

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas
por proceso de vía seca con poliestireno expandido**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Wilmer Neiser Quesquen Liza

ASESOR

Luis Quiroz Quiñones

<https://orcid.org/0000-0001-9193-0307>

Chiclayo, 2026

**Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas
modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido**

PRESENTADA POR
Wilmer Neiser Quesquen Liza

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

César Augusto Ramírez Guanilo
PRESIDENTE

Manuel Alejandro Borja Suarez
SECRETARIO

Luis Quiroz Quiñones
VOCAL

Dedicatoria

Quiero dedicarles a mis padres, Wilmer Quesquén Morales y María Jesús Liza Ángeles, por sus sacrificios, motivaciones que han hecho por mí, para que esta meta se cumpla tanto en lo personal y profesional.

También a mis hermanos, Josué Quesquén Liza y Alexis Quesquén Liza, que son mi inspiración, motor y motivo para seguir adelante.

Y por ende mis docentes en especial al Ing. Atilio Rubén López Carranza por sus conocimientos, orientaciones positivas y formación académica que han sido primordiales en mis estudios durante estos años.

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecer a Dios por las cosas que han pasado que ha sido estos entusiasmados largos años académicos.

Asimismo, agradecer a mis padres Wilmer Quesquén Morales y María Jesús Liza Ángeles, por sus palabras de aliento, por su apoyo perseverante y tantos sacrificios para la realización de esta tesis, Sin ellos, no sería posible este logro académico en lo personal y profesional.

Y también a la USAT, lo cual me acompañó antes y durante este camino, por sus buenos docentes que son primordiales para esta carrera universitaria.

Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción	13
Revisión de literatura	15
Materiales y métodos.....	37
Resultados y discusión.....	70
Conclusiones	94
Recomendaciones.....	97
Referencias.....	98
Anexos	101

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Temperatura Media Anual del Cemento Asfaltico [6].....	21
Ilustración 2: Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración [6].....	22
Ilustración 3: Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad [6].....	22
Ilustración 4: Requerimiento para el material de agregados finos [6].....	22
Ilustración 5: Requerimiento para el material de agregados gruesos [6].....	23
Ilustración 6: Gradación para MAC [6].....	23
Ilustración 7: Parámetros para mezcla de concreto bituminoso [6]	24
Ilustración 8: Los Vacíos mínimos en el agregado mineral [6]	24
Ilustración 9:Ficha Técnica del Pen 60/70 [18]	24
Ilustración 10: Comparación del asfalto convencional e incorporación de polímeros [16]	26
Ilustración 11: Reacciones que forma el poliestireno expandido [21], [29].....	27
Ilustración 12: Propiedades químicas, estabilidad química del poliestireno expandido [22]...	27
Ilustración 13: Ficha técnica de cemento asfaltico Repsol [19].....	37
Ilustración 14: Ficha técnica del Poliestireno Expandido [23]	38
Ilustración 15: Diagrama de Flujo.....	44
Ilustración 16: Mallas para definir del MAC 2	46
Ilustración 17:Tamizado del agregado grueso y muestra	47
Ilustración 18: Cantidad de esferas para el ensayo de Abrasión	48
Ilustración 19: Granulometría para agregado grueso	48
Ilustración 20: La resistencia al desgaste a la máquina de los Ángeles	49
Ilustración 21:Pesos de cada muestra Máximo Nominal.....	50
Ilustración 22: Absorción del agregado grueso y su muestra final	50
Ilustración 23:Especificaciones para Caras Fracturadas	51
Ilustración 24: Muestras, dimensiones y conteo de caras fracturas	51
Ilustración 25: Selección de muestras y peso de caras fracturas y alargadas	52
Ilustración 26: Muestra y filtración de Sales solubles en agregado grueso	53

Ilustración 27: La desintegración del agregado grueso expuestos al sulfato de magnesio.....	54
Ilustración 28: Tamizado y peso del agregado fino para la mezcla asfáltica	55
Ilustración 29: Requisitos para Equivalente de arena.....	56
Ilustración 30: Solución con tubo irrigado y muestra de Equivalente de arena.....	56
Ilustración 31: Peso específico y muestra final sacado del horno del agregado fino.....	57
Ilustración 32: Muestras finales por la malla #200 del Índice de plasticidad.....	58
Ilustración 33: Contenido de sales solubles	59
Ilustración 34: Ensayo de azul de metileno	60
Ilustración 35: Tamices para agregado fino.....	61
Ilustración 36: La desintegración del agregado fino expuestos al sulfato de magnesio.....	62
Ilustración 37: Peso y desmoldadas de briquetas	63
Ilustración 38: Briquetas desmoldadas	64
Ilustración 39: Briquetas experimentales con perlas de poliestireno expandido	64
Ilustración 40: Briquetas convencionales y modificadas con perlas de poliestireno expandido	65
Ilustración 41: Briquetas para el ensayo de Cántabro de pérdida por desgaste	66
Ilustración 42: Briquetas después del ensayo de Cántabro por desgaste.....	66
Ilustración 43: Peso específico y Rice para el ensayo de Lottman	67
Ilustración 44: Briquetas a 60°C y a -18°C.....	67
Ilustración 45: Briquetas con el ensayo de Tracción Indirecta	68
Ilustración 46: Ensayo de penetración.....	68
Ilustración 47: Asentamiento gradual sin agrietamiento mediante el ensayo de estabilidad....	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Muestra patrón de cemento asfáltico	39
Tabla 2: Muestra Experimental con poliestireno expandido	40
Tabla 3: Muestra experimental por Ensayo de Cántabro.....	40
Tabla 4: Muestra experimental por ensayo Inducido por Humedad	41
Tabla 5: Operacionalización de la variable Independiente	42
Tabla 6: Operacionalización de la variable Dependiente	42
Tabla 7: Operacionalización de la variable Intervinientes	43
Tabla 8: Investigación científica	43
<i>Tabla 9: Resultados del ensayo de absorción de agregado grueso</i>	<i>70</i>
Tabla 10: Resultados del ensayo del ensayo de Abrasión de los Ángeles.....	70
Tabla 11: Resultados del ensayo Sales Solubles Totales	70
Tabla 12: Resultados del ensayo de una cara fracturada	70
Tabla 13: Resultados del ensayo de dos caras fracturadas	71
Tabla 14: Resultados del ensayo Partículas chatas y alargadas	71
Tabla 15: Resultados del ensayo de Durabilidad de agregado grueso	71
Tabla 16: Resultados del ensayo de Absorción de agregado fino.....	71
Tabla 17: Resultados del ensayo de Equivalente de arena	72
Tabla 18: Resultados del ensayo de Sales Solubles Totales.....	72
Tabla 19: Resultados del ensayo de Azul de Metileno.....	72
Tabla 20: Resultados del ensayo de Índice de Plasticidad N°200	73
Tabla 21: Resultados del ensayo de Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	74
Tabla 22: Resultados del ensayo Granulométrico para la mezcla asfáltica.....	74
Tabla 23: Resultados del ensayo de Densidad Teórica Máxima.....	75
Tabla 24: Dosificación en % para mezcla asfáltica convencional – Tráfico Ligero.....	76
Tabla 25: Dosificación en % para mezcla asfáltica convencional – Tráfico Medio.....	76
Tabla 26: Resultados de la muestra convencional en el Tráfico Ligero.....	76

Tabla 27: Resultados de la muestra convencional en el Tráfico Medio.....	77
Tabla 28: Resultados de mezclas asfálticas modificadas para Tráfico Ligero	77
Tabla 29: Resultados de mezclas asfálticas modificadas para Trafico Medio.....	78
Tabla 30: Resultados del ensayo de Cántabro	79
Tabla 31: Resultados del ensayo de Lottman convencional – Tráfico Ligero.....	81
Tabla 32: Resultados del ensayo de Lottman modificado – Tráfico Ligero.....	81
Tabla 33: Resultados del ensayo de Lottman convencional – Tráfico Medio	81
Tabla 34: Resultados del ensayo de Lottman modificado – Tráfico Medio	81
Tabla 35: Resultados de la composición química del Poliestireno Expandido.....	83
Tabla 36: Resultados del ensayo de Penetración	83
Tabla 37: Resultados de la comparación del Asentamiento gradual sin agrietamiento con mezclas convencionales y modificadas	84
Tabla 38: Valor del filler (procesamiento)	84
Tabla 39: Costo en 20 kg	85
Tabla 40: Peso de Poliestireno Expandido en m3	85
Tabla 41: Densidad del cemento asfaltico en m3.....	85
Tabla 42: Materiales en m3.....	85
Tabla 43: Mezclas en m3 mezclas asfálticas convencional	86
Tabla 44: Materiales en m3 en mezclas asfálticas modificadas.....	86
Tabla 45: Precio Unitario de la mezcla convencional	86
Tabla 46: Precio Unitario de la mezcla modificada	87

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1: Índice de Plasticidad N°200	73
Gráfica 2: Resultado de la Curva Granulométrica de los agregados.....	75
Gráfica 3: Resultados de ensayo de Cántabro de mezclas asfálticas convencionales	80
Gráfica 4: Resultados de ensayo de Cántabro de mezclas asfálticas modificados.....	80
Gráfica 5: Resultados del ensayo de Lottman convencional y modificado – Tráfico Ligero .	81
Gráfica 6: Resultados del ensayo de Lottman convencional y modificado – Tráfico Medio..	82

Resumen

En esta investigación consiste en analizar las propiedades físicas y de comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas por proceso vía seca al utilizar las perlas de poliestireno expandido con un cierto porcentaje de sustitución del agregado fino. Además, se contrastaron dos modalidades de mezclas en caliente: el convencional y la modificada, empleando el método de Marshall por dos tráfico de ligero y medio. Por lo que la mezcla convencional de utilizo los agregados pétreos de la cantera Tres Tomas, mezclados con cemento asfaltico 60/70. No obstante fue modificado el agregado fino por perlas de poliestireno expandido, además utilizo ensayos físicos y mecánicos para calcular su resistencia a al flujo, estabilidad y la resistencia a la tracción, entre otros. También se hizo ensayos como ensayo de susceptibilidad al daño por humedad y perdida al desgaste.

En este estudio se determinó la cantidad de cemento asfaltico de mezcla convencional con todos los porcentajes de 4%,4.5%, 5%, 5.5% y 6%. También se utilizó con porcentajes de poliestireno expandido (2%, 3% y 4%) de la mezcla. Luego de la evaluación se llegó a una conclusión que la proporción idónea de las perlas de poliestireno expandido tanto para ligero 2% y medio es del 4%, por ende, para el convencional fue de 4% y el óptimo contenido de cemento asfaltico en el tráfico ligero 4.7% y trafico medio 4.9%, lo cual demuestran mejoras importantes en sus propiedades como la resistencia al desgaste, a niveles de humedad y estabilidad.

Palabras clave: Perlas de poliestireno expandido, Método Marshall, Investigación, PEN, estabilidad.

Abstract

This research analyses the physical properties and mechanical behavior of dry-mix asphalt mixtures using expanded polystyrene beads with a certain percentage of fine aggregate replacement. In addition, two types of hot mix methods were compared: conventional and modified, employing the Marshall method for light and medium traffic. The conventional mix used stone aggregates from the Tres Tomas quarry, mixed with 60/70 asphalt cement. However, the fine aggregate was modified with expanded polystyrene beads. Physical and mechanical tests were also used to calculate flow resistance, stability, and tensile strength, among others. Tests were also performed to determine susceptibility to moisture damage and wear loss.

In this study, the amount of asphalt cement in the conventional mix was determined for all percentages: 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, and 6%. It was also used with percentages of expanded polystyrene (2%, 3%, and 4%) in the mix. After evaluation, it was concluded that the ideal proportion of expanded polystyrene beads for both light traffic 2% and medium traffic is 4%. Therefore, for conventional traffic, it was 4%, and the optimal asphalt cement content for light traffic was 4.7% and for medium traffic 4.9%., this presents significant improvements in its properties, such as wear resistance, humidity levels, and stability.

Keywords: Expanded polystyrene beads, Marshall method, research, PEN, stability.

Introducción

En la actualidad, la construcción de pavimentos se orienta hacia la incorporación de avances tecnológicos que optimizan significativamente la inversión en las estructuras viales, desde su diseño hasta su ejecución. Estas obras cumplen un papel fundamental en la conectividad entre poblaciones, facilitando el desarrollo social como el económico. Además uno de los principales desafíos es la búsqueda constante de soluciones que permitan bajar los costos de mantenimiento, aumentar la durabilidad y prolongar la vida útil de los pavimentos asfálticos, así como minimizar los impactos ambientales.

Uno de los principales problemas en la construcción vial es la durabilidad del pavimento, asociado a fallas prematuras, cargas de tránsito y la climatología. Estos factores provocan la pérdida de las propiedades físico-mecánicas de la carpeta asfáltica debido a su uso continuo. Como consecuencia, se aumenta el deterioro del pavimento, la contaminación ambiental y los precios de mantenimiento para las entidades responsables.

Frente esta problemática, las mezclas asfálticas modificadas surgen como una alternativa eficaz para mejorar la durabilidad de los pavimentos. En particular, la incorporación de poliestireno expandido (EPS) permite optimizar las propiedades físicas-mecánicas del asfalto, incrementando su resistencia al envejecimiento, al agrietamiento y ahuellamiento [2]. Por ello, este polímero contribuye a reducir la permeabilidad al agua, limitando la infiltración y el deterioro prematura de la estructura. Estas mejoras favorecen una mayor vida útil y mejor desempeño en las estructuras viales.

Por ello, surge el interés por analizar la influencia de la incorporación de poliestireno expandido en pequeños porcentajes dentro de las mezclas asfálticas; a partir de lo cual se plantea la siguiente pregunta: ¿La incorporación del polímero termoplástico poliestireno expandido mejora las propiedades mecánicas y físicas de las mezclas asfálticas modificadas por proceso vía seca?

La vigente investigación evalúa la influencia de la incorporación de poliestireno expandido (EPS), en porcentajes de 2%, 3% y 4%, sobre la durabilidad de las mezclas asfálticas, con el fin de ayudar a mejorar su resistencia al deterioro y prolongar vida útil del pavimento.

De este modo, el uso de materiales en mezclas asfálticas modificadas, junto con polímeros termoplásticos, resulta fundamental para incrementar su resistencia y mejorar la durabilidad del pavimento.

De acuerdo con lo expuesto, la modificación de mezclas asfálticas mediante la incorporación de poliestireno expandido busca mejorar el comportamiento de las combinaciones bituminosas y aumentar la durabilidad de las estructuras viales, contribuyendo a la seguridad y confort de

peatones y conductores. Asimismo, su aplicación impulsa el desarrollo de nuevas investigaciones orientadas a optimizar el desempeño de los pavimentos.

La incorporación de EPS, en forma de perlas, desarrolla las propiedades físico mecánicas de la mezcla asfáltica, incrementando su resistencia al ahuellamiento, agrietamiento y fatiga, así como su estabilidad. Lo cual permite un mejor desempeño frente a cargas de tráfico y condiciones ambientales, reduciendo el deterioro prematuro frente a fallas con las mezclas asfálticas. En consecuencia, el uso de este polímero termoplástico contribuye significativamente a prolongar su vida útil, optimizar su conservación de sus propiedades y beneficiando en lo económico en estructurales de pavimentación.

De acuerdo con lo establecido en la presente investigación, se formulan los siguientes objetivos. Como objetivo general, se pretende determinar la influencia de la incorporación de poliestireno expandido, mediante el proceso vía seca. Así mismo determinaremos las propiedades físicas como peso específico aparente, peso unitario, peso específico teórico máximo y porcentajes de vacíos de combinaciones bituminosas convencionales y modificadas por proceso vía seca con poliestireno expandido en peso de agregados. De igual modo haremos una Comparación en el asentamiento gradual sin agrietamiento de una mezcla asfáltica convencional con mezclas asfálticas modificadas con poliestireno expandido mediante el proceso seco. Además, se debe analizar la susceptibilidad al daño por humedad de la mezcla asfáltica convencional y de la mezcla asfáltica modificadas por proceso seco con poliestireno expandido. Es por ende también evaluar la resistencia a la máxima carga de deformación de una mezcla asfáltica convencional y de las mezclas asfálticas modificadas por proceso vía seca con poliestireno expandido. Por lo cual se realizará una comparación económica de la fabricación de mezclas asfáltica convencional y la mezcla asfáltica modificada por proceso seco utilizando poliestireno expandido. Por otro lado, se hará la caracterización química del poliestireno expandido. Es más, se verificará la resistencia a la segregación por acciones abrasivas de una mezcla asfáltica convencional con la de mezclas asfálticas modificadas por proceso vía seca con poliestireno expandido.

