | 11.9 | 11.9 | 12.1 | 11.7 | 12.0 | 12.2 | 12.5 | 13.0 | 11.8 | 12.6 | | | | |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 2204.50 | 2127.00 | 2134.50 | 2157.00 | 2112.00 | 2184.50 | 2457.50 | 2352.50 | 2252.00 | 2112.50 | 2291.00 | 2236.50 | | | | |
| 30 | Factor de estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | | |
| 31 | Estabilidad Corregida | 2205 | 2127 | 2135 | 2157 | 2112 | 2185 | 2458 | 2112 | 2252 | 2113 | 2353 | 2237 | | | | |
| 32 | Estabilidad / Flujo | 4869 | 4428 | 4556 | 4604 | 4433 | 4742 | 5202 | 4397 | 4576 | 4128 | 5064 | 4509 | | | | |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
T.C. (ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS)


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246694



Señor de Sipán



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (2% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2057.0 | 2051.0 | 2047.0 | 2042.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4039.0 | 4033.0 | 4028.0 | 4016.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1982.0 | 1982.0 | 1981.0 | 1974.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 801.0 | 807.0 | 811.0 | 816.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.474 | 2.456 | 2.443 | 2.419 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.

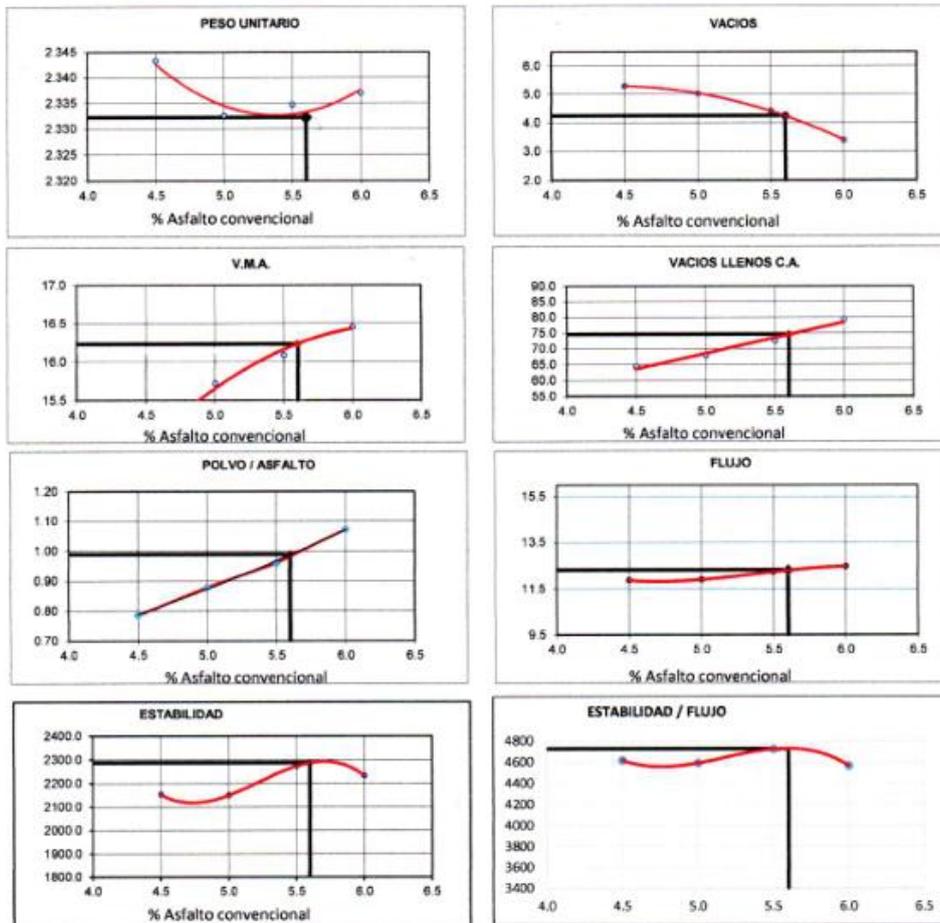
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 2241846

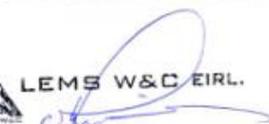
INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 07 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (2% de Poliestireno Reciclado)

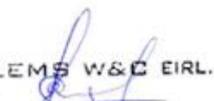


CARACTERÍSTICAS MARSHALL

| | | |
|---------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 75 | |
| % C.A. | 6.80 | |
| P. UNITARIO | 2.332 | |
| VACIOS | 4.2 | 3 - 5 |
| V.M.A. | 16.2 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 74.6 | 65 - 75 |
| POLVO / ASFALTO | 0.99 | 0.8 - 1.3 |
| FLUJO | 12.3 | 8 - 14 |
| ESTABILIDAD | 22.4 | 8.15 kN. |
| ESTABILIDAD / FLUJO | 4726.5 | 1700 - 4000 |



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
ING. EN CIENCIAS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246994

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (4% de Poliestinero Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | | | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 | | |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|--------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | % pasa | Material | 1" | 3/4" | 1/2" | | | | | | 3/8" | 100 |
| % | 54 | 1.76 | 42.24 | 2 | 100 | | | | | | 100 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | |
| BRIQUETA N° | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | | 6 |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | | 50.76 |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 38.20 | | | 38.00 | | | 37.80 | | | | 37.60 |
| 4 | % de poliestireno | | | | | | 3.82 | | | 3.80 | | | 3.78 | | | | 3.76 |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | | 1.880 |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | | 1.018 |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | | 2.673 |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | | 2.658 |
| 9 | peso especifico de Poliestireno expandido(bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | | 0.023 |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | | 3.15 |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.43 | 6.38 | 6.44 | 6.37 | 6.42 | 6.39 | 6.39 | 6.42 | 6.43 | 6.40 | 6.39 | 6.39 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1200.77 | 1198.04 | 1201.05 | 1190.53 | 1199.50 | 1195.14 | 1193.83 | 1199.70 | 1201.44 | 1198.20 | 1197.35 | 1190.16 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60'(gr) | | | | | 1201.92 | 1199.86 | 1202.84 | 1191.94 | 1201.40 | 1196.74 | 1195.14 | 1201.36 | 1202.89 | 1199.24 | 1198.31 | 1191.95 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 682 | 676 | 678 | 678 | 680 | 674 | 675 | 682 | 683 | 683 | 680 | 678 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 520 | 524 | 525 | 514 | 521 | 523 | 520 | 519 | 520 | 516 | 518 | 514 |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.310 | 2.287 | 2.288 | 2.316 | 2.301 | 2.286 | 2.295 | 2.310 | 2.311 | 2.321 | 2.310 | 2.316 |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.482 | | | 2.429 | | | 2.397 | | | | 2.383 |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 7.0 | 7.9 | 7.8 | 4.6 | 5.3 | 5.9 | 4.3 | 3.6 | 3.6 | 2.6 | 3.0 | 2.8 |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.586 | | | 2.586 | | | 2.586 | | | | 2.586 |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.663 | | | 2.620 | | | 2.603 | | | | 2.606 |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 1.14 | | | 0.51 | | | 0.25 | | | | 0.30 |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 3.42 | | | 4.52 | | | 5.26 | | | | 5.72 |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.6 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | | 1.1 |
| 26 | V.M.A. | | | | | 14.7 | 15.5 | 15.5 | 14.9 | 15.5 | 16.0 | 16.1 | 15.6 | 15.5 | 15.6 | 16.0 | 15.8 |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 52.7 | 49.4 | 49.6 | 69.0 | 66.0 | 63.4 | 73.6 | 76.6 | 76.8 | 83.4 | 81.0 | 82.2 |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 14.0 | 14.1 | 13.5 | 13.7 | 15.2 | 14.8 | 15.0 | 15.8 | 16.0 | 15.2 | 16.0 | 13.9 |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 2698.00 | 2504.00 | 2717.50 | 2679.00 | 2627.00 | 2695.00 | 2312.50 | 2285.00 | 2367.50 | 2021.00 | 2103.00 | 1935.00 |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 0.96 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 2698 | 2404 | 2609 | 2679 | 2627 | 2587 | 2313 | 2285 | 2273 | 2021 | 2103 | 1935 |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 4895 | 4330 | 4908 | 4967 | 4390 | 4440 | 3916 | 3673 | 3608 | 3377 | 3339 | 3536 |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246694



Señor de Sipán



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswycerl@gmail.com

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (4% de Poliestirero Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2070.0 | 2046.0 | 2030.0 | 2022.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4026.0 | 4018.0 | 4015.0 | 4014.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1956.0 | 1972.0 | 1985.0 | 1992.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 788.0 | 812.0 | 828.0 | 836.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.482 | 2.429 | 2.397 | 2.383 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


 WILSON ARTURO OLAYA AGUIRRE
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y METALURGIA


 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 245594



Señor de Sipán



LEMS W&C EIRL

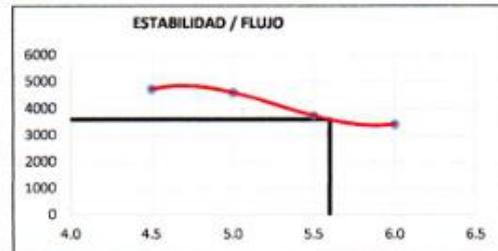
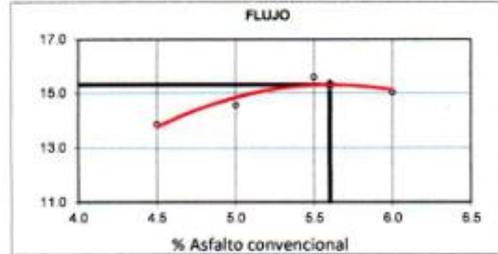
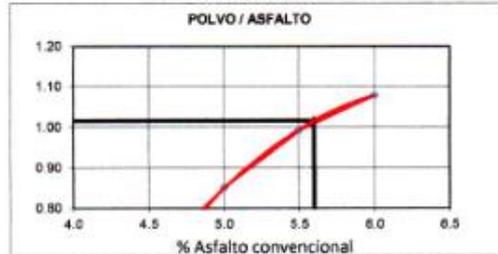
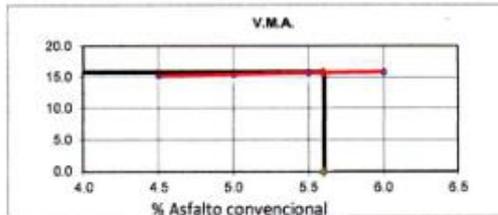
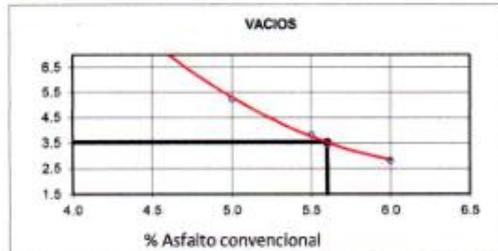
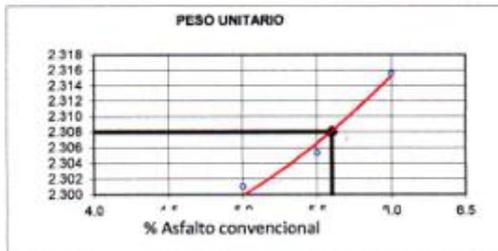
RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO LIVIANO T=35 GOLPES; INC. (4% de Poliestirero Reciclado)



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

| | |
|-------------------|--------|
| GOLPES | 35 |
| % C. A. | 5.60 |
| P. UNITARIO | 2.308 |
| VACIOS | 3.6 |
| V.M.A. | 15.7 |
| V. LLCA | 75.9 |
| POLVO / ASFALTO | 1.02 |
| FLUJO | 15.3 |
| ESTABILIDAD | 22.6 |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 3588.0 |

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA ACUILAR
 TEO. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUBSUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 246694

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (4% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No 4 | No 10 | No 40 | No 80 | No 200 |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | % pasa Material | | | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 |
| BRIQUETA N° | 54 | 1.76 | 42.24 | 2 | 100 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | 6 | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 51.57 | | | 51.30 | | | 51.03 | | | 50.76 | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | 38.20 | | | 38.00 | | | 37.80 | | | 37.60 | |
| 4 | % de poliestireno expandido | | | | | | 3.82 | | | 3.80 | | | 3.78 | | | 3.76 | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | 1.910 | | | 1.900 | | | 1.890 | | | 1.880 | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | | | 1.018 | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | | | 2.673 | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | | | 2.658 | |
| 9 | peso especifico de poliestireno (bulk) | | | | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | | | 0.023 | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | | | 3.15 | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | 6.37 | 6.38 | 6.44 | 6.4 | 6.41 | 6.39 | 6.38 | 6.39 | 6.45 | 6.42 | 6.37 | 6.41 |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | 1197.92 | 1196.43 | 1200.22 | 1199.81 | 1199.05 | 1198.84 | 1193.11 | 1193.44 | 1203.80 | 1199.38 | 1191.39 | 1198.26 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | | | | | 1199.52 | 1197.37 | 1201.72 | 1202.33 | 1200.95 | 1199.91 | 1194.40 | 1195.14 | 1204.72 | 1199.98 | 1193.14 | 1199.52 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | 681 | 681 | 679 | 684 | 678 | 680 | 671 | 681 | 688 | 682 | 676 | 679 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | 518 | 517 | 523 | 518 | 523 | 520 | 523 | 514 | 517 | 518 | 517 | 521 |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | 2.311 | 2.316 | 2.296 | 2.315 | 2.293 | 2.306 | 2.280 | 2.321 | 2.328 | 2.315 | 2.304 | 2.302 |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | 2.482 | | | 2.429 | | | 2.397 | | | 2.383 | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | 6.9 | 6.7 | 7.5 | 4.7 | 5.6 | 5.1 | 4.9 | 3.2 | 2.9 | 2.8 | 3.3 | 3.4 |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | 2.586 | | | 2.586 | | | 2.586 | | | 2.586 | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | 2.663 | | | 2.620 | | | 2.603 | | | 2.606 | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | 1.14 | | | 0.51 | | | 0.25 | | | 0.30 | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | 3.42 | | | 4.52 | | | 5.26 | | | 5.72 | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | 0.6 | | | 0.9 | | | 1.0 | | | 1.1 | |
| 26 | V.M.A. | | | | | 14.7 | 14.5 | 15.2 | 15.0 | 15.7 | 15.3 | 16.7 | 15.2 | 14.9 | 15.8 | 16.3 | 16.3 |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | 52.9 | 53.7 | 50.7 | 68.7 | 64.7 | 66.9 | 70.6 | 79.1 | 80.5 | 82.2 | 79.6 | 79.2 |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | 13.20 | 12.70 | 14.00 | 13.80 | 15.00 | 14.60 | 14.20 | 13.90 | 12.00 | 14.30 | 14.50 | 15.00 |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | 2914.00 | 2892.00 | 2788.50 | 2344.50 | 2331.00 | 2301.00 | 2072.50 | 2097.50 | 2102.50 | 2021.50 | 2025.00 | 1952.50 |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | 1.00 | 1.00 | 0.96 | 1.00 | 0.96 | 1.00 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | 2914 | 2892 | 2677 | 2345 | 2238 | 2301 | 1990 | 2098 | 2103 | 2022 | 2025 | 1953 |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | 5607 | 5784 | 4857 | 4315 | 3789 | 4003 | 3559 | 3833 | 4450 | 3591 | 3547 | 3306 |

OBSERVACIONES :
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246894



Señor de Sipán



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel - Lambayeque

R.U.C. 20490781334

Email: lemswyceiri@gmail.com

INFORME

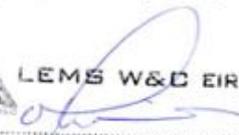
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (4% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2070.0 | 2046.0 | 2030.0 | 2022.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4026.0 | 4018.0 | 4015.0 | 4014.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1956.0 | 1972.0 | 1985.0 | 1992.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 788.0 | 812.0 | 828.0 | 836.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.482 | 2.429 | 2.397 | 2.383 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


 LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. EN INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS


 LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246994



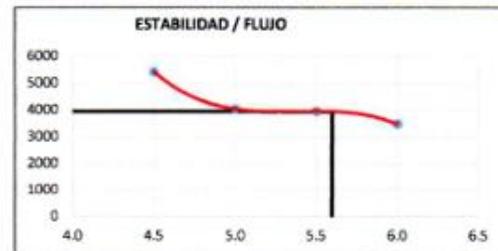
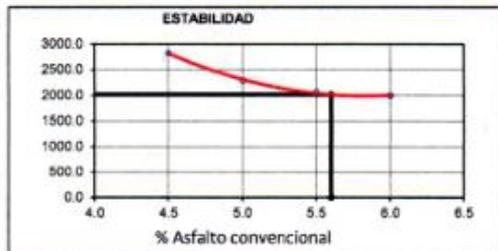
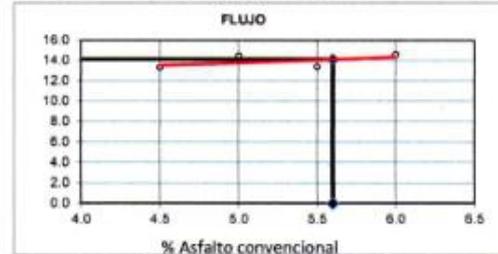
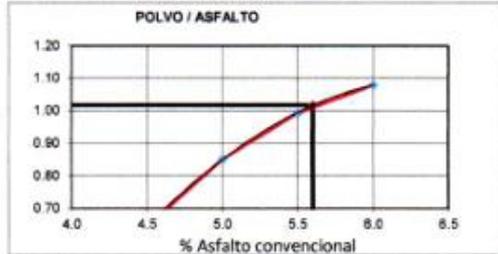
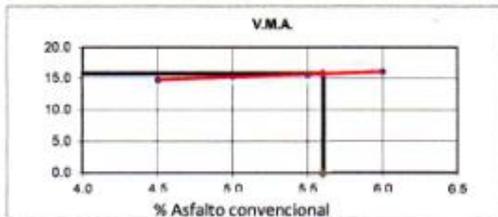
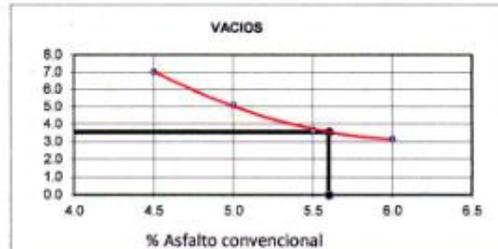
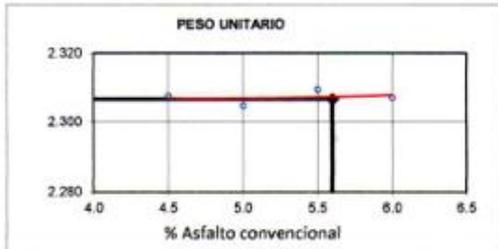
Señor de Sipán