Revisión de literatura

Antecedentes

Kaya [1], en su investigación titulado: «Investigación experimental de usabilidad de ligante asfáltico modificado con residuos de poliestireno expandido» se ha demostrado el potencial uso de residuos de poliestireno expandido (EPS) para modificar el betún asfáltico base con grado de penetración 70/100, en diferentes porcentajes (0%, 1.5%, 3% y 4.5% en peso del ligante). Las muestras fueron evaluadas mediante ensayos de propiedades físicas como ductilidad, penetración, viscosidad y punto de reblandecimiento. También se realizaron pruebas a 25°C para analizar su comportamiento frente a la humedad, dentro de los límites normativos establecidos. Además, se aplicaron ensayos de Superpave, como el Reómetro de Corte Dinámico (DSR) y el envejecimiento en recipiente a presión con el objetivo de caracterizar el desempeño del ligante modificado. Los resultados muestran que la incorporación de EPS mejora en promedio un 85.155% la resistencia al daño por humedad. Asimismo, incrementa la resistencia al ahuellamiento; sin embargo, se observa una ligera disminución en la resistencia a la fatiga y agrietamiento a las estructuras viales.

Akter [2], en su investigación titulado: «Evaluación de la eficacia del poliestireno expandido de desecho triturado sobre las propiedades del aglomerante y el hormigón asfáltico» nos indican que se elaboraron cuatro series de muestras de hormigón asfáltico incorporando poliestireno expandido triturado en porcentajes de 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1% respecto al peso total de los agregados. Asimismo, se consideraron cinco contenidos de asfalto (4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6%), utilizando betún de grado 60/70. Las mezclas fueron comparadas con una muestra convencional de referencia con un contenido óptimo de 5.1% de asfalto. Las propiedades mecánicas se valoraron mediante el ensayo de Marshall, incorporando los distintos porcentajes de poliestireno expandido para analizar su desempeño frente a la mezcla tradicional. Finalmente los resultados indican que la dosificación de 0.5% de poliestireno expandido presenta mejor comportamiento mecánico. Además, se evidencia que la incorporación de material incrementa la estabilidad de la mezcla, alcanzando un aumento aproximado del 82.61% en comparación con el asfalto convencional.

Yildiz [3], en su investigación titulado: «Modificación de conglomerante asfáltico con residuos de poliestireno expandido (EPS) espuma» se empleó poliestireno expandido incorporando al betún mediante el método vía seca, en proporciones de 2%, 4%, 6% y 8% durante su etapa de producción. Las combinaciones fueron evaluadas a partir de propiedades

físicas-mecánicas de ligante, como ductilidad, penetración, punto de inflamación, punto de reblandecimiento y gravedad específica, comparando el betún convencional con el betún modificado con poliestireno expandido. Los resultados se analizaron mediante gráficos estadísticos que permitieron identificar la correlación entre las propiedades del asfalto y la incorporación del polímero. Por ende también, se observó que un 2% de aditivo no era suficiente para generar mejoras significativas en el desempeño del betún, por lo que se incrementaron las dosificaciones hasta 4% y superiores. Finalmente, se concluye que el poliestireno expandido puede ser utilizado como modificador del betún en zonas de alta calidad y donde se requiere desestimación penetración ligante.

Cortavitarte [4], en esta investigación titulado: «Análisis de la influencia del uso de poliestireno reciclado como sustituto del betún en el comportamiento de mezclas asfálticas» nos dice el artículo que se diseñó y dosificó de una mezcla asfáltica experimental para su comparación con mezclas asfálticas convencionales. Se redujo el contenido de betún en proporciones de 1%, 1.5%, 2%, el cual fue parcialmente sustituido por poliestireno expandido en diferentes dosificaciones. Las mezclas modificadas mostraron mejoras en el contenido de vacíos y reducción de deformaciones. En contraste, las mezclas convencionales presentaron mayor segregación de agregados y desgaste, con valores de 19.68%, mientras que las mezclas con residuos alcanzaron 21.53%, manteniendo condiciones óptimas bajo análisis de desempeño en el tiempo de combinaciones bituminosas. Los resultados permiten concluir que el uso de EPS como polímero modificador contribuye a la reducción del impacto ambiental en mezclas asfálticas. Asimismo la incorporación del 1% de este material reduce en un 50% las deformaciones, la fatiga e incrementa la vida útil del pavimento gracias al efecto del polímero.

Daryae [5], en esta investigación titulado: «Efecto combinado del polímero de desecho y el rejuvenecedor sobre las propiedades de rendimiento del ligante asfáltico recuperado» nos menciona en la investigación es el uso de aglutinantes asfálticos recuperados, incorporando rejuvenecedores y residuos de polímeros como PBR (caucho de polibutadieno) y SBS (elastómero termoplásticos sintético), así como la combinación de ambos. El estudio evalúa el comportamiento mecánico del betún, con el fin de reducir la fatiga y las deformaciones permanentes en las mezclas asfálticas. Para su análisis se aplicaron ensayos como el Amplitud Lineal (LAS) y la recuperación por fluencia por esfuerzo múltiple (MSCR), los cuales permitieron evaluar la resistencia del material ante diferentes condiciones de carga y deformación. Los resultados muestran que la incorporación de residuos de poliestireno mejora

el desempeño de las mezclas asfálticas, aumentando la resistencia a la humedad, a la deformación permanente y el agrietamiento a bajas temperaturas. Asimismo, el uso de RAP y su modificación con SBS mejora la estabilidad del ligante, especialmente cuando se combina con agentes rejuvenecedores. Por lo que finalmente el incremento del RAB (base asfáltica reciclada) aumenta la rigidez del ligante según el modelo Superpave, también para el ensayo LAS disminuye las deformaciones del 2.5% y 5% en comparación al ligante. También, una dosificación del 30% de RAB mejora el comportamiento frente a la fatiga, mientras el 50% de RAB y el ligante asfáltico con polímero fue menor vida en fatiga; es por ello se obtuvo un mejor desempeño a la deformación y estabilidad las mezclas asfálticas.

Fitriasari [24], en esta investigación titulado: «Economía circular de residuos sólidos de poliestireno expandido: evaluaciones tecno económicas y del ciclo de vida de los procesos de reciclaje químico» en esta investigación se señala que los residuos pueden integrarse en un modelo de economía circular. Para ello, se realizaron evaluaciones tecno económicas y de ciclo de vida, las cuales generaron datos experimentales, como en el caso del poliestireno expandido, mediante procesos de despolimerización. Por ejemplo, en 2019 el uso de envases alcanzo un 39.6%. En cuanto al impacto ambiental el poliestireno expandido se caracteriza por consumir materia prima con emisiones prácticamente nulas; sin embargo, en algunos casos se ha observado que puede contribuir hasta en un 14.6% de las emisiones, principalmente debido al uso de disolventes. A medida que se amplía el tratamiento de residuos termoplásticos, también se avanza en el desarrollo de catalizadores más eficientes. Asimismo, se estima una capacidad anual de elaboración de poliestireno expandido de 35000 toneladas por año. Finalmente, se considerando diversos parámetros, incluyendo una evaluación de sensibilidad del costo del poliestireno expandido con un incremento del 15%. Se tomó como referencia un precio de S/: 28.36 para un densidad de 20kg/m³, comparando con otra densidad de 30 kg/m³ cuyo precio es de S/.44.40, evidenciando que sus costos siguen siendo competitivos frente a otros polímeros.

J. Jeon [25], en esta investigación titulado: «Análisis termogravimétrico y caracterización por pirólisis de materiales aislantes de poliestireno expandido y espuma de poliuretano» nos indica que el poliestireno expandido y la espuma de poliuretano se utilizan como materiales de aislamiento en edificaciones porque ayudan a ahorrar energía. Sin embargo, en caso de incendio pueden representar un riesgo importante, que pueden causar daños estructurales e incluso el colapso de la construcción. Además, al quemarse liberan gases tóxicos como monóxido de carbono, dióxido de carbono y cianuro de hidrogeno. Estos materiales se consideran

combustibles sólidos y han sido estudiados mediante procesos de pirolisis y combustión. En estos estudios también se detectaron compuestos como sulfatos, cloruro de potasio y carbonatos, aunque en pequeñas cantidades cercanas al 10%. Por ende para analizar su comportamiento térmico (TGA), se realizó un estudio termogravimétrico utilizando diferentes velocidades de calentamiento. Finalmente los resultados mostraron que , en una atmosfera de nitrógeno y a temperaturas entre 365 y 391°C, pueden perder hasta un 75% de su masa inicial y cuando a mayor velocidad de calentamiento, las reacciones de pirolisis se intensifican, lo que indica un comportamiento más activo a temperaturas altísimas.

Marguí [26], en esta investigación titulado: «Una evaluación comparativa de las propiedades mecánicas del hormigón asfáltico modificado con PET y poliestireno que contiene relleno de ceniza de cáscara de arroz» nos menciona que el estudio evalúa y compara la influencia de residuos plásticos, como el polietileno (PET) y poliestireno expandido, en la modificación del ligante asfáltico, utilizando porcentajes entre 5% y 50%. Para ello, se analizaron propiedades como penetración, viscosidad, ductilidad, gravedad específica y estabilidad Marshall, además los parámetros como flujo, densidad y vacíos. Los resultados muestran que la incorporación de polímeros reduce la ductilidad, la penetración y la gravedad, lo que mejora la resistencia del asfalto a la deformación. En el caso del polietileno, se observa una mejora en la adhesividad y una mayor rigidez del ligante, especialmente con adiciones del 5%, aunque con menor ductilidad en comparación con el poliestireno, que presenta mayor rigidez. Asimismo, se registraron valores de gravedad específica de 1.02, punto de inflamación de 262° C, punto de fuego de 285°C y una viscosidad de 157s, lo que favorece el desempeño del ligante, también a la estabilidad de Marshall reducciones en las mezclas modificadas y el flujo se mantuvo en 3.5 mm, lo cual el poliestireno es mayor rígido que el polietileno. Finalmente, se determinó que una dosificación optima de 20% de PET es adecuada para tráfico medio, mientras que un 10% de poliestireno ofrece mejores resultados para tráfico pesado, debido a su mayor resistencia y estabilidad.

BASES TEÓRICAS

Pavimentos

De acuerdo con el manual de carreteras [6] el pavimento constituye una estructura funcional por varias capas que apoyan en la subrasante, cuyo propósito es distribuir y soportar las cargas causadas por la circulación vehicular.

Tipos de pavimentos

Conforme a las disposiciones del EG-2013 [6] se clasifican los pavimentos en:

Pavimentos Flexibles

Las estructuras viales están formada por capas de distintos espesores que distribuyen las cargas del tráfico. Incluyen una capa de rodadura sobre la base y subbase, y se clasifican según el tipo de superficie en:

- ✓ **Mezclas asfálticas en caliente:** Está compuesto por agregados pétreos mezclados con un porcentaje de asfalto o aglomerante bituminoso, y se elabora a altas temperaturas.
- ✓ **Mezclas asfálticas en frío:** La elaboración de la mezcla consiste en combinar agregados pétreos con asfalto bituminosos, realizada a temperatura ambiente.

Materiales asfálticos

Nos indica con [14], el asfalto es un material de color oscuro que puede presentarse en estado sólido, semisólido o líquido. Se obtiene como subproducto de la destilación del petróleo crudo.

Mezclas bituminosas

Las mezclas bituminosas se usan en la capa superficial de pavimentos flexibles y están compuestas por un ligante asfáltico y agregados pétreos bien graduados que lo establece en [15].

Mezclas asfálticas

Según el MTC (2013), Se obtienen al mezclar agregados finos y gruesos con betún asfáltico a temperaturas controladas, para su posterior colocación y compactación. Pueden ser en caliente, tibias o en frío, y se utilizan en pavimentos viales, aportando durabilidad, resistencia a la fatiga y deformación, además de estabilidad y seguridad en la circulación [6].

Compuestos de la Mezclas Asfálticas:

❖ Material asfáltico:

El cemento asfáltico son dados como: AC-2.5, AC-5, AC-10, entre otros, lo cual los más resaltantes son AC-5, como emulsiones.

❖ Emulsión asfáltica

Pueden ser en estados aniónicos (-) y catiónicos (+), caracterizarse por una descomposición media, rápida y lenta.

❖ Agregados pétreos

Son elementos granulares resistentes pasivos, utilizados en la superficie de las vías sin adición de elementos activos y con granularidad adecuada.

Propiedades para el diseño de mezclas asfálticas

Las propiedades estructurales definen la resistencia al tráfico; en mezclas en caliente destacan.

❖ Durabilidad

Resiste la acción del agua, la temperatura y el tránsito, factores que pueden deteriorar el asfalto. Su desgaste se evalúa mediante ensayos de abrasión.

❖ Flexibilidad

Se integra a la mezcla evitando fisuras, asentamientos y desplazamiento en la base y subbase, lo que garantiza la estabilidad del asfalto.

❖ Estabilidad

La mezcla bituminosa resiste el desplazamiento y las cargas generadas por el tránsito vehicular.

❖ Trabajabilidad

La mezcla asfáltica se diseña por su colocación y compactación in situ, facilitando su trabajabilidad depende de la granulometría, viscosidad, categoría de agregado y betún.

❖ Resistencia a la fatiga

Soporta cargas repetitivas del tránsito, en función de la dureza y la proporción de asfalto, depende entre la carga aplicada y el espesor de capa.

❖ Oposición al daño causado por agua

Es la capacidad de la mezcla para resistir la acción del aire y el agua, relacionada con sus propiedades químicas del material y vacíos de la mezcla compactada.

❖ Resistencia al deslizamiento

Nos indica que la adherencia entre la superficie de rodadura y el neumático disminuye en superficies mojada.

❖ Resistencia al fracturamiento por bajas temperaturas

Esta propiedad indica la capacidad de la mezcla asfáltica para no agrietarse a bajar temperaturas, manteniendo sus resistencia en frío.

Mezcla asfáltica en caliente

Nos indica en [15], es una mezcla de agregados recubiertos con asfalto PEN elaborada en caliente, lo cual el calentamiento elimina la humedad y permite una mezcla homogénea y trabajable.

Componentes de la mezcla asfáltica

a) Cemento asfáltico

Es un material bituminoso de alta densidad obtenido por destilación del petróleo, cuya calidad depende del tipo de crudo. Según Menéndez [16], el PEN 60/70 se clasifica según su penetración a 25°C y se evalúa mediante ensayos de viscosidad a 60°C y 135°C. El diseño del pavimento se considera, la temperatura media anual, así vemos en la siguiente tabla:

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50 ó 60-70 ó modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Ilustración 1: Temperatura Media Anual del Cemento Asfáltico [6]

Los asfaltos se clasifican según su grado de penetración, como el tipo de 60-70, que presenta valores entre 60 y 70 décimas milímetro [15].

Según el MTC, el agregado bituminoso puede modificarse con activos, lo cual garanticen su calidad, mediante los ensayos dados.

Tipo		Grado Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40-50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		PEN 200-300	
		min.	máx.	min.	máx.	min	máx.	min.	máx.	min.	máx.
Pruebas sobre el Material Bituminoso											
Penetración a 25°C, 100g, 5 s, 0.1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de Inflamación, °C	MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica)	MTC E 304	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Ensayo de Mancha (Oliensies)											
Solvente Nafta - Estándar	AASHTO M 20	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta - Xileno, % Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano - Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3.2 mm, 5h											
Pérdida de masa, %	ASTMD 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5cm/mm, cm	MTC E 306			50		75		100		100	

Ilustración 2: Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración [6]

Características	Grado de Viscosidad				
	AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta a 60°C, Poises	250±50	500±100	1.000±200	2.000±400	4.000±80
Viscosidad Cinemática, 135°C St. mínimo	80	110	150	210	300
Penetración 25°C, 100gr, 5s mínimo	200	120	70	40	20
Punto de Inflamación COC, °C mínimo	163	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, % masa, mínimo	99	99	99	99	99
Pruebas sobre el residuo del ensayo de película fina					
> Viscosidad Absoluta 60°C, Poises máximo	1.250	2.500	5.000	10.000	20.000
> Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm, mínimo.	100	100	50	20	10
Ensayo de la Mancha (Oliensies)					
Solvente Nafta - Estándar	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Nafta - Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Heptano - Xileno, % Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Ilustración 3: Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad [6]

b) Agregados Pétreos

Los agregados finos que son los no retenidos por la malla N°4. Nos indica en [15], que este material debe estar libre de agregados que dificulten en la textura, lados angulosos, adherencia del asfalto.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5 % máx.	0,5 % máx.
Absorción**	MTC E 205	0,5 máx.	0,5 máx.

Ilustración 4: Requerimiento para el material de agregados finos [6]

Como nos dice [17], la superficie la superficie de rodamiento es de mezcla asfáltica, diseñada y distribuir las cargas y además su deterioro depende de las propiedades de los agregados.

Nos indica en [16], los agregados se clasifican por la malla N°4, lo cual los retenidos son gruesos, provenientes de rocas o gravas trituradas. Deben estar limpios para asegurar buena adherencia al asfalto y mayor durabilidad.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	> 3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción*	MTC E 206	1.0% máx.	1.0% máx.

Ilustración 5: Requerimiento para el material de agregados gruesos [6]

Clasificación de agregados

Según la distribución de suelos SUCS, la parte del árido que queda en el tamiz de 4° tamaño se denomina árido grueso.

✓ Gradación del MAC

En los materiales pétreos usados en combinaciones bituminosas en caliente, se deben cumplir los parámetros establecidos por el MTC, según la siguiente tabla [6].