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRANSITO MEDIANO T=50 GOLPES; INC. (4% de Poliestireno Reciclado)



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

| | |
|--------------------|--------|
| GOLPES | 50 |
| % C.A. | 5.60 |
| P. UNITARIO | 2.307 |
| VACIOS | 3.6 |
| V.M.A. | 15.8 |
| V. LL.C.A. | 75.6 |
| POLVO / ASFALTO | 1.02 |
| FLUJO | 14.1 |
| ESTABILIDAD | 19.8 |
| ESTABILIDAD/ FLUJO | 3934.4 |

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TITULO PROFESOR DE MATERIALES Y SUELOS

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246994

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"

Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
Apertura : 16 de Mayo del 2022
Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (4% de Poliestireno Reciclado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

| AGREGADOS | Piedra | Poliestireno | Arena | Filler | Total | Tamices ASTM | | | 1" | | | No 4 | | | No 10 | | | No 20 | | | No 40 | | | No 80 | | | No 200 | | | | | |
|-------------|---|--------------|-------|--------|-------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | % pasa Material | | | 100 | 100 | 86.5 | 75.1 | 51.8 | 43.4 | 23 | 15.1 | 5.6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| BRIQUETA N° | 54 | 1.76 | 42.24 | 2 | 100 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | % C.A. en masa de la Mezcla | | | | | | 4.50 | | | 5 | | | 5.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | % Grava > N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | | | | 51.30 | | | | 51.03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | % Arena < N°4 en masa de la Mezcla | | | | | | | | | 38.20 | | | | 37.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | % de Poliestireno | | | | | | | | | 3.82 | | | | 3.78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | % Cemento portland en masa de la Mezcla | | | | | | | | | 1.910 | | | | 1.890 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc | | | | | | | | | 1.018 | | | | 1.018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc | | | | | | | | | 2.673 | | | | 2.673 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc | | | | | | | | | 2.658 | | | | 2.658 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | peso especifico de poliestireno expandido (bulk) | | | | | | | | | 0.023 | | | | 0.023 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | 3.15 | | | | 3.15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Altura promedio de la briqueta (cm) | | | | | | 6.41 | 6.39 | 6.40 | 6.40 | 6.38 | 6.37 | 6.38 | 6.44 | 6.39 | 6.41 | 6.39 | 6.41 | 6.39 | 6.41 | 6.39 | 6.41 | 6.39 | 6.41 | 6.39 | 6.41 | 6.39 | 6.41 | 6.39 | 6.41 | 6.39 | |
| 14 | Masa de la briqueta al aire (gr) | | | | | | 1198.46 | 1193.64 | 1198.66 | 1197.84 | 1190.96 | 1192.53 | 1190.53 | 1200.89 | 1193.44 | 1200.20 | 1196.29 | 1195.99 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 |
| 15 | Masa de la briqueta al agua por 60' (gr) | | | | | | 1199.94 | 1195.85 | 1200.01 | 1199.93 | 1192.31 | 1193.70 | 1191.23 | 1202.26 | 1194.03 | 1200.99 | 1196.90 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 | 1196.76 |
| 16 | Masa de la briqueta desplazada (gr) | | | | | | 681 | 677 | 679 | 680 | 675 | 676 | 676 | 681 | 679 | 680 | 679 | 680 | 679 | 680 | 679 | 680 | 679 | 680 | 679 | 680 | 679 | 680 | 679 | 680 | 679 | 680 |
| 17 | Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) | | | | | | 519 | 519 | 521 | 520 | 517 | 518 | 515 | 521 | 515 | 521 | 518 | 517 | 521 | 518 | 517 | 521 | 518 | 517 | 521 | 518 | 517 | 521 | 518 | 517 | 521 | |
| 18 | Peso especifico Bulk de la Briqueta | | | | | | 2.309 | 2.301 | 2.301 | 2.304 | 2.302 | 2.304 | 2.311 | 2.304 | 2.317 | 2.304 | 2.310 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 | 2.314 |
| 19 | Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041) | | | | | | | 2.482 | | | 2.429 | | | 2.397 | | 2.383 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | % de Vacios (ASTM D 3203) | | | | | | 7.0 | 7.3 | 7.3 | 5.1 | 5.2 | 5.1 | 3.6 | 3.9 | 3.3 | 3.3 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | |
| 21 | Peso Especifico Bulk Agregado Total | | | | | | | 2.586 | | | 2.586 | | | 2.586 | | 2.586 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Peso Especifico Efectivo Agregado total | | | | | | | 2.663 | | | 2.620 | | | 2.603 | | 2.606 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Asfalto Absorbido por el Agregado | | | | | | | 1.14 | | | 0.51 | | | 0.25 | | 0.30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | % de Asfalto Efectivo | | | | | | | 3.42 | | | 4.52 | | | 5.26 | | 5.72 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | Relación Polvo/Asfalto | | | | | | | 0.6 | | | 0.9 | | | 1.0 | | 1.1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | V.M.A. | | | | | | 14.7 | 15.0 | 15.0 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.6 | 15.8 | 15.3 | 16.3 | 16.0 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | |
| 27 | % Vacios llenos con C.A. | | | | | | 52.7 | 51.3 | 51.3 | 66.6 | 66.3 | 66.5 | 76.8 | 75.3 | 78.2 | 79.6 | 80.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | 81.9 | |
| 28 | Flujo 0,01"(0,25 mm) | | | | | | 10.9 | 11.7 | 12.3 | 10.9 | 12.2 | 11.2 | 11.8 | 12.4 | 12.2 | 12.0 | 13.0 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| 29 | Estabilidad sin corregir (Kg) | | | | | | 3167.5 | 3123.5 | 3045.5 | 3024.0 | 3133.0 | 3096.5 | 2976.0 | 2847.0 | 2946.0 | 2476.0 | 2549.0 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | 2553.5 | |
| 30 | Factor de estabilidad | | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| 31 | Estabilidad Corregida | | | | | | 3168 | 3124 | 3046 | 3024 | 3133 | 3097 | 2976 | 2847 | 2946 | 2476 | 2549 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 | 2554 |
| 32 | Estabilidad / Flujo | | | | | | 7381 | 6781 | 6289 | 7047 | 6523 | 7022 | 6406 | 6418 | 6133 | 5241 | 5563 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 | 5189 |

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246504



Señor de Sipán



RNP - Servicios S0606589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswycelri@gmail.com

INFORME

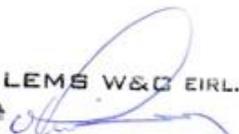
Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : 16 de Mayo del 2022
 Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (4% de Poliestireno Reciclado)

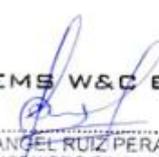
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

| MUESTRA N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.- PESO DEL FRASCO | 544.0 | 544.0 | 544.0 | 544.0 |
| 2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 | 2858.0 |
| 3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) | 2070.0 | 2046.0 | 2030.0 | 2022.0 |
| 4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA | 4026.0 | 4018.0 | 4015.0 | 4014.0 |
| 5.- PESO NETO DE LA MUESTRA | 1956.0 | 1972.0 | 1985.0 | 1992.0 |
| 6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) | 786.0 | 812.0 | 828.0 | 836.0 |
| PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) | 2.482 | 2.429 | 2.397 | 2.383 |
| CONTENIDO % C.A. | 4.50 | 5.00 | 5.50 | 6.00 |

OBSERVACIONES :