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC- 1	MAC- 2	MAC- 3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80 - 100	100	
122,5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (N° 4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2,00 mm (N° 10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 um (N° 40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 um (N° 80)	8 - 17	8 - 17	9 - 19
75 um (N° 200)	4 - 8	4 - 8	5 - 10

Ilustración 6: Gradación para MAC [6]

c) Filler

Nos indica en [6], en partículas que supera por la malla N° 200 es en exceso son deficientes y no cumplen los criterios técnicos por lo que se añade filler como cemento o polvo mineral, según la norma ASTM D-242.

d) Mezcla de agregados

La combinación asfáltica debe considerar las especificaciones y condiciones en los requerimientos de la MTC que nos indica en el siguiente cuadro:

Ensayos	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver tabla 423-10		
Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín)	75	75	75
Relación Polvo - Asfalto (2)	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3	0,6 - 1,32
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700 - 4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 min.		

Ilustración 7: Parámetros para mezcla de concreto bituminoso [6]

Ensayos	Vacíos mínimos en agregados mineral %
	Marshall
2,36 mm (Nº 8)	21
4,75 mm (Nº 4)	18
9,50 mm (3/8")	16
12,5 mm (1/2")	15
19,0 mm (3/4")	14
25,0 mm (1")	13
37,5 mm (1 1/2")	12
50,0 mm (2")	11.5

Ilustración 8: Los Vacíos mínimos en el agregado mineral [6]

Asfalto

Es un material viscoso y adhesivo presente en el petróleo, compuesto principalmente por betún asfáltico.

ENSAYO	Método	Unidad	Valor
			60/70
Penetración (25°C, 100g, 5s)	ASTM D-5	0.1 mm	62.5
Índice de penetración	NLT 181/88		-0.7
Punto de ablandamiento	ASTM D-36-95	°C	52.5
Viscosidad absoluta (60 °C)	ASTM D-4402	Poises	1750
Gravedad específica	AASHTO T 228-04		1.012
Viscosidad a 135 °C	AASHTO T-316	Pa-s	0.6
Ductilidad (25 °C, 5cm/min)	ASTM D-113	Cm	>105
Pérdida de masa	ASTM D-2872	%	0.47
Penetración (25°C, 100g, 5s) en porcentaje de penetración original	ASTM D-5	%	72
Incremento del punto de ablandamiento	ASTM D-6-95	°C	5

Ilustración 9: Ficha Técnica del Pen 60/70 [18]

PROPIEDADES DEL ASFALTO

Propiedades Químicas

El asfalto es una mezcla de hidrocarburos con pequeñas cantidades de oxígeno, nitrógeno y azufre. Los asfaltenos aportan dureza y color del asfalto, y con el envejecimiento aumenta su viscoso.

Propiedades Físicas

❖ Adhesión y Cohesión

Nos quiere decir en [6] es una de las propiedades que adherencia del agregado en el pavimento, que mejora la cohesión y la durabilidad en su estructura del pavimento.

❖ Durabilidad

Nos indica en [6], es la capacidad del asfalto preservar sus propiedades al envejecimiento y la degradación, garantizando su calidad, desempeño en el pavimento.

❖ Susceptibilidad a la Temperatura

Según en apartado de [6], tiene la conducta termoplástica que fluye altas temperaturas, mientras a temperaturas de ambiente se hace viscoso y mantiene en cohesión con los agregados.

❖ Susceptibilidad al Endurecimiento y Envejecimiento

Durante la construcción del pavimento, el asfalto se endurece por oxidación y aumenta su rigidez por altas temperaturas de mezclado.

❖ Penetración

Mide la dureza del asfalto mediante el ensayo de penetración con aguja a temperatura controlada, considerando distintas condiciones climáticas.

❖ Punto de Ablandamiento

Es de las propiedades más críticas del cemento asfáltico, que mide la temperatura, cuando se vuelve líquido. Además, es por el método del anillo y esfera.

Asfaltos modificados

En las últimas décadas, la exposición ambiental y el tráfico han impulsado el uso de polímeros en el asfalto.

Por ello nos explica en [16], que el asfalto modificado mejora sus propiedades mecánicas en un rango de temperaturas, a diferencia del convencional. Además, reduce la susceptibilidad térmica, la acción de la humedad y la fisuración por fatiga, mejorando su consistencia y desempeño.

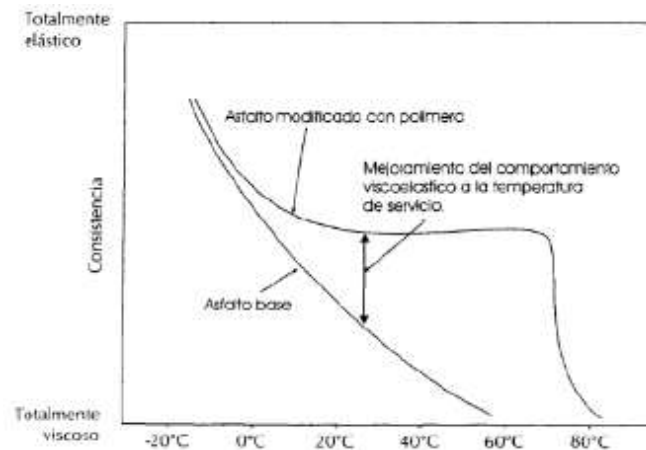


Ilustración 10: Comparación del asfalto convencional e incorporación de polímeros [16]

Polímeros

Según [7] son macromoléculas con cadenas interconectadas que les dan alta cohesión y resistencia al calor, evitando su ablandamiento.

Según [8] tiene modificadores poliméricos que son contundentes como:

- **Elastómeros:** Tienen la capacidad de estirarse de su punto de influencia sin retorno al original.
- **Copolímeros:** Son polímeros con diferentes estructuras.
- **Homopolímeros:** Tiene una única estructura, su morfología es molecular y uniforme por la repetición de su mismo componente.

Polímero Poliéstireno Expandido

Según [9] es una espuma rígida esta dado por perlas de poliéstireno expandido o copolímeros de células cerradas con aire.

Características

Según [10], la ficha técnica del EPS tiene principales singularidades como:

- **Emisor de líquidos:** Material que tiene vacíos, esto ayuda a que los fluidos.
- **Aislante térmico:** Su estructura tiene un promedio de 98% de aire, lo hace aislante.
- **Amortiguador de vibraciones:** El EPS disminuye las vibraciones dadas por vehículos debido a tu rigidez y densidad.
- **Incorporación compresible:** Puede estar detrás o sobre las estructuras, ayudando a reducir la carga.

Caracterización química:



Ilustración 11: Reacciones que forma el poliestireno expandido [21], [29]

El poliestireno expandido destaca por su estabilidad y resistencia a productos químicos y solventes, lo que le otorga una mayor durabilidad. También se evalúa mediante la pérdida por quemado que nos indica en [29].

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución salina (agua de mar)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Jabones y soluciones de tensioactivos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Lejías	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos concentrados (sin agua) al 100%	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Disolventes orgánicos (acetona, ésteres)	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Aceites de parafina, vaselina	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceite de diésel	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Carburantes	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Alcoholes (metanol, etanol)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceites de silicona	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie

Ilustración 12: Propiedades químicas, estabilidad química del poliestireno expandido [22]

Propiedades del poliestireno expandido

Según [11], las propiedades principalmente son:

- **Resistencia y conductividad térmicas:** Tiene una capacidad de conducción térmica $\lambda_{90/90}$ y grado de aislamiento térmico R90/90.
- **Estabilidad:** Primero, condiciones constantes de laboratorio (23°C y 50% de humedad relativa) y la segunda es a la temperatura y humedad, expuesto en 48 hrs. en proporción.
- **Deformación:** Está sometido por una carga y lo cual se puede señalar su comportamiento: depende de los cambios temporales del medioambiente.
- **Tensión de compresión:** Cuando el material está aplicado en la tensión del material aislante, además con una deformación de el espesor de 10%.

- **Fluencia de comprensión:** Es la relación entre el tiempo y carga en la compresión del material.
- **Absorción de agua:** El material está en contacto con el medio acuático.

Poliestireno expandido utilizado en asfalto

Según [12] se compone de cemento asfáltico y fase oleosa con emulsiones que favorecen la adherencia del asfalto al agregado. Se utiliza en aglutinantes, sellos superficiales y morteros asfálticos en caliente.

Fundamentos sobre la cantidad de polímero Poliestireno Expandido en mezclas asfálticas

Consecuencias de una alta cantidad de poliestireno expandido

- **División o Segregación:** El exceso de polímeros puede separarse en la mezcla y afectar las propiedades del pavimento.
- **Precios:** Son materiales de alto costo que incrementan el precio de la mezcla bituminosa reduciendo su rentabilidad en la infraestructura.
- **Rigidez Excesiva:** También demasiado polímero puede una mezcla más rígida.
- **Viscosidad:** Es un exceso de polímeros aumenta la viscosidad y dificulta la mezcla, la compactación y trabajabilidad del asfalto.

MÉTODO PARA DETERMINAR LAS BRIQUETAS CON EL PORCENTAJE OPTIMO

Ensayo de Marshall para Mezclas Asfálticas MTC E 504

La prueba de Marshall evalúa las combinaciones bituminosas en caliente, ya que establece la relación entre vacíos y densidad. En primer lugar, se utiliza el asfalto PEN60/70 y áridos de hasta 25 mm; además se emplean muestra de prueba de 2.5” de ancho por 4” de diámetro. Luego se elaboran briquetas con las misma granulometría pero con diferentes contenidos de asfalto, lo cuales se mezclan, calientan y compactan. Finalmente, el método evalúa los especímenes mediante la relación vacío-densidad y flujo-estabilidad, clave para el diseño de mezclas asfálticas.

• Valor de Fluencia Marshall

Mide la deformación en centésimas de pulgas mediante la reducción de la altura de la briqueta, lo cual se relaciona con la fluencia y estabilidad Marshall, donde una mayor fluencia indica mayor deformación plástica y menor resistencia del pavimento.

• Valor de Estabilidad de Marshall

Mide la carga máxima que soporta la briqueta antes de fallar en el ensayo Marshall. Este valor corresponde a la estabilidad y se registra junto con su deformación; una mayor estabilidad puede asociarse a menor durabilidad del pavimento.

METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA CIFRA DE CEMENTO ASFALTICO

Este método se basa en la granulometría para determinar el contenido óptimo del PEN 60/70. Luego la norma exige ensayos de flujo y estabilidad con al menos 3 briquetas por cada material ligante, variando en 0.5%. Ya que el diseño se ajusta con datos previos y verificación experimental hasta obtener la mezcla óptima.

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA (MTC E 503)

Esta prueba evalúa la resistencia a la tracción de una mezcla asfáltica compactadas, midiendo su cohesión y comportamiento frente a fisuras y grietas bajo cargas de tráfico y cambios de temperatura.

❖ Medición:

- Las muestras puestas en forma horizontal en la máquina de ensayo.
- Los pesos verticales a lo largo del diámetro de la muestra con velocidad variada.
- La fuerza ejercida cuando la muestra falle.
- Durante el procedimiento de la elaboración, se da las deterioraciones y fuerzas dadas.
- Se diseña con: $\frac{2P}{\pi tD}$

Podemos decir:

- P (peso máximo), t (espesor) y D (diámetro) de la muestra.

CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS MEDIANTE ENSAYO DE CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE MTC E515

El ensayo de Cántabro mide la resistencia al desgaste de mezclas bituminosas compactadas, evaluando el efecto del tráfico y del ambiente. Además, permite determinar sus resistencia a la desintegración superficial y su durabilidad.

❖ Medición:

- **Peso Inicial:** Mide el peso de las muestras antes del principio del ensayo.

- **Peso Final:** Luego de las revoluciones, toca la medición de nuevo de las muestras.
- **Cálculo de Pérdida:** La pérdida de peso, se da como porcentaje de la masa.

❖ **Circunstancias que influyen en los resultados:**

- **Contenido de Asfalto:** Mezclas con asfalto debe ser apto en la capacidad de soporte al desgaste y cohesión.
- **Tipo de Agregados:** La morfología, dureza de los agregados pueden dañar al soporte al desgaste.
- **Método de Compactación:** Indica la igualdad y densidad son primordiales para su longevidad de la combinación bituminosa.

EFFECTO DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS COMPACTADAS (MTC E-518)

Nos indica que evalúa la pérdida de resistencia a la compresión de mezclas asfálticas saturadas de agua, determinando su susceptibilidad a la humedad y su impacto en la durabilidad, lo que puede causar ahuellamiento y desintegración de los agregados.

❖ **Circunstancias que influyen en las conclusiones:**

- **Tipo y gradación de los agregados:** El tamaño, la gradación y su apariencia de los agregados, causan daños a la permeabilidad y cohesión en las mezclas.
- **Compactación:** La densidad y cohesión de una mezcla, nos da la reducción de la permeabilidad al agua y capacidad a la compresión.
- **Contenido de Asfalto:** Mejora el soporte a la penetración de agua de la combinación asfáltica, disminuyendo al deterioro por humedad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD MTC E 522

Este método evalúa la influencia de la saturación y los ciclos de congelamiento y descongelamiento en mezclas asfálticas modificadas. Además, permite determinar su durabilidad bajo condiciones climáticas severas y exposición al agua, mediante la elaboración de especímenes y la medición de la resistencia a la tracción diametral.

Permite evaluar la susceptibilidad al desprendimiento y determinar la efectividad de aditivos anti desprendimiento, como la cal hidratada, incorporados al agregado mineral.

- **Preparación de especímenes:** Los especímenes compactados con parámetros de diseño.

- **Acondicionamiento con agua:** Los especímenes se saturan en agua y serán bajo condiciones cíclicas de congelación y fusión para simular condiciones ambientales extremas al pavimento.
- **Medición de resistencia:** Es la prueba de tensión indirecta (tensión diametral) para calcular la resistencia antes y después del acondicionamiento con agua en las mezclas asfálticas.
- **Interpretación de resultados:** Una baja, resistencia de la mezcla indica susceptibilidad a la humedad y la necesidad de aditivos anti desprendimientos.

ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA EN MEZCLAS BITUMINOSAS (RICE) ASTM D 2041

Se basa en relación entre los agregados más ligante asfáltico y la suma de volúmenes de especímenes de la combinación, lo cual determina el contenido de vacíos, que quedan en la combinación después de la compactación.

Procedimiento:

- **Preparación de muestra:** Preparación de muestra con PEN 60/70.
- **Determinación de la masa:** Se pesa la muestra de mezcla asfáltica.
- **Determinación del volumen:** Sumergir el espécimen en un recipiente con agua y luego se mide el volumen de agua desplazada, con la capacidad del espécimen.
- **Cálculos:** El peso y el volumen del espécimen, se calculan la densidad y porosidad.

ENSAYO DE PENETRACIÓN – MTC E 304

Estos métodos estándar determinan la dureza del asfalto mediante su temperatura característica y la penetración de una aguja bajo carga, tiempo y temperatura controlados.

Equipos y materiales de laboratorio

- Instrumento para evaluar la consistencia del asfalto (penetración).
- Punta metálica del equipo de Penetración
- Recipiente
- Recipiente de transferencia
- Termómetros de líquido
- Temporizador

Procedimiento

- **Realización del ensayo y preparación del penetrómetro:**
 - Verificación del penetrómetro este limpio y en buenas condiciones.
 - Ajustamiento de la ajuga a la profundidad cero.
 - Disposición del penetrómetro encima del recipiente con la muestra.

Factores:

- **Temperatura:** A mayor temperatura, menor penetración (el asfalto se vuelve más duro).
- **Composición del asfalto:** La presencia de aditivos o diferentes tipos de hidrocarburos puede afectar la penetración.
- **Edad del asfalto:** El asfalto envejece y se oxida con el tiempo, lo que incrementa su dureza y reduce la penetración.

Ensayos para la caracterización de los agregados

Se debe considerar la calidad, durabilidad y vida útil de las mezclas bituminosas, así como sus propiedades mecánicas y físicas, ya que los agregados influyen directamente en el desempeño del pavimento.

ENSAYOS DE LABORATORIO

En correspondencia en [13], se puede designar en los siguientes ensayos:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL (NTP 400.012)

Este ensayo determina la distribución de los áridos finos y gruesos mediante tamices de aberturas cuadradas, utilizando muestras secas. Aunque permite evaluar las cualidades de los agregados y obtener la curva granulométrica a partir de los porcentajes retenidos en cada tamiz cumpliendo según norma. Los tamices van desde 125 mm hasta N°200, si se excede este límite, se emplea un higrómetro. Por ende, la curva granulométrica se simboliza por los porcentajes acumulados paralizados en cada malla tamizada.

LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN MEDIANTE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (MTC E 207)

Este ensayo mide la durabilidad de los agregados con la Máquina de los Ángeles, evaluando su resistencia al impacto y desgaste. Inclusive el resultado se obtiene comparando el peso inicial y final de la muestra tras la abrasión en el tambor.

Procedimiento

El espécimen ya seleccionado y se añade la carga de desgaste a la Máquina de los Ángeles, por lo que después se rota el cilindro a una velocidad de un rango de 30 y 33rpm; por lo que el número de vueltas son de 500. Por sí mismo esta máquina debe tener la velocidad periférica constante, ya que además de haber cumplido la cantidad de vueltas, luego el material se procede a sacarlo de la estructura cilíndrica y por ende, conduce a la división previa a la muestra ya salida del cilindro, luego se pasa por el tamiz N°12. Finalmente se deshumece el peso inicial cuanto se ha desgastado la muestra con porcentaje inicial de la briqueta.