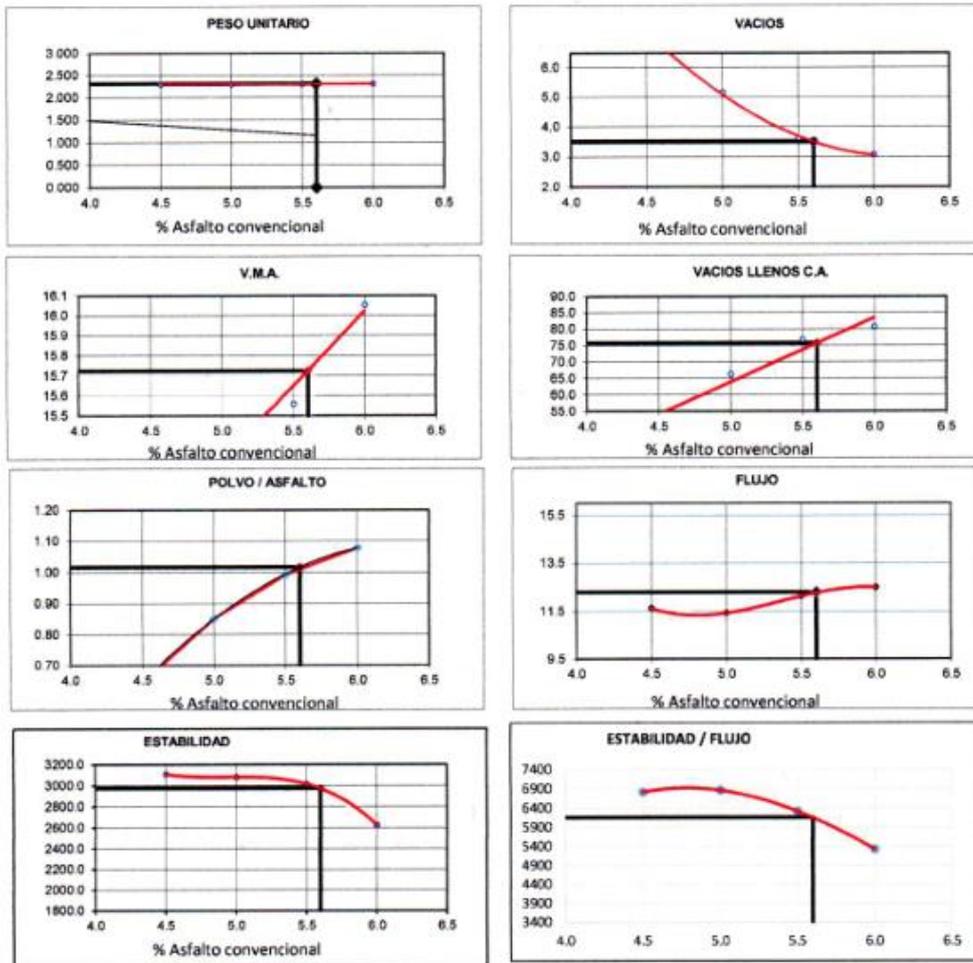
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


 LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TFC. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUELOS


 LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246504

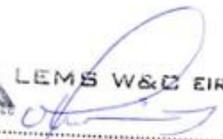
INFORME

Solicitante : SALAZAR HORNA, LENY ARASELY
 Proyecto : TESIS "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque
 Apertura : del 2022
 Inicio de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Fin de ensayo : 08 de Junio del 2022
 Descripción : MAC-2 TRÁNSITO PESADO T=75 GOLPES; INC. (4% de Poliestireno Reciclado)



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

| | | |
|---------------------|--------|-------------|
| GOLPES | 75 | |
| % C.A. | 5.60 | |
| P. UNITARIO | 2.309 | |
| VACIOS | 3.5 | 3 - 5 |
| V.M.A. | 15.7 | 14.0 |
| V. LL.C.A. | 75.8 | 65 - 75 |
| POLVO / ASFALTO | 1.02 | 0.6 - 1.3 |
| FLUJO | 12.3 | 8 - 14 |
| ESTABILIDAD | 29.2 | 8.15 kN. |
| ESTABILIDAD / FLUJO | 6155.4 | 1700 - 4000 |



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TFC. ENSAYOS DE MATERIALS Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246594



Señor de Sipán

Anexo 10. Certificados de calibración de equipos de laboratorio



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por:
CHUZEZ GALAZAR Sergio Jean Pare
ID:AU 201338462531 web
Fecha: 28/03/2022 16:37:06-0600

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

| | | |
|-----------|---|--|
| Signo | : | La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo |
| Distingue | : | Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfálticas, emulsiones asfálticas, suelos y materiales. |
| Clase | : | 42 de la Clasificación Internacional. |
| Solicitud | : | 0935718-2022 |
| Titular | : | LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. |
| País | : | Perú |
| Vigencia | : | 25 de marzo de 2023 |



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: wtenwa22bp

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

| | |
|-----------------|---|
| 1. Expediente | 1912-2023 |
| 2. Solicitante | LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L. |
| 3. Dirección | CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Equipo | PRENSA MULTIUSOS |
| Capacidad | 5000 kgf |
| Marca | FORNEY |
| Modelo | 7691F |
| Número de Serie | 2491 |
| Procedencia | U.S.A. |
| Identificación | NO INDICA |
| Indicación | DIGITAL |
| Marca | OHAUS |
| Modelo | DEFENDER 300 |
| Número de Serie | NO INDICA |
| Resolución | 0.1 kgf |
| Ubicación | NO INDICA |

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

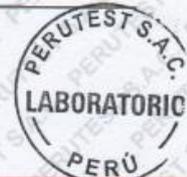
Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALJANDRO FLORES MINAYA

Sello





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 27.8 °C | 27.8 °C |
| Humedad Relativa | 65 % HR | 65 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe de calibración |
|--|--|------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f | INF-LE 093-23 A/C |



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

**PERUTEST S.A.C.**VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 056 - 2023Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | | Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia | | | |
|-----------------------|-------------|--|-------------|-------------|----------------------|
| % | F_i (kgf) | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | $F_{promedio}$ (kgf) |
| 10 | 500 | 500.6 | 499.3 | 499.3 | 499.7 |
| 20 | 1000 | 1002.0 | 1000.2 | 1000.6 | 1000.8 |
| 30 | 1500 | 1501.6 | 1499.9 | 1500.7 | 1500.6 |
| 40 | 2000 | 2003.1 | 2001.9 | 2004.8 | 2003.3 |
| 50 | 2500 | 2501.4 | 2499.5 | 2500.4 | 2500.5 |
| 60 | 3000 | 3001.9 | 2999.4 | 3000.4 | 3000.4 |
| 70 | 3500 | 3502.1 | 3499.7 | 3501.7 | 3500.8 |
| 80 | 4000 | 4002.3 | 4000.0 | 4001.0 | 4000.8 |
| 90 | 4500 | 4502.8 | 4500.2 | 4501.2 | 4501.1 |
| 100 | 5000 | 5003.7 | 5000.4 | 5001.4 | 5001.3 |
| Retorno a Cero | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

| Indicación del Equipo F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | | Incertidumbre U (k=2) (%) |
|------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | Exactitud q (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Resol. Relativa a (%) | |
| 500 | 0.07 | 0.26 | -0.02 | 0.02 | 0.36 |
| 1000 | -0.08 | 0.18 | -0.03 | 0.01 | 0.35 |
| 1500 | -0.04 | 0.11 | -0.03 | 0.01 | 0.34 |
| 2000 | -0.17 | 0.14 | -0.07 | 0.01 | 0.35 |
| 2500 | -0.02 | 0.08 | -0.04 | 0.00 | 0.34 |
| 3000 | -0.01 | 0.08 | -0.01 | 0.00 | 0.34 |
| 3500 | -0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.34 |
| 4000 | -0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.34 |
| 4500 | -0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.34 |
| 5000 | -0.03 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.34 |

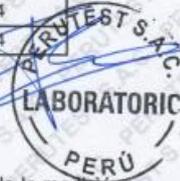
MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0.00 %

12. Incertidumbre

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

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





CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 1 de 5

- 1. Expediente 0117-2022
- 2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
- 3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
- 4. Equipo HORNO
- Alcance Máximo 300 °C
- Marca QL
- Modelo NO INDICA
- Número de Serie NO INDICA
- Procedencia NO INDICA
- Identificación LT-012
- Ubicación NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

| Descripción | Controlador / Selector | Instrumento de medición |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Alcance | 30 °C a 300 °C | 30 °C a 300 °C |
| División de escala / Resolución | 0.1 °C | 0.1 °C |
| Tipo | TERMOSTATO | TERMÓMETRO DIGITAL |

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☑ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☑ comercial@calibratec.com.pe
☑ CALIBRATEC SAC



Señor de Sipán



CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|--------|
| Temperatura | 26.3°C | 26.3°C |
| Humedad Relativa | 64 % | 64 % |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado y/o Informe de calibración |
|--|---|--|
| MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038 | TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE | LTT21-0008 |
| METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001 | THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8 | T-1774-2021 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623
 ☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ comercial@calibratec.com.pe
 🏢 CALIBRATEC SAC



Señor de Sipán

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.1 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

| Tiempo (min) | Termómetro del equipo (°C) | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) | | | | | | | | | | T prom (°C) | Tmax-Tmin (°C) |
|-----------------|----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------------------|
| | | NIVEL SUPERIOR | | | | | NIVEL INFERIOR | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 00 | 110.0 | 110.5 | 110.0 | 110.1 | 108.6 | 109.1 | 108.7 | 112.0 | 112.8 | 110.6 | 112.2 | 110.5 | 4.2 |
| 02 | 110.0 | 110.3 | 111.8 | 110.0 | 108.5 | 109.1 | 108.4 | 112.2 | 112.0 | 111.3 | 112.4 | 110.6 | 4.0 |
| 04 | 110.0 | 109.3 | 111.1 | 109.3 | 108.8 | 109.0 | 108.1 | 112.6 | 112.4 | 111.7 | 112.5 | 110.5 | 4.5 |
| 06 | 110.0 | 109.0 | 111.3 | 109.1 | 108.8 | 109.4 | 107.4 | 112.1 | 112.5 | 111.3 | 112.5 | 110.3 | 5.1 |
| 08 | 110.0 | 109.3 | 110.8 | 108.3 | 108.4 | 109.1 | 107.7 | 112.7 | 112.3 | 111.6 | 112.8 | 110.3 | 5.1 |
| 10 | 110.0 | 109.0 | 110.5 | 108.8 | 108.2 | 109.4 | 107.3 | 112.3 | 112.5 | 111.3 | 112.0 | 110.1 | 5.2 |
| 12 | 110.0 | 108.5 | 110.7 | 109.1 | 108.5 | 109.1 | 107.5 | 112.4 | 112.5 | 111.4 | 112.4 | 110.2 | 5.0 |
| 14 | 110.0 | 109.2 | 110.4 | 109.3 | 108.4 | 109.2 | 107.3 | 112.7 | 112.0 | 111.6 | 112.4 | 110.2 | 5.4 |
| 16 | 110.0 | 109.2 | 110.3 | 109.4 | 108.3 | 109.3 | 107.1 | 112.3 | 112.4 | 111.5 | 112.2 | 110.2 | 5.3 |
| 18 | 110.0 | 109.1 | 110.1 | 109.6 | 108.7 | 109.1 | 107.4 | 112.1 | 112.3 | 110.8 | 112.3 | 110.1 | 4.9 |
| 20 | 110.0 | 109.3 | 110.4 | 109.3 | 108.7 | 109.1 | 107.3 | 112.4 | 112.2 | 110.6 | 111.8 | 110.1 | 5.1 |
| 22 | 110.0 | 109.2 | 110.4 | 109.2 | 108.4 | 109.0 | 107.5 | 112.2 | 112.8 | 111.2 | 111.7 | 110.2 | 5.3 |
| 24 | 110.0 | 109.0 | 110.7 | 109.5 | 108.2 | 109.4 | 107.1 | 112.7 | 112.4 | 110.9 | 112.4 | 110.2 | 5.6 |
| 26 | 110.0 | 109.1 | 110.8 | 109.5 | 108.5 | 109.5 | 107.2 | 112.3 | 112.0 | 110.7 | 112.3 | 110.2 | 5.1 |
| 28 | 110.0 | 109.3 | 110.4 | 109.4 | 108.2 | 109.6 | 107.4 | 112.1 | 112.0 | 110.4 | 112.4 | 110.1 | 5.0 |
| 30 | 110.0 | 109.1 | 110.5 | 109.4 | 108.5 | 109.1 | 107.5 | 112.4 | 112.3 | 110.7 | 112.2 | 110.2 | 4.9 |
| 32 | 110.0 | 109.1 | 110.3 | 109.3 | 108.8 | 109.4 | 107.1 | 112.8 | 112.3 | 110.7 | 112.4 | 110.2 | 5.7 |
| 34 | 110.0 | 108.9 | 110.4 | 109.2 | 108.5 | 109.1 | 107.4 | 112.2 | 112.4 | 110.8 | 112.7 | 110.2 | 5.3 |
| 36 | 110.0 | 109.4 | 110.1 | 109.5 | 108.3 | 109.4 | 107.7 | 112.3 | 112.4 | 110.4 | 112.5 | 110.2 | 4.8 |
| 38 | 110.0 | 109.2 | 110.4 | 109.6 | 108.6 | 109.3 | 107.7 | 112.4 | 112.3 | 110.6 | 112.4 | 110.2 | 4.7 |
| 40 | 110.0 | 109.1 | 110.4 | 109.2 | 108.4 | 109.4 | 107.4 | 112.1 | 112.0 | 110.8 | 112.4 | 110.1 | 5.0 |
| 42 | 110.0 | 109.4 | 110.5 | 109.3 | 108.8 | 109.1 | 107.2 | 112.0 | 112.4 | 110.4 | 112.8 | 110.2 | 5.6 |
| 44 | 110.0 | 109.1 | 110.5 | 109.5 | 108.3 | 109.4 | 107.4 | 112.8 | 112.1 | 110.5 | 112.4 | 110.2 | 5.4 |
| 46 | 110.0 | 109.1 | 110.7 | 109.7 | 108.4 | 109.2 | 107.5 | 112.4 | 112.3 | 110.3 | 112.3 | 110.2 | 4.9 |
| 48 | 110.0 | 109.2 | 110.2 | 109.4 | 108.2 | 109.1 | 107.1 | 112.4 | 112.2 | 110.1 | 112.2 | 110.0 | 5.3 |
| 50 | 110.0 | 108.9 | 110.5 | 109.4 | 108.4 | 109.1 | 107.3 | 112.6 | 112.3 | 110.5 | 112.7 | 110.2 | 5.4 |
| 52 | 110.0 | 109.1 | 110.5 | 109.2 | 108.2 | 109.5 | 107.3 | 112.2 | 112.8 | 110.7 | 112.1 | 110.2 | 5.5 |
| 54 | 110.0 | 109.0 | 110.3 | 109.7 | 108.1 | 109.1 | 107.5 | 112.3 | 112.7 | 110.1 | 111.9 | 110.1 | 5.2 |
| 56 | 110.0 | 109.3 | 110.5 | 109.4 | 108.1 | 109.5 | 107.5 | 112.6 | 112.6 | 110.4 | 112.2 | 110.2 | 5.1 |
| 58 | 110.0 | 109.1 | 110.3 | 109.2 | 108.0 | 109.3 | 107.6 | 112.3 | 112.1 | 110.5 | 112.4 | 110.1 | 4.8 |
| 60 | 110.0 | 109.0 | 110.3 | 109.6 | 108.4 | 109.2 | 107.4 | 112.7 | 112.5 | 110.7 | 112.4 | 110.2 | 5.3 |
| T.PROM | 110.0 | 109.2 | 110.5 | 109.4 | 108.4 | 109.2 | 107.5 | 112.4 | 112.3 | 110.8 | 112.3 | 110.2 | |
| T.MAX | 110.0 | 110.5 | 111.8 | 110.1 | 108.8 | 109.6 | 108.7 | 112.8 | 112.8 | 111.7 | 112.8 | | |
| T.MIN | 110.0 | 108.5 | 110.0 | 108.3 | 108.0 | 109.0 | 107.1 | 112.0 | 112.0 | 110.1 | 111.7 | | |
| DTT | 0.0 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | 0.8 | 0.6 | 1.6 | 0.8 | 0.8 | 1.6 | 1.1 | | |



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 4 de 5

| PARÁMETRO | VALOR (°C) | INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C) |
|---|------------|------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida | 112.8 | 18.1 |
| Mínima Temperatura Medida | 107.1 | 0.1 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 2.0 | 0.1 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 4.9 | 19.9 |
| Estabilidad Medida (±) | 1.0 | 0.04 |
| Uniformidad Medida | 5.7 | 20.0 |

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MAX : Temperatura máxima.
- T.MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

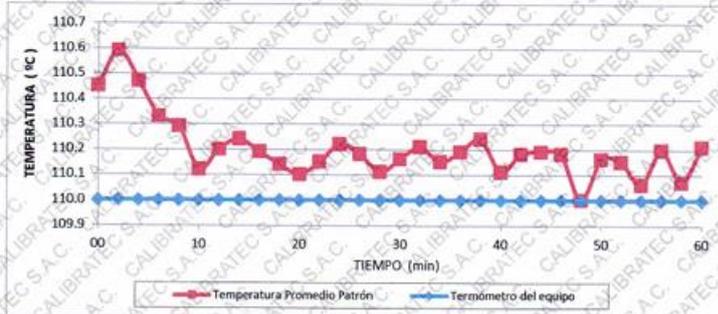


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

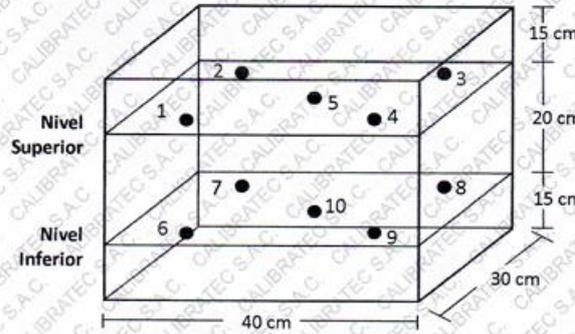
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.