AZUL DE METILENO (AASHTO TP 57)

Este ensayo evalúa la proporción de finos en el suelo para su uso en capas de pavimento, que además determina el contenido de material no plástico mediante el equivalente de arena y cuantifica arcillas y materia orgánica con el ensayo de azul de metileno, que así mismo son valores altos que indican contenido de arcilla.

Procedimiento:

- **Preparación del Especimen:** Mezcla del suelo con una solución de azul de metileno.
- **Absorción:** Medición de la proporción de azul de metileno acogida por el suelo.
- **Interpretación:** Valores altísimos indican índices de proporciones altas de arcilla o materia orgánica.

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS (ASTM 4791)

El ensayo determina el porcentaje de partículas chatas y alargadas en el agregado grueso, cuya forma influye en la trabajabilidad y el desempeño de la mezcla. Un alto contenido de partículas alargadas puede generar fallas bajo carga, por lo que se recomienda mantener su concentración controlada para asegurar un mejor comportamiento del pavimento.

Procedimiento:

- **Elección de Muestra:** Material representación del agregado grueso.

- **Cálculo de dimensiones:** Utilizar un calibrador para medir el ancho, grosor y longitud del material.
- **Clasificación:** Ya sean aplanadas, chatas o alargadas de acuerdo al suceso.
- **Tasación del Porcentaje:** Cálculo de las muestras, tanto alargadas como chatas.

EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E 114)

El ensayo determina la cantidad de partículas finas en el agregado fino, evaluando su capacidad para llenar vacíos entre agregados y su limpieza y calidad. Un bajo contenido de finos favorece la segregación y mejora la resistencia al desgaste de la combinación asfáltica.

Procedimiento:

- **Muestreo y Elaboración:** Combinación de un espécimen de árido añadiendo con una solución.
- **Sedimentación:** La combinación se deja sedimentar y se mide la altura del sedimento.
- **Cálculos:** Determinación del valor del ensayo, mediante la vinculación de la altura total y la altura del sedimento.

DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) (MTC E 209)

Esta prueba evalúa la resistencia de los agregados a la degradación por sulfato de magnesio, determinando su durabilidad frente al desgaste químico y la intemperie, ya que los agregados pocos resistentes pueden deteriorarse y afectar la estabilidad y vida útil del pavimento.

Procedimiento:

- **Preparación del Especimen:** Colocación de agregados en un recipiente con solución de sulfato de magnesio.
- **Ciclos de Inmersión y secado:** Evaluar los especímenes a varios ciclos de inmersión y secado.
- **Medición:** Evaluar la pérdida de peso, para así calcular la durabilidad de los agregados.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°200)

Este ensayo evalúa la capacidad del suelo para deformarse sin agrietarse, asimismo analizando su comportamiento bajo carga y sus propiedades, por lo cual principalmente tengan un buen diseño de pavimentos.

- **Procedimiento:**

- **Preparación del Espécimen:** Se evalúa la humedad del suelo.
- **Medición de Límites:** Determinación el plástico del suelo y límites líquidos.
- **Cálculo:** Resulta la resta del LL y LP.

SALES SOLUBLES TOTALES (MTC E 219)

Este ensayo evalúa la presencia de sales en áridos, ya que pueden influir en la reacción alcali-agregado y afectar la durabilidad del pavimento, acelerando el deterioro de la mezcla asfáltica.

- **Procedimiento:**

- **Preparación del Espécimen:** Exprimir las sales por media de agua destilada.
- **Medición:** Evaluar la conglomeración de sales en la solución dado.
- **Explicación:** Determinar el impacto de sales solubles en la vida útil agregado.

ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (MTC E 205)

Este ensayo de absorción evalúa la cantidad de agua que puede absorber el agregado, lo cual influye en la resistencia y durabilidad del pavimento, siendo clave para la calidad de la mezcla asfáltica.

- **Procedimiento:**

- **Secado de la muestra:** Secado del agregado fino en horno, hasta obtener una masa constante.
- **Sumersión en agua:** La muestra seca se sumerge en agua por 24 horas.
- **Determinación de la masa saturada:** Se extrae muestra del agua, se elimina la humedad superficial de agua y se pesa.
- **Cálculo de la absorción:** La absorción se calcula como el porcentaje de aumento de masa respecto a la masa seca.

CARAS FRACTURADAS DE AGREGADOS GRUESO MTC E 210

Este procedimiento nos determina la cantidad de partículas con superficies fracturadas, influyente principalmente en la calidad y rendimiento de las combinaciones bituminosas.

- **Procedimiento:**

- **Preparación:** Selección de una muestra simbólica del agregado grueso
- **Separación:** Separación de las partículas según el número de caras fracturadas.
- **Contabilizar las caras:** Se hace el conteo de caras fracturas de cada muestra.

ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (MTC E 206)

Este procedimiento evalúa la capacidad de los áridos gruesos para retener agua en sus poros. Aunque no siempre es visible, ya que los materiales como las rocas sedimentarias pueden absorber cantidades significativas debido a su porosidad.

Procedimiento:

- **Secado de la muestra:** Secado el árido grueso en horno hasta tener una masa constante.
- **Sumersión en agua:** Se sumerge en agua durante 24 horas.
- **Determinación de la masa saturada:** Se seca la muestra del agua, se elimina el exceso de agua superficial y se pesa.
- **Cálculo de la absorción:** La absorción se obtiene como el porcentaje de aumento de masa respecto a la masa seca.

Filler

Es un componente clave en las combinaciones bituminosas, utilizado para ajustar la granulometría cuando el árido fino no cumple con los parámetros y para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla conforme a los requisitos técnicos [6].

Funcionalidad:

- **Incremento de la Cohesión:** Favorece la adhesión entre los agregados y el ligante asfáltico, son ideales para soportar cargas ligeras.
- **Disminución de la Permeabilidad:** Disminuye la permeabilidad de la mezcla y elude los daños de ciclos de congelación y descongelación.
- **Ajuste de Granulometría:** Rellena vacíos entre agregados, lo que logra una mezcla densa y compactada.
- **Mejoramiento de Propiedades mecánicas:** Aumenta la rigidez y la capacidad a la fatiga, que conlleva a una vida útil de la estructura vial.

Importancia del Filler en Mezclas Asfálticas:

- **Estabilidad de mezcla:** Contribuye a una matriz más compacta y densa, que ayuda a la consistencia de la combinación.
- **Durabilidad:** Crece la resistencia frente a cargas de tránsito y condiciones climáticas.

Materiales y métodos

MATERIALES

Agregados:

Los agregados se consiguieron de la cantera Tres Tomas Ferreñafe, que se ubica en la región de Lambayeque.

Filler

Este material filler se utilizará como un mejoramiento de consistencia y adherencia para el progreso de esta investigación se centró en el uso de Cemento Portland tipo I.

Cemento asfáltico

Para el cemento asfáltico se utilizará el PEN 60/70 de la empresa Repsol.

PARAMETROS	NOMBRE COMERCIAL			CEMENTO ASFALTICO 40/50		CEMENTO ASFALTICO 60/70		CEMENTO ASFALTICO 85/100		CEMENTO ASFALTICO 120/150	
	NTP/ASTM	AASHTO	Otros	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
	PENETRACIÓN										
Penetración a 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	D5	T49		40	50	60	70	85	100	120	150
DUCTILIDAD											
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D113	T51		100		100		100		100	
VOLATILIDAD											
Punto de Inflamación, °c	D92	T48		232		232		232		232	
Gravedad Específica a 15.6°C	D70	T228		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
FLUIDEZ											
Punto de Ablandamiento, °C	D36			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D445			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D2170	T201		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
SOLUBILIDAD											
Solubilidad en tricloroetileno, %m	D2042	T44		99.0		99.0		99.0		99.0	
ENSAYOS DE PELICULA FINA 3.2 mm; 163°C; 5 horas											
Pérdida por calentamiento, %m	D1754	T179			0.8						
Penetración retenida, 100g, 5s, 0.1 mm, % del original	D5	T49		58		54		50		46	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D113	T51				60		75		100	
OTROS											
Índice de Penetración			UNE 104-281	Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Ensayo de la Mancha (Spot Test)		T102		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	

Ilustración 13: Ficha técnica de cemento asfáltico Repsol [19]

Poliestireno expandido:

Este material poliestireno expandido es un material plástico espumado que cumple diversas funciones. Para esto el estudio el material será previsto por la empresa distribuidora de materias primas del sector industrial “ETSA PERU” que se encuentra en la Ciudad de Ate, departamento de Lima. El poliestireno expandido granulado obtenido será de la marca PERLAS ETSA, lo que nos facilitará la empresa para ser vendido por kilogramos. Además, se especifican los parámetros técnicos del producto orientados a dicha investigación es:

PROPIEDADES	UNIDAD	VALOR
Densidad aparente seca (Densidad aparente nominal)	gr/cm ³	1.04
Conductividad Térmica	W/mk	0.032
Resistencia a la compresión	MPa	0.07
Absorción de Agua	%	0.5 a 4%
Resistencia a la tracción	Mpa	0.10 – 0.20

Ilustración 14: Ficha técnica del Poliestireno Expandido [23]

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Según el propósito de esta averiguación trabaja es de estudio aplicativo, por lo que se tasó con diferentes métodos y cantidades que nos ayudaron a la preparación y diseño de las combinaciones bituminosas, con la ecuánime brindar durabilidad, resistencia a los pavimentos flexibles.

Además, se determinó como una investigación Experimental, por lo que se usó resultados de una tal gama de ensayos como la resistencia, la estabilidad y fluencia, por ende, calculamos sus propiedades con proporciones diferentes de poliestireno expandido, a fin de cumplir los objetivos principales de esta investigación.

Por ello esta tesis es una investigación aplicada, lo cual se tomarán puntos específicos como bases teóricas científicas que ayude a corroborar como influye el polímero termoplástico Poliestireno Expandido en mezclas asfálticas.

Variable dependiente:

Propiedades Físico - Mecánicas de la mezcla asfáltica.

Variable Independiente:

Modificación por Vía Seca con Poliestireno Expandido.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Población

En esta investigación está constituido por una población de 160 briquetas para la mezcla bituminosa en caliente por vía seca.

Rango de Aplicación

Esta investigación se está basando en el tipo de diseño de tráfico ligero y medio; para dicho diseño de mezcla surgirán los siguientes porcentajes: 4.50% al 7%, que serán unos 6 porcentajes dados, que están en una variación de 0.5% para mi diseño patrón, ya que será una base para darnos una mejor performance hacia los análisis, comparaciones y resultados. Asimismo, también se considerará los rangos 4.00%, 4.50%, 5.00%, 5.50% y 6%, que están estipulados por la MTC que está cumpliendo con el MAC.

Nos indica [2] el ámbito de uso de 0.25% simboliza el valor porcentual mínimo establecido que indica en la investigación, el 2% este asignado de acuerdo con el valor estipulado que nos indica una unión más sólida entre el poliestireno expandido y el asfalto. Ante ello se seleccionó el 0.5% por presentar un valor medio de los porcentajes dados en los preliminares acontecimientos. Además, teniendo más variaciones de porcentajes que serán 6 estipulados, mejora la trabajabilidad, la resistencia a esfuerzos alternantes y la estabilidad [3].

Muestra

Según el muestreo, de tipo no probabilístico, considera como muestra de la totalidad de población, que en este caso son las briquetas de mezclas asfálticas.

La población para el tráfico ligero y medio será:

Tabla 1: Muestra patrón de cemento asfáltico

MUESTRA PATRÓN						
TIPO DE TRÁFICO	CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO					TOTAL
	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	
LIGERO	3	3	3	3	3	15
MEDIO	3	3	3	3	3	15
TOTAL	6	6	6	6	6	30

Fuente: Elaboración propia

Se determinará la muestra patrón con los porcentajes de contenido de cemento asfáltico, por lo que se utilizará cinco porcentajes dados y a la vez se empleará 2 tráficos tanto Ligero y Medio.

Tabla 2: Muestra Experimental con poliestireno expandido

CONTENIDO EXPERIMENTAL				
CONTENIDO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO	CONTENIDO DE ASFALTO		TOTAL
		TRÁFICO LIGERO	TRÁFICO MEDIO	
2%	4%	3	3	6
	4.50%	3	3	6
	5%	3	3	6
	5.50%	3	3	6
	6%	3	3	6
3%	4%	3	3	6
	4.50%	3	3	6
	5%	3	3	6
	5.50%	3	3	6
	6%	3	3	6
4%	4%	3	3	6
	4.50%	3	3	6
	5%	3	3	6
	5.50%	3	3	6
	6%	3	3	6
N° DE BRIQUETAS		45	45	90

Fuente: Elaboración propia

En las tablas asignada se elaborarán 90 briquetas para evaluar dos tipos de tráfico tanto Ligero y Medio que nos indica en [Tabla 14]. Asimismo, se escogió 3 porcentajes de poliestireno expandido en perlas como reemplazo parcial del agregado fino, para identificar la dosificación óptima sin afectar la resistencia a la fatiga y lograr un buen equilibrio entre flujo, estabilidad y costo.

Tabla 3: Muestra experimental por Ensayo de Cántabro

GRUPO CONTROL	TIPO DE TRÁFICO		N° BRIQUETAS
	LIGERO	MEDIO	
	4	4	8
GRUPO EXPERIMENTAL (% óptimo de Poliestireno Expandido)	4	4	8
TOTAL			16

Fuente: Elaboración propia

Además, estos ensayos evalúan la capacidad del soporte al desgaste de las combinaciones asfálticas tras un envejecimiento acelerado que simula condiciones climáticas extremas, como como el calor intenso o el frío, las cuales afectan su integridad, resistencia y durabilidad.

Tabla 4: Muestra experimental por ensayo Inducido por Humedad

GRUPO CONTROL	TIPO DE TRÁFICO		N° BRIQUETAS
	LIGERO	MEDIO	
	6	6	12
GRUPO EXPERIMENTAL (% óptimo de Poliestireno Expandido)	6	6	12
TOTAL			24

Fuente: Elaboración propia

El ensayo evalúa la resistencia a la humedad, clave para la vida útil de la estructura vial, ya que el agua debilita la cohesión entre los áridos y el asfalto. Por ende, permite anticipar el deterioro por humedad y fatiga, mejorando la durabilidad con un adecuado diseño y control de calidad.

TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5: Operacionalización de la variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN
Modificación por Vía Seca con Poliestireno Expandido	Cantidad poliestireno expandido como agregado fino	% en volumen de la mezcla asfáltica	2%, 3% y 4% del peso	Balanza

Tabla 6: Operacionalización de la variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN
Propiedades Físico - Mecánicas de la mezcla asfáltica	Propiedades físicas	Peso específico aparente y peso unitario	gr/cm ³	Peso específico aparente y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca MTC E 514
		Porcentaje de vacíos	%	Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas MTC E 505
		Peso específico teórico máximo	gr/cm ²	Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas MTC E 508
	Propiedades mecánicas	Estabilidad Marshall	Kg	Resistencia de mezclas bituminosas empleado el aparato Marshall
		Fluencia	mm	Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall MTC E 504
		Resistencia a la tracción indirecta (Humedad Inducida)	%	Modulo Resiliente Diametral para Mezclas Asfálticas ASTM D-4123
		Resistencia al desgaste (Cántabro)	%	Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo cántabro de pérdida por desgaste MTC E 515
		Resistencia a la segregación (Cántabro)	%	Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo cántabro de pérdida por MTC E 515
		Resistencia al daño inducido por humedad (Lottman)	%	Resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad MTC E 522

Tabla 7: Operacionalización de la variable Intervinientes

VARIABLE INTERVINIENTES	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR	METODO DE MEDICION
Penetración del asfalto	0.1 mm	60-70	Método de ensayo de penetración MTC E 304
Tamaño de agregados	mm	Mac 2	Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos MTC E 204
Tamaño de granos de Poliestireno Expandido	mm	Entre mallas N°4 y N°12	Análisis Granulométrico de agregados gruesos y finos MTC E 204
Tamaño de agregados pétreos y filler	mm	-	Análisis Granulométrico de agregados gruesos y finos - MTC E 204
Abrasión de agregados	%	40 máx.	Resistencia al desgaste en máquina de los Angeles - MTC E 207
Caras fracturadas de agregados gruesos	%	85/50	Porcentaje de caras fracturadas - MTC E 210
Salas Solubles totales de agregados	%	0.5 máx.	Salas solubles en agregados para pavimentos flexibles - MTC E 219
Partículas chatas y alargadas	%	10 máx.	ASTM 4791
Absorción de agregados gruesos	%	1 máx.	Peso específico y absorción de agregados gruesos - MTC E 206
Durabilidad de agregados (al sulfato de magnesio)	%	18 máx.	Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio - MTC E 209
Angularidad del agregado fino	Adimensional	30	Angularidad del agregado fino - MTC E 222
Absorción de agregados finos	%	0.5 máx.	Gravedad específica y absorción de agregados finos - MTC E 205
Equivalente de arena de agregados finos	Adimensional	60	Método de Ensayo para el valor de equivalente de arena de Agregado Fino - MTC E 114
Índice de plasticidad (Malla n° 200)	%	4 máx.	Determinación de límite plástico de los suelos e Índice de plasticidad - MTC E 111
Índice de plasticidad (Malla n° 40)	%	No presenta	Determinación de límite plástico de los suelos e Índice de plasticidad - MTC E 111

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 8: Investigación científica

RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTOS
Investigación Bibliográficas	Tesis, Artículos, etc.
Observación	Vista, Fotografías
Ensayos	Recolección de datos (Fichas)

DIAGRAMA DE FLUJO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

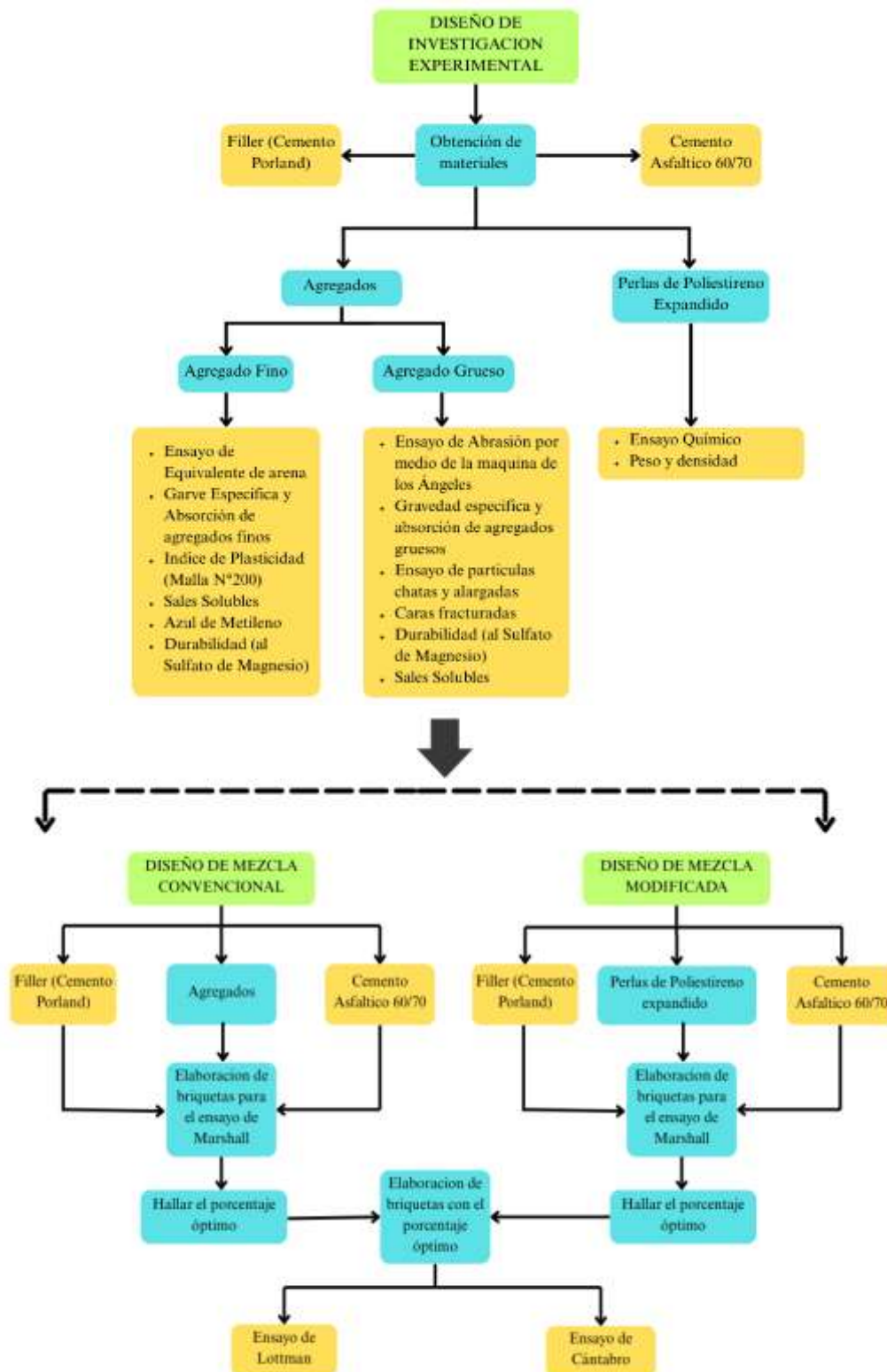


Ilustración 15: Diagrama de Flujo

METODOS

ENSAYOS A REALIZAR PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA

Ensayo de prueba de Marshall para el del diseño de mezclas ASTM D 1559, AASHTO T 245, NLT 159/86 (MTC E 504)

Para este ensayo se aplicará un diseño de mezclas, con dos tipos de tráfico: ligero y medio. Por lo cual se utilizará 3 muestras ya que un promedio óptimo para ver su estabilidad, flujo, asentamiento sin agrietamiento y resistencia al deslizamiento de las combinaciones bituminosas.

Ensayo Cántabro de perdida por desgaste MTC E 515

El ensayo evalúa la resistencia al desgaste en mezclas bituminosas modificadas y convencionales, ya que se usarán 4 muestras por tipo de tráfico (ligero y medio), considerando además la resistencia a la segregación y la durabilidad, bajo condiciones de pérdida de desgaste similares.

Ensayo de Tracción Indirecta del Diseño de Mezclas (MTC E 503)

Nos detalla, que se producirá 6 muestras para obtener un óptimo y después con la incorporación del poliestireno expandido. Además determine la carga máxima que soporta la mezcla antes de la rotura de las briquetas.

Ensayo de Resistencia de Mezclas Asfálticas Compactadas al Daño Inducido por Humedad (Lottman) (MTC E 522)

Se prepararán 6 muestras convencionales y 6 experimentales con incorporación de perlas de poliestireno expandido, para evaluar su resistencia al corte diagonal por los efectos del agua líquida y enfriamiento líquido.

Ensayo Rice (Densidad Teórica Máxima) (ASTM D 2041)

Indica los porcentajes adecuados de vacíos totales, que influyen en la calidad de la mezcla bituminosa, así como el contenido de vicios y la compactación, verificados mediante la gravedad máxima teórica.

PROCEDIMIENTO

Caracterización de agregados pétreos:

Para hacer la caracterización de los agregados, serán sometidos a diversas pruebas por ejemplo: Ensayo granulométrico, ensayo por resistencia a la abrasión, ensayo a la absorción de agua, ensayo a las Sales solubles totales, ensayo de Índice de Plasticidad, ensayo de partículas chatas y alargadas, prueba de caras fracturadas, ensayo de durabilidad (al Sulfato de Magnesio), Ensayo de azul de metileno y ensayo de equivalente de arena que son primordiales para diagnosticar la vida útil del pavimento.

Modificación por proceso vía seca de la mezcla asfáltica:

Para determinar el diseño de las mezclas bituminosas, se ejecuta la combinación de los agregados mediante un método de tanteo, de manera que la proporción final obtenida cumpla con las especificaciones establecidas en MAC 2.



Ilustración 16: Mallas para definir del MAC 2

Para la mezcla asfáltica tendrá un peso total de 1500 gramos, y el contenido de cemento asfáltico oscilará entre el 4% y el 6% del peso de la mezcla. Por lo tanto, el peso de los agregados será restando del peso total y la cantidad a las proporciones de filler y material bituminoso.

Por otro lado, para la modificación del agregado fino se toma en cuenta el volumen de la briqueta (diámetro y altura) para obtener los porcentajes del 2%, 3% y 4% del 55% de arena fina, después se determina la mitad de la briqueta, finalmente se calcula con cada porcentaje de poliestireno expandido.

Es por ello la investigación tenemos para los ensayos de materiales de agregados serán:

Ensayos realizados para el agregado grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T-27, ASTM D422 (MTC E 107-2000)

Se evalúa el tamaño de las partículas de los agregados pétreos en mezclas bituminosas mediante tamices, separando el material seco por aberturas de mayor a menor.

Equipos de laboratorio

- Balanza para el peso de la muestra que será ensayada.
- Tamices 1", 3/4", 1/2", 3/8", 4".
- Estufa de tamaño ideal para los agregados puestos con su muestra retenida.

Procedimiento

- Elegir una sucesión de tamices con diversos tamaños de aberturas, cumpliendo con las especificaciones del material. Además, colocarlo en orden, depende de su tamaño de abertura.
- Condicionar la proporción del material en un tamiz, para que las partículas puedan tener un mejor desempeño en las aberturas.
- Evaluar la carga de la muestra retenida en cada abertura, con una balanza.
- Luego que el peso total del material ya tamizado, debe ser cotejado con el peso original del material.



Ilustración 17: Tamizado del agregado grueso y muestra

Fuente: Propia, 2024

ENSAYO DE ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C-131 y ASTM C-535 (MTC E 207 – 2000)

Nos quiere decir que evalúa la capacidad de carga al desgaste de los componentes de origen natural o triturados, utilizando el equipo de los Ángeles utilizada con una fuerza abrasiva específica.

Equipos de laboratorio

- Balanza para el peso de la muestra
- Estufa
- Tamices 3/4", 1/2", 3/8".
- Máquina de los Ángeles
- Carga abrasiva, esferas de acero utilizadas en la Máquina de los Ángeles.

Procedimiento

- Se utilizó 5 kilogramos de piedra chancada, además la carga abrasiva y se inserta la muestra en el equipo de abrasión de los Ángeles y que hacen girar estructura cilíndrica a una velocidad de un rango 30 y 33 rpm, será un promedio de 500 vueltas. Además, debe tener un giro periférico constante. Luego la cantidad de vueltas, se extrae el contenido y procede pasar por el tamiz #10.
- Después que el agregado que esté limpio de impurezas, se consta en eliminar lavado antes y después del ensayo. Finalmente se dispone la pérdida de deterioro que tuvo la muestra original con que se descargó de la máquina

Granulometría de ensayo	Número de esferas	Peso Total g
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

*Ilustración 18: Cantidad de esferas para el ensayo de Abrasión
Fuente: MTC E 207*

Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		Pesos y granulometrías de la muestra de ensayo (g)			
mm	(alt)	mm	(alt)	A	B	C	D
37.5	1 ½"	-25.0	1"	1250 ± 25			
25.0	1"	-19.0	¾"	1250 ± 25			
19.0	¾"	-12.5	½"	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5	½"	-9.5	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5	3/8"	-6.3	¼"			2500 ± 10	
6.3	1 ¼"	-4.75	Nº 4			2500 ± 10	
4.75	Nº 4	-2.36	Nº 8				5000 ± 10
Totales				5000 ± 10	2500 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

*Ilustración 19: Granulometría para agregado grueso
Fuente: MTC E 207*



Ilustración 20: La resistencia al desgaste a la máquina de los Ángeles

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS, ASTM C-127 y AASHTO T-85 (MTC E 206 – 2000)

Equipos de laboratorio

- Balanza
- Recipientes metálicos para las muestras que serán pesadas sumergidas.
- Además, se utilizará dos clases de canastillas metálicas, de altura y base.
- Luego para agregados se tomará con tamaño inferior a 1 ½”.
- Se utilizará un dispositivo de suspensión, lo cual permite suspender las canastillas tras la inmersión.

Procedimiento

- El promedio de 2.5 kg, enjuagados y tener retenido en el tamiz N°4 (4.75), lo cual se secan con un peso constante.
- La muestra seca se sumergió en agua durante 24 horas.
- El material de los agregados se seca al agua.
- También se tendrá el peso del espécimen en seco superficial.
- La muestra ya estando con saturación interna, pero superficie seca, se pondrá en un recipiente de estructura de alambre y además se calcula el peso en condición sumergida.
- Luego, el espécimen se seca en un horno para mantener el peso.

Tamaño máximo nominal		Cantidad mínima de la muestra
mm	pulg	Kg
Hasta 12.5	1/2	2
19.0	3/4	3
25.0	1	4
37.5	1 1/2	5
50.0	2	8
63.0	2 1/2	12
75.0	3	18
90.0	3 1/2	25

Ilustración 21: Pesos de cada muestra Máximo Nominal

Fuente: MTC E 206 – 2000



Ilustración 22: Absorción del agregado grueso y su muestra final

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS ASTM D-5821 (MTC E210 – 2000)

La finalidad es calcular el tanto por ciento que tiene la muestra en masa del material, que presenta con fracturas en una o varias caras en los especímenes de agregados pétreos.

Equipos de laboratorio

- Balanza
- Tamices 1/2"
- Calcular manualmente y ver el resultado de los especímenes más simbólicos.
- Una espátula para dispersar el material (agregado grueso).

Procedimiento

- Obtenido el espécimen, obtenerlo en una zona extensa para examinar cada partícula del agregado, además si es la necesidad de lavarlo ya que el agregado a las veces está demasiado sucio.
- En tres recipientes se separa con la ayuda de una espátula, las piezas redondas y las que también tienen uno o dos más caras fracturadas.

- Luego si vemos que una partícula esta redondeadas y presenta una deformación muy pequeña, lo cual podemos decir que no “pieza fracturada”.
- Además, se considera una cara fracturada cuando tiene un 25% o más de su entorno de la pieza tenga una parte fracturada.
- Finalmente, los dos recipientes se pesan ya con las muestras hechas, y por ende tener el peso de las muestras dadas y las piezas contadas.

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de carga	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65 / 40	50 / 30
> 3 – 30	85 / 50	60 / 40
> 30	100 / 80	90 / 70

*Ilustración 23: Especificaciones para Caras Fracturadas
Fuente: Manual de carreteras - EG-2013.*



Ilustración 24: Muestras, dimensiones y conteo de caras fracturas

Fuente: Propia, 2024

DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS ASTM D-4791 (MTC E 221 – 2000)

Equipos de laboratorio

- Calibradores metálicos, para espesores y calibradores para longitudes, para determinar las dimensiones.
- Tamiz 3/4", 1/2".
- Balanza para el peso del agregado.
- Bandejas para las muestras y cuarteador.

Procedimiento

- Para la división del agregado grueso de forma aplanada, lo cual pasa cada partícula en el calibrador utilizado para medir el aplastamiento con la ranura.
- El material total que pasa por la ranura se pesa, de las tres muestras.
- También pasa la muestra por un calibrador de alargamiento.
- Finalmente se pesa las muestras ya separadas con cada una de sus taras.



Ilustración 25: Selección de muestras y peso de caras fracturas y alargadas

Fuente: Propia, 2024

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219 – 2000)

Este ensayo nos indica que es determinar la cantidad de cloruros y sulfatos, ya que serán sometidos a solubles en agua los agregados en las mezclas. Así mismo desarrollar su conteo y representación de que si existe sales o no.

Equipos de laboratorio

- Agua destilada
- Vasos precipitados, pipetas y filtros.
- Balanza
- Taras
- Jeringas para el agua para absorber agua.

Procedimiento

- La muestra debe secarse en una estufa a $5\pm 110^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante.
- Colocar el espécimen en un matraz, lo cual se agregará agua destilada en volumen suficiente, hasta el nivel del espécimen y ver su ebullición.

- Agitar en un recipiente durante 1 minutos, así mismo agitar constantemente durante un promedio de 10 min. Luego batir durante al menos 10 minutos hasta que el agua esté clara.
- Además, se determina las sales solubles si esta decantado el volumen.
- Después de enfriar, todo el hielo recogido se instala en una taza medidora y se trata con agua destilada. Si el volumen es mayor, solidificar por evaporación.
- Se escoge una proporción igual del espécimen entre 50 y 100 ml de muestra reconstituida y anotar el volumen.



Ilustración 26: Muestra y filtración de Sales solubles en agregado grueso

Fuente: Propia, 2024

ENSAYO DE DURABILIDAD MTC E 209

Evalúa la durabilidad de los áridos midiendo su resistencia a la desintegración frente a soluciones de sulfato y ciclos de secado en horno, simulando la acción de agente atmosféricos.

Equipos de laboratorio

- Tamices 3/4", 3/8", 4"
- Recipientes para las muestras en la solución
- Temperatura controlada
- Balanza
- Temperatura constante en el horno a 110 +/- 5°C

Procedimiento

- Sumergir las muestras en la solución por 16 a 18 horas.
- Las muestras se deben secar y dejar durante unos 15 minutos y meter en un horno a 110 grados centígrados.

- Tras retirar las muestras del horno, se enfriaron a temperatura ambiente y se pesaron a cada 4 horas durante 18 horas.



Ilustración 27: La desintegración del agregado grueso expuestos al sulfato de magnesio

Fuente: Propia, 2024

Ensayos realizados para agregado fino

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T-27, ASTM D422 (MTC E 107-2000)

La finalidad es determinar cuantitativamente el tamaño de las partículas y al finura del agregado mediante tamices rectangular, separando la muestra seca desde la abertura mayor hasta la menor.