12. Incertidumbre

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

Fin del documento



Señor de Sipán

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Area de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 1 de 4

| | | |
|---------------------------------|--|---|
| 1. Expediente | 0117-2022 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| 2. Solicitante | LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L. | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| 3. Dirección | CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS CHICLAYO LAMBAYEQUE | CALIBRATEC 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. |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRÓNICA | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. |
| Capacidad Máxima | 30000 g | El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez. |
| División de escala (d) | 1 g | |
| Div. de verificación (e) | 1 g | |
| Clase de exactitud | III | |
| Marca | OHAUS | |
| Modelo | R31P30 | |
| Número de Serie | 8336460679 | |
| Capacidad mínima | 20 g | |
| Procedencia | U.S.A. | |
| Identificación | NO INDICA | |
| 5. Fecha de Calibración | 2022-01-21 | |

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623
 ☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ comercial@calibratec.com.pe
 🏢 CALIBRATEC SAC



Señor de Sipán

CALIBRATEC S.A.C.

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

LABORATORIO DE METROLOGIA

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26.4 °C | 26.4 °C |
| Humedad Relativa | 51% | 51% |

9. Patrones de referencia

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

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|--|----------------------------|
| METROIL | JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1) | M-0687-2021 |
| METROIL | JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1) | M-0688-2021 |
| METROIL | JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1) | M-0726-2021 |
| METROIL | JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1) | M-0689-2021 |
| METROIL | TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO | T-1774-2021 |

10. Observaciones

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



☎ 977 997 385 - 913 028 621
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623
 ☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ comercial@calibratec.com.pe
 🏢 CALIBRATEC SAC



Señor de Sipán

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

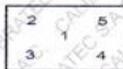
| | | | | | |
|------------------|-------|------------------|----------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | PLATAFORMA | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| | | NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | |
|-------------|---------|---------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 26.4 °C | 26.4 °C |

| Medición Nº | Carga L1 = 15,000 g | | | Carga L2 = 30,000 g | | | |
|--------------------------|---------------------|---------|---------|--------------------------|---------|--------|---------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | |
| 1 | 15,000 | 600 | -100 | 30,000 | 200 | 300 | |
| 2 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 | |
| 3 | 15,001 | 700 | 800 | 30,000 | 500 | 0 | |
| 4 | 15,000 | 500 | 0 | 29,999 | 200 | -700 | |
| 5 | 15,000 | 600 | -100 | 30,000 | 500 | 0 | |
| 6 | 15,000 | 500 | 0 | 30,001 | 700 | 800 | |
| 7 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 | |
| 8 | 15,000 | 200 | 300 | 30,000 | 800 | -300 | |
| 9 | 14,999 | 300 | -800 | 29,999 | 300 | -800 | |
| 10 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 | |
| Diferencia Máxima | | | 1,600 | Diferencia Máxima | | | 1,600 |
| Error Máximo Permissible | | | ± 3,000 | Error Máximo Permissible | | | ± 3,000 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

| | | |
|-------------|---------|---------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 26.4 °C | 26.4 °C |



| Posición de la Carga | Determinación del Error en Cero Eo | | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------|---------|---------|--------------------------------------|--------|---------|--------|-------------------------|---------|
| | Carga Mínima* | l (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | |
| 1 | | 10 | 500 | 0 | | 10,001 | 800 | 700 | 700 | |
| 2 | | 10 | 400 | 100 | | 10,000 | 500 | 0 | -100 | |
| 3 | 10 g | 10 | 500 | 0 | 10,000 | 10,000 | 400 | 100 | 100 | |
| 4 | | 10 | 400 | 100 | | 9,999 | 200 | -700 | -800 | |
| 5 | | 10 | 500 | 0 | | 10,000 | 500 | 0 | 0 | |
| * Valor entre 0 y 10e | | | | | | | | | Error máximo permisible | ± 3,000 |

☎ 977 997 385 - 913 028 621
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623
 ☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ comercial@calibratec.com.pe
 🏢 CALIBRATEC SAC



Señor de Sipán

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

| | | |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final |
| | 26.4 °C | 26.4 °C |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | e.m.p ** (± mg) |
|----------------|------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|--------------------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | |
| 10 | 10 | 500 | 0 | | | | | | |
| 20 | 20 | 400 | 100 | 100 | 20 | 500 | 0 | 0 | 1,000 |
| 100 | 100 | 500 | 0 | 0 | 100 | 500 | 0 | 0 | 1,000 |
| 500 | 500 | 400 | 100 | 100 | 500 | 400 | 100 | 100 | 2,000 |
| 1,000 | 1,000 | 500 | 0 | 0 | 1,000 | 500 | 0 | 0 | 2,000 |
| 5,000 | 5,000 | 400 | 100 | 100 | 5,000 | 400 | 100 | 100 | 3,000 |
| 10,000 | 10,000 | 600 | -100 | -100 | 10,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 15,000 | 15,000 | 500 | 0 | 0 | 15,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 20,000 | 20,000 | 600 | -100 | -100 | 20,000 | 600 | -100 | -100 | 3,000 |
| 25,000 | 25,000 | 500 | 0 | 0 | 25,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 30,000 | 30,000 | 600 | -100 | -100 | 30,000 | 600 | -100 | -100 | 3,000 |

** error máximo permisible

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

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 \text{ R}$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



Señor de Sipán



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

| | | |
|--------------------------|---|--|
| 1. Expediente | 1912-2023 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| 2. Solicitante | LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L. | |
| 3. Dirección | CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE | |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRÓNICA | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez. |
| Capacidad Máxima | 200 kg | |
| División de escala (d) | 0.05 kg | |
| Div. de verificación (e) | 0.05 kg | |
| Clase de exactitud | III | |
| Marca | OPALUX | |
| Modelo | N.I | |
| Número de Serie | N.I | |
| Capacidad mínima | 1.0 kg | |
| Procedencia | CHINA | |
| Identificación | LM-0112 | |
| 5. Fecha de Calibración | 2023-03-01 | |

Fecha de Emisión
2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|-------|
| Temperatura | 26.4 | 26.4 |
| Humedad Relativa | 51% | 51% |

9. Patrones de referencia

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

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|--|----------------------------|
| ELICROM | JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1) | CCP-0938-001-22 |
| TOTAL WEIGHT | JUEGO DE PESAS DE 20 KG (Clase de Exactitud: M2) | CM-4187-2022 |
| PESATEC | PESA 10 KG (Clase de Exactitud: M1) | 1158-MPES-C-2022 |
| ELICROM | JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1) | CCP-0908-001-22 |
| METROIL | TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO | 1AT-1704-2022 |

10. Observaciones

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





Señor de Sipán

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**PERUTEST S.A.C.**VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0112 - 2023**Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | |
|-------------|---------|-------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 26.4 | 26.4 |

| Medición N° | Carga L1 = 100.00 kg | | | Carga L2 = 200.00 kg | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------|-------|-------------------------|----------------|-------|-------|
| | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | |
| 1 | 100.00 | 20 | 5 | 200.05 | 30 | 45 | |
| 2 | 100.05 | 10 | 65 | 200.05 | 35 | 40 | |
| 3 | 100.05 | 10 | 65 | 200.05 | 30 | 45 | |
| 4 | 100.00 | 20 | 5 | 200.05 | 20 | 55 | |
| 5 | 100.00 | 25 | 0 | 200.00 | 15 | 10 | |
| 6 | 100.05 | 15 | 60 | 200.00 | 20 | 5 | |
| 7 | 100.05 | 20 | 55 | 200.05 | 30 | 45 | |
| 8 | 100.00 | 15 | 10 | 200.05 | 35 | 40 | |
| 9 | 100.00 | 30 | -5 | 200.05 | 35 | 40 | |
| 10 | 100.00 | 30 | -5 | 200.05 | 35 | 40 | |
| Diferencia Máxima | | | 70 | Diferencia Máxima | | | 50 |
| Error Máximo Permisible | | | 150.0 | Error Máximo Permisible | | | 150.0 |