Equipos de laboratorio

- Balanza
- Tamices para agregado fino
- Taras y estufas

Procedimiento

- Seleccione un grupo de espera que tenga el tamaño adecuado para cumplir con los requisitos del material que se está probando. Disponer los tamices clasificados según la abertura.
- Decretar y controlar la cantidad de cada abertura, para alcanzar su peso tamizado.
- Calcular la masa del espécimen conservada después del tamizado.
- El peso total del tamizado, se comprueba con el peso original del agregado.



Ilustración 28: Tamizado y peso del agregado fino para la mezcla asfáltica

Fuente: Propia, 2024

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419, AASHTO T 176 (MTC E 114 – 2000).

Nos indica este ensayo a calcular la medida del nivel de impurezas finas potencialmente dañinas en los agregados finos.

Equipos de laboratorio

- Cilindro graduado de plástico
- Tampón de caucho
- Tubo irrigador, de acero inoxidable
- Tubos flexibles
- Dos botellas que contienen (1 galón) de volumen, para detener la solución de cloruro de calcio)
- Se toma lectura, dependiendo del asentamiento que tienes las partículas del agregado fino.
- Embudo de boca ancha.
- Reloj para ver el tiempo de asentamiento (min. y seg.).
- Agitador

Procedimiento

- Vaciar la solución en el cilindro de plástico graduado con ayuda del sifón.
- Entrar la varilla al fondo del cilindro para remover todas las partidas del agregado.
- Después remover el cilindro en una posición horizontal y ver el tiempo que se asienta la muestra, con bastantes agitaciones con el tubo de acero inoxidable, ya que impulsa el

material fino del fondo a la superficie y ponerle en aplazamiento a las partículas de cada tipo de medición que va durante el proceso de equivalencia.

- Luego poner los cilindros verticalmente para que se remueva de nuevo sus partículas y toman sus asentamiento y consistencia.
- Dejar la estructura cilíndrica y la capacidad en descanso por 20 min., después apartar el conducto irrigador.
- Finalmente, un tiempo prolongado de sedimentación, leer y anotar la parte superior suspendida por el material dado.

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
$> 3 - 30$	50
> 30	55

Ilustración 29: Requisitos para Equivalente de arena

Fuente: EG- 2013



Ilustración 30: Solución con tubo irrigado y muestra de Equivalente de arena

Fuente: Propia, 2024

GRAVEDAD ESPECÍFICA EN AGREGADOS FINOS, ASTM C-128

La determinación de la gravedad específica aparente y bulk de los áridos finos se realiza con aparatos y métodos descritos en AASHTO T-84 y ASTM C-128.

Procedimiento

- Se hace una proporción de 1000 gr fino seca a un peso constante.
- Por ende, se deja por 24 horas en agua.
- Después se elabora una saturación superficial controlada seca de 500 gr. lo que se colocara en un recipiente de vidrio que se le hecha agua hasta llenarlo.

- Luego este agregado se seca del recipiente y después se pone al horno a peso constante.



Ilustración 31: Peso específico y muestra final sacado del horno del agregado fino

Fuente: Propia, 2024

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°40) ASTM D 4318, AASHTO T 90 (MTC E 111 – 2000)

Por conclusión en este ensayo no presenta Índice de Plasticidad.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N°200) (MTC E 111 y MTC E 100 – 2000)

El propósito es calcular el límite plástico de un suelo y determinar el índice plástico (I.P), si se conoce el límite líquido (L.L) para el mismo suelo.

Equipos de laboratorio, limite plástico

- Espátula
- Recipiente de porcelana (115 mm de diámetro).
- Balanza
- Horno
- Tamiz
- Agua destilada
- Láminas de vidrio para calcular las humedades.

Procedimiento, limite plástico

- Se utiliza 500 gr. para el ensayo.
- Coloque la muestra en un recipiente de porcelana y mezcle con 15 a 20 ml de agua destilada.
- Una vez que el agua se ha combinado perfectamente con el suelo y la consistencia requiera entre 30 y 35 golpes de la cazuela de bronce para cerrarse.

- Golpear la taza de bronce girando el fondo de ranura.
- Quitar una proporción de suelo del ancho de la espátula, perpendicular a la ranura y abarcando la zona de contacto, y colocarla en un recipiente adecuado.

Equipos de laboratorio, límite líquido

- Espátula.
- Recipiente con fines de almacenaje (115 mm de diámetro).
- Aparato del límite líquido (Casagrande)
- Calibrador
- Balanza y estufa

Procedimiento, límite líquido

- Coloque el espécimen a de suelo en la vasija de porcelana y mezclar bien con 15 a 20ml de agua destilada.
- Efectuar el agua en intervalos de 1 a 3ml, asegurándose de mezclar completamente cada adición con el suelo, tal como se indicó.
- Se necesita de 30 a 35 golpes de la cazuela de bronce.
- Golpear la taza de bronce girando hasta que ambas mitades de la pasta deben quedar en el fondo de la ranura.
- Tomar un pedazo de tierra del ancho de una espátula y muévelo de un lado a otro en ángulo recto con el camino, tome la parte del camino que está conectada y colóquela en un buen recipiente.



Ilustración 32: Muestras finales por la malla #200 del Índice de plasticidad

Fuente: Propia, 2024

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219 – 2000)

Es calcular la cantidad de cloruros y sulfatos, disueltos en agua en agregados pétreos elaborados en mezclas bituminosas.

Equipos de laboratorio

- Balanza y estufa
- Agua destilada
- Tubos de ensayo
- Soluciones de Nitrato y Cloruro
- Pipetas
- Filtros
- Vasos precipitados

Procedimiento

- La muestra debe secarse en una estufa a $5\pm 110^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante.
- Colocar el espécimen en un matraz, lo cual se agregará agua destilada en volumen suficiente, hasta el nivel de la muestra y ver su ebullición.
- Revolver en un recipiente durante 1 minutos. Así mismo agitar constantemente durante un promedio de 10 min.
- Batir durante al menos 10 minutos hasta que el agua esté clara.
- Determinar con reactivos químicos las muestras.
- Después de enfriar, todo el hielo recogido se pone en una taza medidora y se trata con agua destilada. Si el volumen es mayor, solidificar por evaporación.
- Efectuar una muestra de entre 50 y 100 ml de muestra reconstituida.



*Ilustración 33: Contenido de sales solubles
Fuente: Propia, 2024*

AZUL METILENO AASHTO TP 57

Proporciona ver la cantidad de contenido de arcillas deterioradas y material orgánico en el árido fino.

Equipos de laboratorio

- Bureta de 50 ml, color ámbar
- Cronómetro
- Matraz volumétrico
- Papel filtro
- Azul Metileno – grado reactivo
- Agua destilada
- Muestra de tamiz #200

Procedimiento

- Situar 10 gr. de material filtrado por la malla N°200, de muestra seca en un vaso volumétrico.
- Incorporar 30 ml de agua destilada y agitar la muestra hasta tener su coloración y compostura.
- Incorporar la bureta a la combinación con azul de metileno y agitar durante 1 minuto.
- Extraer con 1 varilla agitadora de vidrio con unas gotas de combinación y dejarlo derramar sobre un papel filtro hasta ver su coloración.
- Observar la gota en papel filtro hasta que mantenga su color y forme un anillo azul.
- Luego se remueve durante 5 minutos tras alcanzar el punto y se repite el análisis en el papel filtro como verificación. Si persiste el anillo se da por concluido.



Ilustración 34: Ensayo de azul de metileno

Fuente: Propia, 2024

ENSAYO DE DURABILIDAD ASTM C-88

Evalúa la durabilidad de los áridos, midiendo su resistencia a la desintegración tras ser expuestos a soluciones saturadas de sulfato de sodio o magnesio y a ciclos de secado en horno, simulando la acción de agente atmosféricos.

Equipos de laboratorio

- Tamices

TAMICES SERIE FINA	
150.0 mm	Nº 100
300.0 mm	Nº 50
600.0 mm	Nº 30
1.18 mm	Nº 16
2.36 mm	Nº 8
4.0 mm	Nº 5
4.75 mm	Nº 4

Ilustración 35: Tamices para agregado fino

Fuente: ASTM C – 88

- Recipientes para las muestras en la solución.
- Temperatura controlada
- Balanza con aforo de 500 gr. y sensibilidad, para luego pesar el árido fino.
- El horno debe estar a una temperatura a 110 +/- 5°C.

Procedimiento

- Sumergir los especímenes en la solución durante 16 a 18 horas.
- Las muestras se deben secar y dejar durante unos 15 minutos y meter en un horno a 110 grados centígrados.
- Tras sacar las muestras del horno, se enfriaron a temperatura ambiente y se pesaron cada 4 horas por 18 horas.



Ilustración 36: La desintegración del agregado fino expuestos al sulfato de magnesio

Fuente: Propia, 2024

ELABORACIÓN DE BRIQUETAS DE ASFALTO PARA CALCULAR EL CONTENIDO PATRON DE CEMENTO ASFALTICO MEDIANTE EL APARATO DE MARSHALL

Para evaluar el contenido óptimo de PEN 60/70 analizado con el ensayo Marshall, los agregados pétreos y el cemento asfáltico fueron calentados a la temperatura adecuada, asegurando una mezcla homogénea.

Los agregados calientes se combinaron con el cemento asfáltico hasta lograr una mezcla homogénea y con recubrimiento completo. Luego, se vertió en moldes para formar briquetas, las cuales se compactaron con el aparato de Marshall aplicando golpes estándar según el nivel de tráfico como ligero y medio, para lograr una densidad uniforme. Finalmente, las briquetas se enfriaron a temperatura ambiente y se desmoldaron cuidadosamente.

Posteriormente, fueron evaluadas en el aparato de Marshall para determinar la estabilidad y flujo, aplicando una carga axial hasta el punto de falla. Finalmente, los resultados se definió el contenido óptimo de cemento asfáltico que cumple los parámetros técnicos y las propiedades mecánicas requeridas.



Ilustración 37: Peso y desmoldadas de briquetas

Fuente: Propia, 2024

ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA EN MEZCLAS BITUMINOSAS (RICE) ASTM D 2041

El método Rice determinamos que los agregados, el filler y el PEN 60/70, nos ayuda a determinar su densidad máxima que puede alcanzar en unas mezclas si es que todos componentes estén en contacto perfecto y no tenga vacíos entre sus partículas, por ello será para cada briqueta que estén dados en la muestra patrón que son por el tráfico ligero y medio para las mezclas asfálticas.

Procedimiento

- A continuación, la muestra patrón de cada porcentaje que son 4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6%, escogemos una muestra muy representativa y por ende ponerlo al horno a una temperatura por 24hrs para su desintegración.
- Tras la desintegración, pesar briquetas de 1500 gr. y ensayarlas en la maquina Rice con agua, recipiente transparente y vacío para observar burbujas.
- Además, pondremos la muestra y esperamos como aproximadamente 5 a 15 min por muestra. Después de sacar el oxígeno que tiene las muestras, después se logra sacar el agua excedente que llegue a una línea específica del envase.
- Finalmente se realiza el pesaje de la muestra, agua y el recipiente para así determinar su peso final de cada porcentaje de la muestra.



Ilustración 38: Briquetas desmoldadas
Fuente: Propia, 2024

ELABORACIÓN DE BRIQUETAS DE ASFALTO PARA CALCULAR EL CONTENIDO EXPERIMENTAL (SUSTITUCION DE PORCENTAJES AL AGREGADO FINO) CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

Primero se considerarán dos tráficos: Ligero y Medio, en función de ello, se calculará el peso de los agregados fino, gruesos, filler y el PEN60/70, determinando las cantidades para tres briquetas con un peso total aproximado de 4500 gr, dado que cada uno pesa 1500gr.

Tras sustituir el agregado fino, se mide la altura de la briqueta para calcular el volumen de poliestireno expandido en perlas, así mismo usamos el 2%, 3% y 4%.

Asimismo, se determinó el volumen con un vernier y se usaron contenidos de cemento asfáltico de 4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6%; filler de 60 gr. por cada 3 briquetas y peso PEN ajustado al porcentaje. Por lo cual, contempla la elaboración de 90 briquetas.



Ilustración 39: Briquetas experimentales con perlas de poliestireno expandido
Fuente: Propia, 2024

ELABORACIÓN DEL ENSAYO DE FLUJO Y ESTABILIDAD

El flujo mide la deformación diametral de la briqueta antes de su rotura y evalúa la capacidad de la carpeta asfáltica para resistir cargas bajas del tráfico.

Para la estabilidad se obtiene mediante la compresión diametral y refleja la resistencia y disposición de los agregados. Es así, que el ensayo de Marshall determina la estabilidad y al deformación de la mezcla frente a altas temperaturas.



Ilustración 40: Briquetas convencionales y modificadas con perlas de poliestireno expandido

Fuente: Propia, 2024

ENSAYO DE CANTABRO DE PERDIDA POR DESGATE (MTC E 515)

El ensayo Cántabro evalúa la pérdida por desgaste de los materiales bituminosos, también las briquetas tipo Marshall se someten a la Máquina de los Ángeles para simular su deterioro y medir sus resistencia. Además, se ve las consecuencias que los materiales como los agregados superficiales se separan dados por el impacto abrasivo de la maquina con 300 revoluciones, ya que no se utilizan las esferas. Por otro lado, se calcula el material desgastado en comparación con el peso inicial de las briquetas. Finalmente, el ensayo esta puesto que el contenido óptimo de mezclas asfálticas incluidas las modificadas con perlas poliestireno expandido de 2%, 3% y 4%; que son para los tráficos ligero y medio, que son 4 especímenes para cada contenido de cada porcentaje.



Ilustración 41: Briquetas para el ensayo de Cántabro de pérdida por desgaste

Fuente: Propia, 2024

Aparte se representa las briquetas con un panorama bien específica, donde las muestras (briquetas) han sido afectadas por este ensayo.



Ilustración 42: Briquetas después del ensayo de Cántabro por desgaste

Fuente: Propia, 2024

ENSAYO DE LOTTMAN (MTC E 522)

Nos quiere decir que el ensayo de Lottman antepone el deterioro causado por la humedad. Asimismo, se hará por dos estados: húmedo y seco. Es más, la prueba de tracción indirecta se determina calculando las variaciones en la capacidad de soporte a la tracción diametral, por los dos estados. Encima se vincula con las muestras tratadas en agua y saturadas en estado seco. Luego, se comparó con todos los especímenes para cada tráfico tanto ligero como medio, que serán sometidos por el aparato de Marshall, que será disponibles para el diseño de Lottman. Por lo tanto, para la preparación se llevó a cabo este ensayo, realizando pruebas predeterminadas como el peso específico y el ensayo del Rice de las muestras.



Ilustración 43: Peso específico y Rice para el ensayo de Lottman

Fuente: Propia, 2024

Por otro lado, se coloca las muestras, tanto la modificada como la convencional, para así que el proceso de congelación sea a una temperatura de -18°C , por durante aproximadamente 16 horas, tal como los especímenes son sometidos a una fase de exposición térmica durante 24 horas también a una temperatura constante de 60°C . En definitiva, se procede a estabilizar las briquetas a temperatura de 25°C para la elaboración de la prueba. En términos sencillos se aplica también a 6 briquetas; 3 de cada muestra. Las otras 6 briquetas se ensayan directamente sin haber sido sometidos a previamente a ciclos de enfriamiento y las exposiciones térmicas previamente.



Ilustración 44: Briquetas a 60°C y a -18°C

Fuente: Propia, 2024

Posteriormente se dispone a las 12 briquetas al ensayo de Tracción Indirecta con el aparato de Marshall, ya que además se determina el porcentaje de capacidad de soporte que no se debe exceder al 80%. Que finalmente es el último procedimiento que se hace del ensayo de Lottman convencional como el modificado.



*Ilustración 45: Briqueetas con el ensayo de Tracción Indirecta
Fuente: Propia, 202*

ENSAYO DE PENETRACIÓN (MTC E 304)

El ensayo evalúa la consistencia del cemento asfáltico; a mayor penetración, mayor blandura. Si supera 350 con aguja larga, se usa aguja corta. La aguja se limpia, se instala en el penetrómetro. Inclusive la muestra se coloca directamente en el soporte sumergido del penetrómetro, que además en el indicar se verifica el nivel y se registra la lectura.

Por otro lado, se ajusta la aguja que toque la superficie de la muestra. Se realizan tres mediciones en puntos distintos, separados entre sí y a al menos 10mm del borde. Se usa una aguja limpia; si la penetración supera 200, se emplean tres agujas para completar las mediciones.



*Ilustración 46: Ensayo de penetración
Fuente: Propia, 2024*

ELABORACION DEL ASENTAMIENTO GRADUAL SIN AGRIETAMIENTO MEDIANTE EL ENSAYO DE ESTABILIDAD

En la estabilidad y flujo miden la deformación e la briqueeta antes de la rotura. Este ensayo evalúa el comportamiento estructural de la mezcla bituminosa bajo carga sostenida y

temperatura, simulando tráficos ligero y medio. La mezcla debe estar bien diseñada y compactada para deformarse sin agrietarse prematuramente y mantener su capacidad estructural. Se ensayan briquetas convencionales y modificadas, analizando su resistencia y tiempo bajo ambas condiciones de tráfico.