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 3 | 4 |
| 1 | |

Posición de
las cargas

| | | |
|-------------|---------|-------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 21.1 | 21.2 |

| Posición de la Carga | Determinación del Error en Cero Eo | | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | | | |
|----------------------------|------------------------------------|--------|----------------|--------|--------------------------------------|-------------------------|----------------|-------|--------|-------|
| | Carga Mínima* | l (kg) | ΔL (g) | Eo (g) | Carga L (kg) | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 1 | 0.50 | 0.50 | 20 | 5 | 70.00 | 70.00 | 30 | -5 | -10 | |
| 2 | | 0.50 | 20 | 5 | | 70.00 | 25 | 0 | -5 | |
| 3 | | 0.50 | 25 | 0 | | 70.00 | 30 | -5 | -5 | |
| 4 | | 0.50 | 20 | 5 | | 70.00 | 30 | -5 | -10 | |
| 5 | | 0.50 | 25 | 0 | | 70.00 | 25 | 0 | 0 | |
| | | | | | | Error máximo permisible | | | | 100.0 |

* Valor entre 0 y 10e



**PERUTEST S.A.C.**VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
PT - LM - 0112 - 2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

| | | |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final |
| | 26.7 °C | 26.7 °C |

| Carga L (kg) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | e.m.p ** (± g) |
|-------------------|------------|--------|-------|--------|--------------|--------|-------|--------|---------------------|
| | I (kg) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | I (kg) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 0.50 | 0.50 | 20 | 5 | | | | | | |
| 1.00 | 1.00 | 25 | 0 | -5 | 1.00 | 20 | 5 | 0 | 50 |
| 5.00 | 5.00 | 20 | 5 | 0 | 5.00 | 25 | 0 | -5 | 50 |
| 10.00 | 10.00 | 20 | 5 | 0 | 10.00 | 30 | -5 | -10 | 50 |
| 20.00 | 20.00 | 30 | -5 | -10 | 20.00 | 20 | 5 | 0 | 50 |
| 50.00 | 50.00 | 35 | -10 | -15 | 50.00 | 15 | 10 | 5 | 100 |
| 80.00 | 80.00 | 30 | -5 | -10 | 80.00 | 20 | 5 | 0 | 100 |
| 100.00 | 100.00 | 30 | -5 | -10 | 100.05 | 35 | 40 | 35 | 150 |
| 140.00 | 140.00 | 20 | 5 | 0 | 140.05 | 40 | 35 | 30 | 150 |
| 160.00 | 160.05 | 40 | 35 | 30 | 160.05 | 35 | 40 | 35 | 150 |
| 200.00 | 200.05 | 35 | 40 | 35 | 200.05 | 35 | 40 | 35 | 150 |

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.ΔL: Carga adicional.
E: Error encontradoE₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.001560 \text{ kg}^2 + 0.00000000458 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento





Anexo 11. Validación y confiabilidad por 5 jueces expertos



Colegiatura N° 140194

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|------------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------|
| - Ayala Farfán Jimmy | - Ingeniero de Producción | - Prueba de estabilidad, flujo, vacíos y peso unitario | - Salazar Horna Leny Arasely |

Título de la Investigación:

"Comportamiento de las Propiedades Físico-Mecánicas de una Mezcla Asfáltica en caliente utilizando Poliestireno Expandido Reciclado"

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|-------|----------------------|------------------------|
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/Ítems | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|---------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | MC – EG 2013 | | | | | | | | |
| 1 | Estabilidad | x | | x | | x | | x | |
| 2 | Flujo | x | | x | | x | | x | |
| 3 | Vacíos | x | | x | | | x | x | |
| 4 | Peso Unitario | x | | x | | x | | x | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()
Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ing. Civil


REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
INSTITUTO NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN CIVIL
JIMMY JAVIER AYALA FARFÁN
ING. DE OBRAS DE ART.:
CIP 140194

Colegiatura N° 324410

Ficha de validación según AIKEN

IV. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|--|----------------------------------|--|----------------------------|
| Burga Sánchez Saul | SBS CONSTRUCTORES SAC. | - Prueba de estabilidad, flujo, vacíos y peso unitario | Salazar Horna Leny Arasely |
| Título de la Investigación: "Comportamiento de las Propiedades Físico-Mecánicas de una Mezcla Asfáltica en caliente utilizando Poliestireno Expandido Reciclado" | | | |

V. Aspectos de validación de cada Ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|-------|----------------------|------------------------|
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |

VI. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/Ítems | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|---------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | MC – EG 2013 | | | | | | | | |
| 1 | Estabilidad | x | | x | | x | | x | |
| 2 | Flujo | x | | x | | x | | x | |
| 3 | Vacíos | x | | | x | x | | x | |
| 4 | Peso Unitario | x | | x | | x | | x | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()
 Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ing. Civil


 Saul Burga Sánchez
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324410



Colegiatura N° 302510

Ficha de validación según AIKEN

VII. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|--|----------------------------------|--|------------------------------|
| - Coronel Salazar Frank Carlos | - Ingeniero de Producción | Prueba de estabilidad, flujo, vacíos y peso unitario | - Salazar Horna Leny Arasely |
| Título de la Investigación: "Comportamiento de las Propiedades Físico-Mecánicas de una Mezcla Asfáltica en caliente utilizando Poliestireno Expandido Reciclado" | | | |

VIII. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|-------|----------------------|------------------------|
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |

IX. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/Ítems | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|---------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | MC – EG 2013 | | | | | | | | |
| 1 | Estabilidad | x | | x | | x | | x | |
| 2 | Flujo | x | | x | | | x | x | |
| 3 | Vacíos | x | | x | | x | | x | |
| 4 | Peso Unitario | x | | x | | x | | | x |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()
Apellidos y nombres del juez validador:


FRANK CARLOS CORONEL SALAZAR
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 302510

Especialidad: Ing. Civil

Colegiatura N° 123354

Ficha de validación según AIKEN

X. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|--|----------------------------------|--|----------------------------|
| Guzmán Bravo Leonardo Javier | Ingeniero de Producción | Prueba de estabilidad, flujo, vacíos y peso unitario | Salazar Horna Leny Arasely |
| Título de la Investigación: "Comportamiento de las Propiedades Físico-Mecánicas de una Mezcla Asfáltica en caliente utilizando Poliestireno Expandido Reciclado" | | | |

XI. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|-------|----------------------|------------------------|
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |

XII. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/Ítems | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|---------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | MC – EG 2013 | | | | | | | | |
| 1 | Estabilidad | x | | x | | x | | x | |
| 2 | Flujo | | x | x | | x | | x | |
| 3 | Vacios | x | | x | | x | | x | |
| 4 | Peso Unitario | x | | x | | x | | x | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()
 Apellidos y nombres del juez validador:
 Especialidad: Ing. Civil



LEONARDO JAVIER GUZMAN BRAVO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 123354

Colegiatura N° 175473

Ficha de validación según AIKEN

XIII. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|--|----------------------------------|---|---------------------------------|
| - López Blas Joseph Joao | -Ingeniero de Producción | Prueba de estabilidad, flujo, vacíos y peso unitario | - Salazar Horna Leny Arasely |
| Título de la Investigación: "Comportamiento de las Propiedades Físico-Mecánicas de una Mezcla Asfáltica en caliente utilizando Poliestireno Expandido Reciclado" | | | |

XIV. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|-------|----------------------|------------------------|
| 1 | A | Todo bien |
| 2 | A | Todo bien |
| 3 | A | Todo bien |
| 4 | A | Todo bien |

XV. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/Ítems | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|---------------------|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | MC – EG 2013 | | | | | | | | |
| 1 | Estabilidad | x | | x | | x | | x | |
| 2 | Flujo | x | | x | | x | | | x |
| 3 | Vacios | x | | x | | x | | x | |
| 4 | Peso Unitario | | x | x | | x | | x | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ing. Civil


JOSEPH JOAO LOPEZ BLAS
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 Reg. CIP. 175473



INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN ESTADÍSTICA CON
CRITERIO JUECES EXPERTOS Y CRITERIO
MUESTRA PILOTO



VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA
 “COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA
 MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO
 RECICLADO”

$$V = \frac{S}{n * (C - 1)}$$

S= Suma de valoración asignado por todos los jueces

n= Número de jueces

C= Número de valores de la escala de valoración

| CLARIDAD | | | | |
|--|-------------|-------|--------|---------------|
| COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO | | | | |
| MAC - 2 | | | | |
| | Estabilidad | Flujo | Vacios | Peso Unitario |
| JUEZ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 4 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| JUEZ 5 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| s | 5 | 4 | 5 | 4 |
| n | 5 | 5 | 5 | 5 |
| c | 2 | 2 | 2 | 2 |
| V de Aiken por preg= | 1.0 | 0.8 | 1.0 | 0.8 |
| V de Aiken por preg= | 0.90 | | | |



| CONTEXTO | | | | |
|---|--------------------|--------------|---------------|----------------------|
| COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO | | | | |
| MAC - 2 | | | | |
| | Estabilidad | Flujo | Vacios | Peso Unitario |
| JUEZ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 2 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| JUEZ 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| s | 5 | 5 | 4 | 5 |
| n | 5 | 5 | 5 | 5 |
| c | 2 | 2 | 2 | 2 |
| V de Aiken por preg= | 1.0 | 1.0 | 0.8 | 1.0 |
| V de Aiken por preg= | 0.95 | | | |

| CONGRUENCIA | | | | |
|---|--------------------|--------------|---------------|----------------------|
| COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO | | | | |
| MAC - 2 | | | | |
| | Estabilidad | Flujo | Vacios | Peso Unitario |
| JUEZ 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| JUEZ 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 3 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| JUEZ 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| s | 5 | 4 | 4 | 5 |
| n | 5 | 5 | 5 | 5 |
| c | 2 | 2 | 2 | 2 |
| V de Aiken por preg= | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 1.0 |
| V de Aiken por preg= | 0.90 | | | |



| DOMINIO DEL CONSTRUCTO | | | | |
|--|-------------|-------|--------|---------------|
| COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO | | | | |
| MAC - 2 | | | | |
| | Estabilidad | Flujo | Vacios | Peso Unitario |
| JUEZ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 3 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| JUEZ 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| JUEZ 5 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| s | 5 | 4 | 5 | 4 |
| n | 5 | 5 | 5 | 5 |
| c | 2 | 2 | 2 | 2 |
| V de Aiken por preg= | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 0.8 |
| V de Aiken por preg= | 0.90 | | | |