Ilustración 47: Asentamiento gradual sin agrietamiento mediante el ensayo de estabilidad

Fuente: Propia, 2024

Resultados y discusión

RESULTADOS

A) Ensayos en agregados

Ensayo de Absorción de agregado grueso

Tabla 9: Resultados del ensayo de absorción de agregado grueso

Peso específico de masa	(g/cm ³)	2.458
Peso esp. de masa sat. sup. seco	(g/cm ³)	2.464
Peso específico aparente	(g/cm ³)	2.472
Porcentaje de absorción	(%)	0.22

Se obtuvo que la absorción del agregado grueso es de 0.22%.

Ensayo de abrasión de los Ángeles

Tabla 10: Resultados del ensayo del ensayo de Abrasión de los Ángeles

% de desgaste por abrasión	15.1
% de uniformidad	0.3

Se obtuvo del ensayo de abrasión del agregado grueso un valor de 15.1%.

Ensayo de Sales Solubles Totales

Tabla 11: Resultados del ensayo Sales Solubles Totales

Cantera	: Tres tomas (Ferreñafe)		
Muestra	: Piedra chancada		
01	Relación de la mezcla suelo – agua destilada		5.00
02	Número de beaker		1
03	Peso de beaker	gr	51.83
04	Peso de beaker + residuo de sales	gr	51.92
05	Peso de residuo de sales	gr	0.09
06	Volumen de la solución tomada	ml	100
07	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	900
08	Constituyentes de sales solubles totales	%	0.09

Se adquirió 0.09% de sales solubles totales

Ensayo de caras fracturadas

Con una cara fracturada

Tabla 12: Resultados del ensayo de una cara fracturada

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	24.9%
---	--------------

Con dos caras fracturadas

Tabla 13: Resultados del ensayo de dos caras fracturadas

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS	30.7%
---	--------------

Se obtuvo del ensayo de una cara fracturada 24.9% y con dos caras fracturadas 30.7% del agregado grueso.

Ensayo de partículas chatas y alargadas

Tabla 14: Resultados del ensayo Partículas chatas y alargadas

Peso total de la muestra	(g)	400.0		
Partículas chatas y alargadas	(%)	89.0	Especificación	12% Max.
Total de chatas y alargadas	(%)	11.0		

Se determinó un total de chatas y alargadas 11% del agregado grueso.

Ensayo de Durabilidad (Sulfato de Magnesio)

Tabla 15: Resultados del ensayo de Durabilidad de agregado grueso

Tamaño de los tamices		Gradación	Gradación de la	Peso de las Fracciones	Nº de	Peso Ret.	Pérdida	Pérdida	Nº de
Pasa	Retiene	Original	Muestra Originales	comprendido antes del ensayo (g)	Partículas	después del ensayo (g)	Total	Corregida	Partículas
		(peso)	(%)				(%)	(%)	
2 1/2"	2"	0	0.0	0	0	0			0
63 mm	50 mm								
2"	1 1/2"	0	0.0	0	0	0			0
50 mm	37.5 mm								
1 1/2"	3/4"	0	0.0	0	0	0	0	0	0
37.5 mm	19 mm								
3/4"	1/2"	1475	31.0	1000	340	905	9.5	2.9	210
19 mm	12.5 mm								
1/2"	3/8"	1388	29.2	1000	532	905	9.5	2.8	145
12.5 mm	9.5 mm								
3/8"	Nº 4	1898	39.9	300	550	248.2	17.3	6.9	
9.5 mm	4.75 mm								
Totales		4761	100.0	2300		2058.2		12.6	

Se obtuvo del ensayo al sulfato de magnesio 12.60%

Ensayo de Absorción del agregado fino

Tabla 16: Resultados del ensayo de Absorción de agregado fino

Peso específico de masa	(g/cm ³)	2.626
Peso esp. de masa sat. sup. seco	(g/cm ³)	2.648
Peso específico aparente	(g/cm ³)	2.683
Porcentaje de absorción	(%)	0.81

Se determinó que el ensayo de Absorción del agregado fino es de 0.81%.

Ensayo de Equivalente de arena

Tabla 17: Resultados del ensayo de Equivalente de arena

Descripción	C - 1		
	1	2	3
Muestra n°	N° 4	N° 4	N° 4
Tamaño máximo (mm.)	N° 4	N° 4	N° 4
Hora de entrada	5.01	5.05	5.10
Hora de salida	5.51	5.55	5.60
Hora de entrada	5.15	5.20	5.25
Hora de salida	5.35	5.40	5.45
Altura máxima del material fino (cm.)	7.60	7.50	7.50
Altura máxima de la arena (cm.)	4.50	4.40	4.50
Equivalente de arena	59.2 %	58.7 %	60.0 %
Equivalente de arena (Ea)	60 %		

Se determino que en el ensayo de Equivalente de arena del agregado fino un promedio de 60% de las siguientes muestras.

Ensayo de sales solubles totales

Tabla 18: Resultados del ensayo de Sales Solubles Totales

Relación de la mezcla suelo – agua destilada		5.00
Número de beaker		2
Peso de beaker	g	51.83
Peso de beaker + residuo de sales	g	51.90
Peso de residuo de sales	g	0.07
Volumen de la solución tomada	ml	100
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	700
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.07

Se adquirió 0.07% de sales solubles totales

Ensayo de Azul de Metileno

Tabla 19: Resultados del ensayo de Azul de Metileno

Muestra	Azul de Metileno	Cantidad de Solución	Peso del Material Fino (N° 200)	Resultado	Especificación EG -213	
					Mín.	Máx.
AGREGADO FINO - pasa 200	Cada 0.5 ml	16.0	50.0	3	-	8
		16.0	50.0	3		

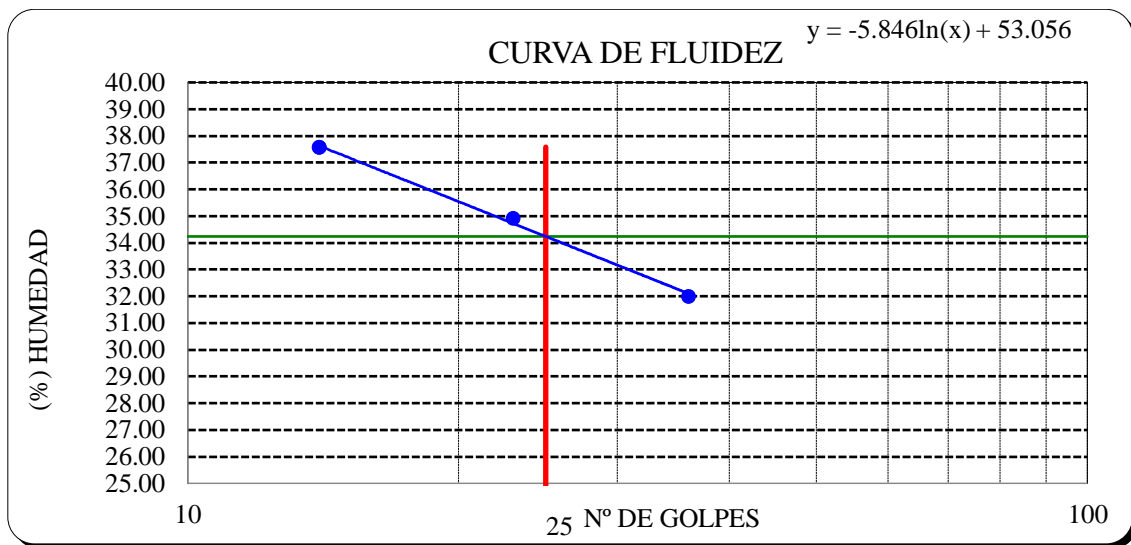
Se determinó para el ensayo de azul de metileno un promedio de 3.

Ensayo de Índice de plasticidad (N° 200)

Tabla 20: Resultados del ensayo de Índice de Plasticidad N°200

Consistencia física de la muestra	
Límite Líquido	34.24
Límite Plástico	31.53
Índice de Plasticidad	2.71

Se determino que para el agregado fino tiene un índice de plasticidad para el tamiz N°200 de 2.71%.



Gráfica 1: Índice de Plasticidad N°200

Ensayo de Índice de plasticidad (n°40)

Se evidencio, que elaborando mediante la malla n°40, que el agregado fino no presenta plasticidad.

Ensayo de durabilidad (al sulfato de magnesio)

Tabla 21: Resultados del ensayo de Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)

Tamaño de los tamices		Gradación Original	Gradación de la Muestra Originales	Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo	Peso Ret. después del ensayo	Pérdida Total	Pérdida Corregida
Pasa	Retiene	(peso)	(%)	(g)	(g)	(%)	(%)
3/8"	Nº 4	0	0.0	100	0	100.0	0.0
9.5 mm	4.75 mm						
Nº 4	Nº 8	142.7	10.0	100	85.58	14.4	1.4
4.75 mm	2.36 mm						
Nº 8	Nº 16	228.6	16.0	100	95	5.0	0.8
2.36 mm	1.18 mm						
Nº 16	Nº 30	318.8	22.3	100	96	4.0	0.9
1.18 mm	600 µm						
Nº 30	Nº 50	331.1	23.1	100	86.4	13.6	3.1
600 µm	300 µm						
Nº 50	Nº 100	230.1	16.1	100	85	15.0	2.4
300 µm	150 µm						
Nº 100		181.4	12.7	100	36	64.0	8.1
150 µm							
Totales		1432.7	100.0	700	483.98		16.8

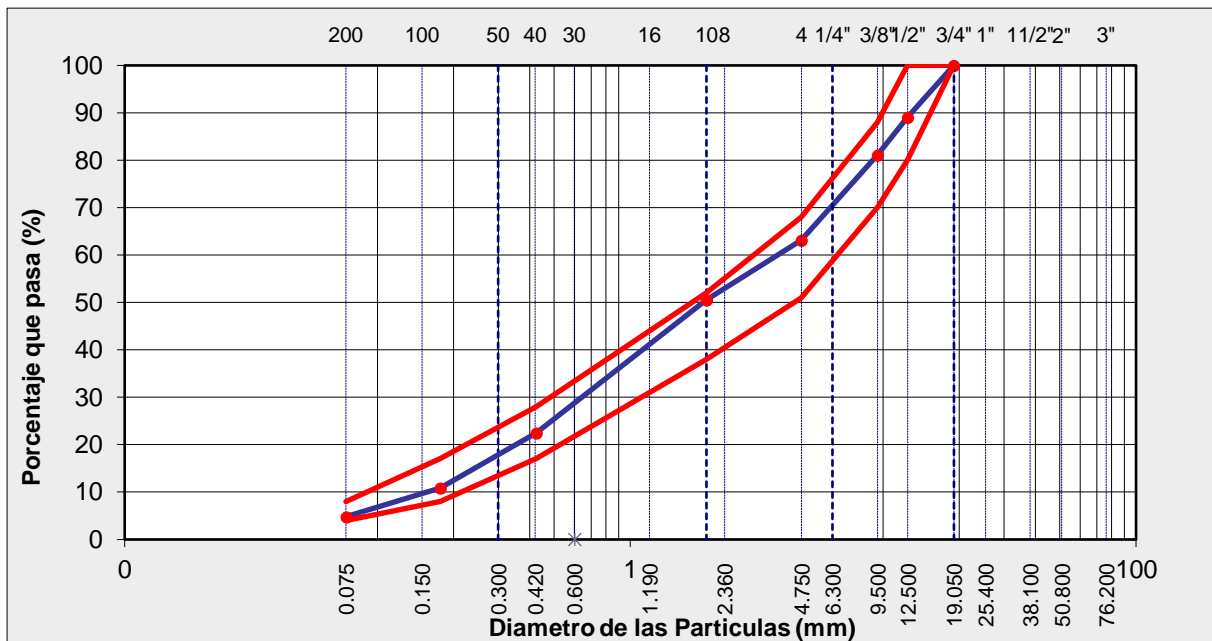
Se determinó que para el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio 16.8%.

B) Diseño de mezcla asfáltica

Para el análisis granulométrico de la mezcla de agregados tanto para fino y grueso para la combinación bituminosa, por ello se realiza la elaboración de diferentes mezclas a prueba y elaboración de datos obtenidos, se determinó encontrar una gradación específica y cumplir con los parámetros del MAC 2, según encontrado y establecido en [6].

Tabla 22: Resultados del ensayo Granulométrico para la mezcla asfáltica

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0			100.0		100
1/2"	12.500	439	11.0	11.0	89.0	80	100
3/8"	9.500	319	8.0	18.9	81.1	70	88
Nº 4	4.750	717	17.9	36.9	63.1	51	68
Nº 10	2.000	226.2	12.5	49.4	50.6	38	52
Nº 40	0.425	509.1	28.2	77.6	22.4	17	28
Nº 80	0.177	208.8	11.6	89.1	10.9	8	17
Nº 200	0.075	109.0	6.0	95.2	4.8	4	8
< Nº 200	FONDO	86.9	4.8	100.0			



Gráfica 2: Resultado de la Curva Granulométrica de los agregados

Se determinó, que cumple con los parámetros granulométricos (en el rango de límite superior y límite inferior), cumpliendo con las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras.

DENSIDAD TEORICA MAXIMA (RICE)

Se obtuvo en su densidad teórica máxima (peso específico máximo de la muestra) en los 5 porcentajes de cemento asfáltico en el siguiente cuadro:

Tabla 23: Resultados del ensayo de Densidad Teórica Máxima

Porcentaje de asfalto	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1. Peso del frasco	575	575	575	575	575
2. Peso del frasco + agua	2718	2657	2555	2706	2702
3. Diferencia del peso (04) - (05)	1896	1804	1746	1776	1809
4. Peso del frasco + muestra + agua	4056.0	4269.0	4126.0	4236.0	4169.0
5. Peso neto de la muestra	2160	2465	2380	2460	2360
6. Agua desplazada (2) - (3)	822	853	809	930	893
7. Peso específico máximo de la muestra (5) / (6)	2.628	2.890	2.942	2.645	2.643

Se determinó para el cemento asfáltico para cada porcentaje 4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6% cumplen con los parámetros establecidos.

DOSIFICACION DE LAS MUESTRAS (BRIQUETAS)

Dentro de encontrar los porcentajes del cemento asfáltico podemos apreciar las proporciones generadas por el análisis granulométrico de los porcentajes de agregados.

Tabla 24: Dosificación en % para mezcla asfáltica convencional – Tráfico Ligero

DISEÑO PATRON - TRAFICO LIGERO					
PEN	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	35.39%	35.20%	34.80%	34.80%	34.80%
Arena	50.05%	57.43	56.77%	56.77%	53.94%
Filler	14.56%	7.36%	8.43%	8.43%	11.26%

En la tabla 24 se indica la dosificación de los porcentajes de las mezclas asfálticas convencionales para el tráfico ligero.

Tabla 25: Dosificación en % para mezcla asfáltica convencional – Tráfico Medio

DISEÑO ADICION - TRAFICO MEDIO					
PEN	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	35.39%	35.20%	34.80%	34.80%	34.80%
Arena	50.05%	57.43	56.77%	56.77%	53.94%
Filler	14.56%	7.36%	8.43%	8.43%	11.26%

En la tabla 25 se indica la dosificación de los porcentajes de las mezclas asfálticas convencionales para el tráfico medio.

RESULTADOS DEL ENSAYO DE MARSHALL

a. Mezcla Asfáltica con asfalto convencional

A continuación, se muestra el contenido óptimo de asfalto correspondiente a la mezcla convencional para los tráficos ligero y medio.

Tabla 26: Resultados de la muestra convencional en el Tráfico Ligero

RESULTADOS	
Parámetros	Tráfico Ligero
Optimo Contenido C. A	4.7
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.256
Vacíos (%)	4.50
Vacíos del Agregado mineral (%)	14.50
Vacíos Llenados de C.A (%)	60.00
Flujo (mm)	8.69
Estabilidad (Kg)	2920
Relación Polvo Asfalto	0.98

Sin la integración de las perlas de poliestireno expandido, su contenido óptimo de cemento asfáltico es 4.70%. El peso unitario es 2.256 gr/cm², con 4.50% de vacíos. Además, los vacíos de agregado mineral son 14.50%, y vacíos llenados de cemento asfáltico es 60%.

También se concluye que el flujo es 8.69 mm y la estabilidad 2920 kg. Finalmente la relación de polvo asfalto de 0.98, indica buen desempeño a la mezcla.

Tabla 27: Resultados de la muestra convencional en el Tráfico Medio

RESULTADOS	
Parámetros	Trafico Medio
Optimo Contenido C.A	4.3
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.256
Vacios (%)	4.20
Vacios del Agregado mineral (%)	14.20
Vacios Llenados de C.A (%)	70.00
Flujo (mm)	8.76
Estabilidad (Kg)	3120
Relación Polvo Asfalto	0.90

Para esta mezcla, sin la incorporación de las perlas de poliestireno expandido, el contenido óptimo de cemento asfáltico es 4.30%. El peso unitario es 2.256 gr/cm² y los vacíos es 4.20%. Además, los vacíos de agregado mineral son 14.20% y los vacíos llenados de cemento asfáltico 70%. Luego el flujo es de 8.76 mm y la estabilidad 3120 kg. Finalmente la relación de polvo asfalto es 0.90, por lo que se toma como una referencia para las mezclas asfálticas modificadas.