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

0,9125


Luis Arturo Montenegro Camacho
LIC. ESTADÍSTICA
MG. INVESTIGACIÓN
DR. EDUCACIÓN
COESPE 202



VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE
 "COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UNA
 MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE UTILIZANDO POLIESTIRENO
 EXPANDIDO RECICLADO"

TRÁNSITO LIVIANO

Estadísticas de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| ,993 | 5 |

Estadísticas de total de elemento

| MTC – EG 2013 | Correlación total de elementos corregida | Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido |
|------------------|--|---|
| Tránsito Liviano | ,993 | ,989 |
| TL + 0.3% EPS | ,942 | ,996 |
| TL + 1.0% EPS | ,987 | ,990 |
| TL + 2.0% EPS | ,992 | ,990 |
| TL + 4.0% EPS | ,997 | ,989 |

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig |
|-----------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Inter sujetos | 70501287,574 | 15 | 4700085,838 | | |
| Entre elementos | 149896,801 | 4 | 37474,200 | 6,081 | ,001 |
| Intra sujetos | | | | | |
| Residuo | 2080482,043 | 60 | 34674,701 | | |
| Total | 2230378,844 | 64 | 34849,669 | | |
| Total | 72731666,418 | 79 | 920654,005 | | |

Media global = 547,6656



TRÁNSITO MEDIO

Estadísticas de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| ,997 | 5 |

Estadísticas de total de elemento

| MTC – EG 2013 | Correlación total de elementos corregida | Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido |
|----------------|--|---|
| Tránsito Medio | ,995 | ,996 |
| TM + 0.3% EPS | ,992 | ,996 |
| TM + 1.0% EPS | ,991 | ,997 |
| TM + 2.0% EPS | ,998 | ,996 |
| TM + 4.0% EPS | ,986 | ,998 |

MAC - 2

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig |
|-----------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Inter sujetos | 69572082,155 | 15 | 4638138,810 | | |
| Entre elementos | 25705,833 | 4 | 6426,458 | 5,495 | ,000 |
| Intra sujetos | | | | | |
| Residuo | 778640,028 | 60 | 12977,334 | | |
| Total | 804345,861 | 64 | 12567,904 | | |
| Total | 70376428,016 | 79 | 890840,861 | | |

Media global = 545,0474



TRÁNSITO PESADO

Estadísticas de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| ,993 | 5 |

Estadísticas de total de elemento

| MTC – EG 2013 | Correlación total de elementos corregida | Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido |
|-----------------|--|---|
| Tránsito Pesado | ,998 | ,990 |
| TP + 0.3% EPS | ,998 | ,991 |
| TP + 1.0% EPS | ,998 | ,990 |
| TP + 2.0% EPS | ,999 | ,989 |
| TP + 4.0% EPS | ,997 | ,999 |

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig |
|-----------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Inter sujetos | 76541737,071 | 15 | 5102782,471 | | |
| Entre elementos | 627085,885 | 4 | 156771,471 | 4,420 | ,003 |
| Intra sujetos | | | | | |
| Residuo | 2128041,755 | 60 | 35467,363 | | |
| Total | 2755127,639 | 64 | 43048,869 | | |
| Total | 79296864,710 | 79 | 1003757,781 | | |

Media global = 571,0853



En las tablas se observa que, el instrumento sobre "Comportamiento de las Propiedades Físico - Mecánicas de una Mezcla Asfáltica en Caliente Utilizando Poliestireno Expandido Reciclado" es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo $p < 0.01$) y confiable (el valor de consistencia alfa de Cronbach es mayor a 0.80).


Luis Arturo Montenegro Camacho
LIC. ESTADÍSTICA
MG. INVESTIGACIÓN
DR. EDUCACIÓN
COESPE 292

Anexo 13. Panel fotográfico



Ilustración 1. Visita Planta de Asfalto del Gobierno Regional Lambayeque



Ilustración 2. Recolección de Asfalto del Gobierno Regional Lambayeque



Ilustración 3. Ensayo de peso específico del agregado fino



Ilustración 4. Ensayo de límites de Atterberg- agregado fino



Ilustración 5. Ensayo físico del agregado grueso – Caras fracturadas



Ilustración 6. Ensayo físico del agregado fino – Equivalente de arena



Ilustración 7. Análisis granulométrico del agregado fino



Ilustración 8. Muestra de poliestireno para ensayo granulométrico



Ilustración 9. Ensayo Rice de la MAC – 2



Ilustración 10. Elaboración de briquetas mediante método Marshall



Ilustración 11. Dimensiones de briquetas de MAC – 2 estándar y modificadas con EPS

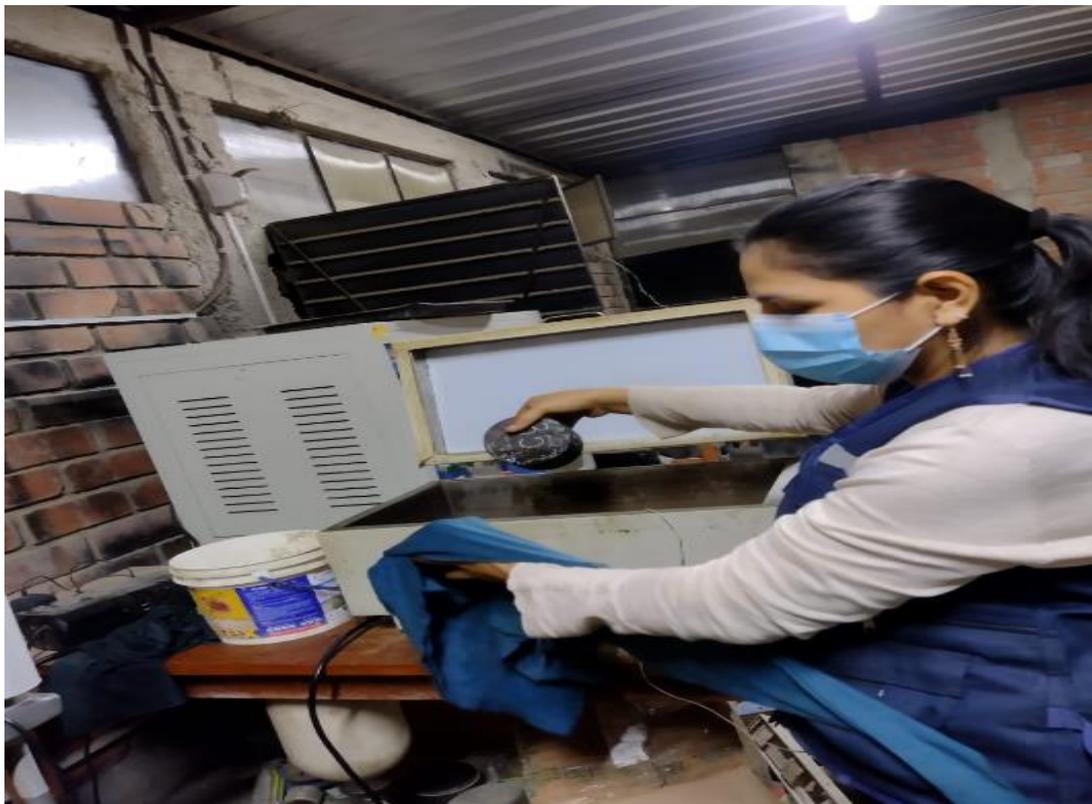


Ilustración 12. Briquetas sometidas a baño maría de 60° durante 60 minutos.



Ilustración 13. Ensayo de briquetas de MAC – 2 Estándar y modificada



Ilustración 14. Ensayo estabilidad y flujo de briquetas de MAC – 2 Estándar y modificada



Ilustración 15. Briquetas después de la rotura