MEZCLA ASFALTICA CON ASFALTO MODIFICADO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

b. Mezcla asfáltica con cemento asfáltico optimo y 2%, 3% y 4% de perlas de poliestireno expandido como agregado fino para Tráfico Ligero

Tabla 28: Resultados de mezclas asfálticas modificadas para Tráfico Ligero

RESULTADOS			
Tráfico Ligero			
Porcentajes de la mezcla asfáltica modificadas	2%	3%	4%
Optimo Contenido C. A	4.9	4.9	5.0
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.480	2.380	2.448
Vacios (%)	4.00	6.75	6.50
Vacios del Agregado mineral (%)	13.40	15.10	14.20
Vacios Llenados de C.A (%)	62.00	57.00	64.00
Flujo (mm)	11.07	10.16	14.86
Estabilidad (Kg)	3535	3286	3120
Relación Polvo Asfalto	1.01	1.02	1.04

- Para el 2% de mezclas asfálticas modificadas (tráfico ligero), el contenido óptimo del cemento asfáltico es 4.9%, el peso unitario es 2.48 gr/cm², con 4% de vacíos, mientras los vacíos de agregado mineral son 13.40% y los llenos de asfalto 62%. El flujo es 11.07 mm, la estabilidad 3535 kg y la relación de polvo-asfalto 1.01.
- Para el 3% de mezclas bituminosas modificadas (tráfico ligero), el contenido óptimo de cemento asfáltico es 4.9%. El peso unitario es 2.38 gr/cm², con 6.75% de vacíos, luego los vacíos del agregado mineral son 15.10%, los llenos de asfalto 57%. Finalmente, el flujo es 10.16 mm y estabilidad es de 3286 kg menor que 2% modificado y la relación de polvo asfalto 1.02.
- Para el 4% de mezclas asfálticas modificadas (tráfico ligero) el contenido óptimo de cemento asfáltico es 5%, aparte el peso unitario es 2.448 gr/cm², por añadidura los vacíos del agregado mineral es 6.50%, asimismo los vacíos de porcentajes mineral son de 14.20% y vacíos llenados de cemento asfáltico es de 64%. Por un lado, el flujo es 14.86 mm y la estabilidad 3120 kg, menor que al 3% modificado y la relación de polvo asfalto es 1.04.

c. Mezcla asfáltica con cemento asfáltico óptimo, con 2%, 3% y 4% de perlas de poliestireno expandido como agregado fino para Tráfico Medio

Tabla 29: Resultados de mezclas asfálticas modificadas para Tráfico Medio

RESULTADOS			
Tráfico Medio			
Porcentajes de la mezcla asfáltica modificadas	2%	3%	4%
Óptimo Contenido C. A	5.3	4.6	5.0
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.451	2.451	2.428
Vacíos (%)	6.57	5.60	6.25
Vacíos del Agregado mineral (%)	14.20	14.20	14.20
Vacíos Llenados de C.A (%)	66.00	60.00	60.00
Flujo (mm)	9.19	10.11	10.67
Estabilidad (Kg)	3620	3350	4890
Relación Polvo Asfalto	1.11	0.95	1.05

- Para el 2% de mezclas asfálticas modificadas (tráfico medio), el contenido óptimo de cemento asfáltico es 5.3%. El peso unitario es 2.451 gr/cm², con 6.57% de vacíos, mientras los vacíos de agregado mineral son 14.20% y vacíos llenados de cemento asfáltico 66%. El flujo es 9.19 mm y la estabilidad 3620 kg y la relación de polvo asfalto 1.11.

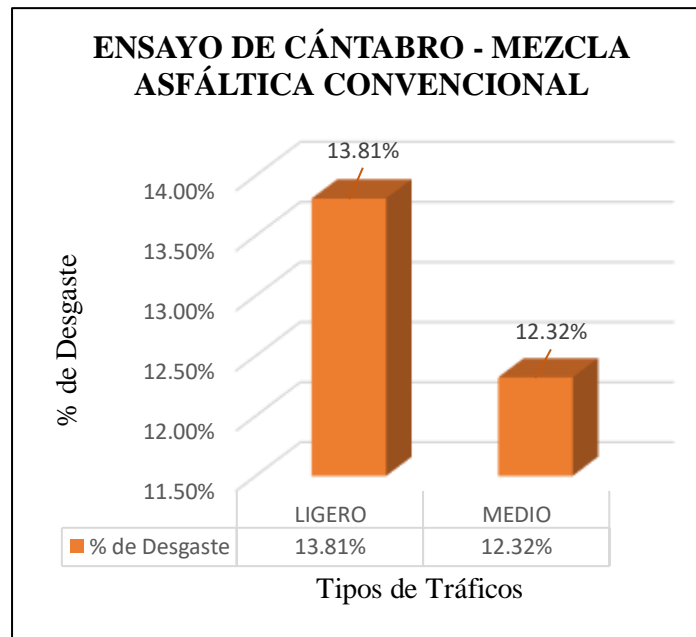
- Para el 3% de mezclas asfálticas modificadas (tráfico medio), el contenido óptimo de cemento asfáltico es 4.6%, además el peso unitario es 2.451 gr/cm², con 5.60% de vacíos, luego los vacíos de porcentajes mineral son de 14.20%, los vacíos llenados de cemento asfáltico es 60%. Finalmente, el flujo es 10.11 m y la estabilidad 3350 kg que disminuyo su resistencia con respecto al 2% modificado y la relación de polvo asfalto 0.95.
- Para el 4% de mezclas asfálticas modificadas (tráfico medio), el contenido óptimo de cemento asfáltico es 5%. El peso unitario es 2.428 gr/cm², con 6.25% de vacíos, asimismo los vacíos de agregado mineral son 14.20% y vacíos llenados de cemento asfáltico es 60%. Por un lado, el flujo es 10.67 mm y la estabilidad 4890 kg, lo cual es la máxima capacidad de resistencia a comparación de los porcentajes modificados como 2% y 3% y la relación de polvo asfalto de 1.05.

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CÁNTABRO

Tabla 30: Resultados del ensayo de Cántabro

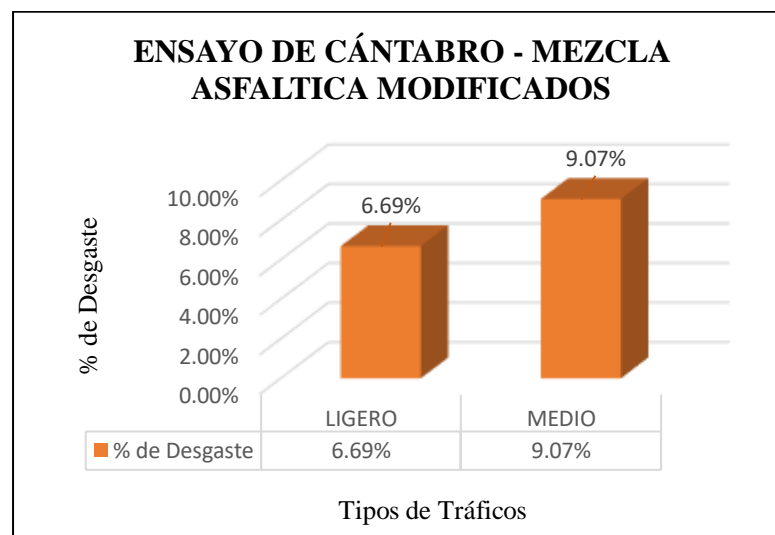
ENSAYO CANTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS		
TIPO DE BRIQUETA	TIPO DE TRAFICO	% PROM. DESGASTE
CONVENCIONAL	LIGERO	13.81%
	MEDIO	12.32%
MODIFICADA	LIGERO	6.69%
	MEDIO	9.07%

En la presente tabla se visualiza los resultados del ensayo de cántabro que se ha elaborado por una temperatura de 25°C, con el fin de evaluar la capacidad de resistencia, por lo que la misión es ver el desgaste de las mezclas convencionales y modificadas que están dadas por dos tráfico como ligero y medio. Lo cual se puede apreciar que las muestras convencionales tienen una mayor susceptibilidad al desgaste a comparación de las modificadas, tal como se aprecia en los porcentajes dados. Por ende, en los convencionales para el tráfico ligero es de 13.81% y medio 12.32% y para las modificadas tanto para el ligero es de 6.69% y tráfico medio 9.07%.



Gráfica 3: Resultados de ensayo de Cántabro de mezclas asfálticas convencionales

Nos quiere indicar que el tráfico ligero tiene más desgaste en un 13.81% que el tráfico medio de un 12.32%, de acuerdo con lo establecido, las perlas de poliestireno expandido influyen en su estabilidad y desgaste en vida útil del pavimento.



Gráfica 4: Resultados de ensayo de Cántabro de mezclas asfálticas modificados

Nos quiere indicar que el tráfico ligero modificadas tiene menor desgaste en un 6.69%, que el tráfico medio de 9.07%, por ende, nos quiere decir, que las perlas de poliestireno expandido mejoran su comportamiento de desgaste.

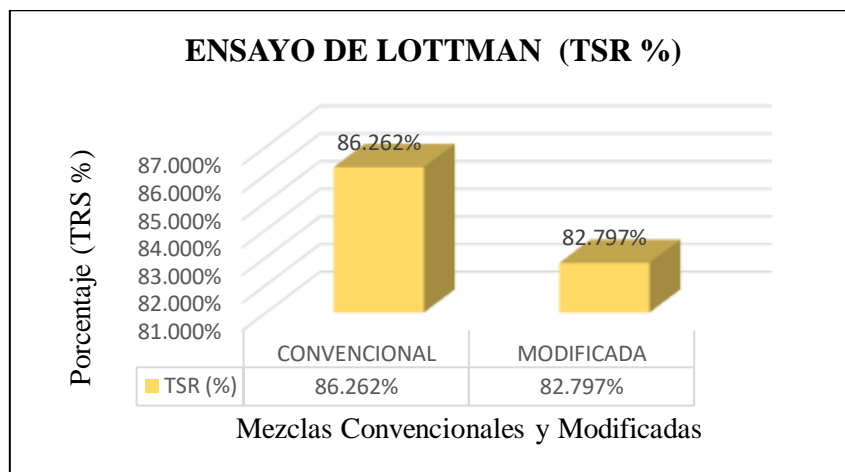
1. RESULTADOS DE ENSAYO DE LOTTMAN

Tabla 31: Resultados del ensayo de Lottman convencional – Tráfico Ligero

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR) =	86.262%
---	----------------

Tabla 32: Resultados del ensayo de Lottman modificado – Tráfico Ligero

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR) =	82.797%
---	----------------



Gráfica 5: Resultados del ensayo de Lottman convencional y modificado – Tráfico Ligero

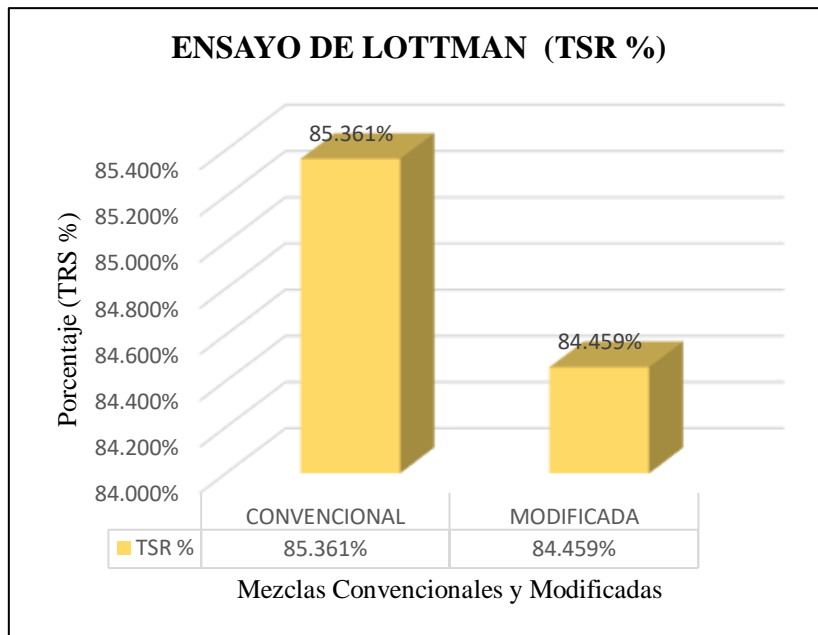
Los resultados del Ensayo de Lottman de la mezcla asfáltica del tráfico Ligero muestra según la Tabla 57, se obtiene un 86.262% tiene mayor índice susceptibilidad a la humedad, mientras en la Tabla 58 es menor, con 82.797 % . Ambos valores cumplen el mínimo del 80 % establecido por la norma EG-2013, lo que permite evaluar su comportamiento frente a la humedad.

Tabla 33: Resultados del ensayo de Lottman convencional – Tráfico Medio

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR) =	85.361%
---	----------------

Tabla 34: Resultados del ensayo de Lottman modificado – Tráfico Medio

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR) =	84.459%
---	----------------



Gráfica 6: Resultados del ensayo de Lottman convencional y modificado – Tráfico Medio

Los resultados del Ensayo de Lottman para la mezcla asfáltica del tráfico Medio indican que en la Tabla 32 presenta un 85.361% de susceptibilidad a la humedad, mientras en la Tabla 33 muestra un valor menor de 84.459%. Ambos cumplen el mínimo de 80 % establecido por la norma EG-2013. Este ensayo permite evaluar el comportamiento frente a la humedad, ya que mide la variación en la resistencia a la tracción indirecta tras el acondicionamiento en agua y la saturación.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

• CURVA TGA (Análisis Termo gravimétrico) Y ATD (Análisis termo diferencial)

La evaluación se realizó mediante un espectrómetro de fluorescencia rayos X, con marca de Bruker, modelo S2-PICOFOX, empleando un tubo de Molibdeno (Mo) como fuente de rayos X y un tiempo de 2000 segundos.

El análisis Termo gravimétrico evidencia la descomposición térmica mediante la pérdida de masa con la temperatura, dos etapas: una más intensa pérdida que la otra entre 250 y 450°C y la otra menor entre 600 y 700°C, posteriormente la pérdida es gradual. En total, el material pierde cerca del 12% de masa inicial.

- Según el ensayo basado en la norma ASTM C25 y el Análisis Térmico Diferencial los resultados fueron:

Tabla 35: Resultados de la composición química del Poliestireno Expandido

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
NITRATO DE SODIO (NaNo3)	15.36	Espectrometría de fluorescencia de rayos X
CLORURO DE POTASIO (KCl)	54.18	
SULFATO FERROSO (FeSO4)	8.3	
FOSFATO BIPOTASICO (K2HPO4)	0.62	
SULFATO DE MAGNESIO (MgSO4)	1.57	
CARBONATO DIMETILO (C3H6O3)	0.21	
BISFENOL (C15H16O2)	1.61	
PERDIDA POR QUEMADO	18.21	

La evaluación de las perlas de poliestireno expandido en el LABORATORIO FISICO QUIMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C de Trujillo, tuvo como objetivo sus propiedades químicas. Mediante espectrometría de fluorescencia de rayos X se identificaron principalmente nitrato de sodio y cloruro de potasio en altos porcentajes, y en menor proporción fosfato dipotásico y carbonato de dimetilo.

ENSAYO DE PENETRACIÓN

Tabla 36: Resultados del ensayo de Penetración

PENETRACION	0 a 49	50 a 149	150 a 249	250 a 500
Máxima diferencia entre la penetración más alta y la más bajas	3	7	11	19

Según la normativa MTC E 304, nos quiere decir que la penetración del cemento asfáltico la más baja es de 3 y el alta nos da 19, dependiendo de sus temperaturas y viscosidad.

COMPARACIÓN DEL ASENTAMIENTO GRADUAL SIN AGRIETAMIENTO DE MEZCLAS ASFALTICAS CONVENCIONALES Y MODIFICADAS

Tabla 37: Resultados de la comparación del Asentamiento gradual sin agrietamiento con mezclas convencionales y modificadas

Porcentajes modificados		TIPO DE TRAFICO (Modificados)				TIPO DE TRAFICO (Convencionales)			
		LIGERO		MEDIO		LIGERO		MEDIO	
		Tiempo (seg.)	Resistencia (kg.f)	Tiempo (seg.)	Resistencia (kg.f)	Tiempo (seg.)	Resistencia (kg.f)	Tiempo (seg.)	Resistencia (kg.f)
4%	2%	40	1980.00	53	3069.00	68	2202	73	3146
	3%	70	2920.00	56	3606.00				
	4%	70	2624.00	80	2833.00				
4.50%	2%	70	2624.00	66	3523.00	39	2687	80	2876
	3%	80	2650.00	70	2748.00				
	4%	40	2650.00	92	4162.00				
5%	2%	90	2240.00	35	2830.00	56	2965	82	3494
	3%	60	2908.00	65	2860.00				
	4%	102	1942.00	85	3501.00				
5.50%	2%	77	2272.00	115	3951.00	62	2453	115	2219
	3%	50	2303.00	65	2762.00				
	4%	60	2511.00	50	3056.00				
6%	2%	70	3592.00	80	3706.00	72	2698	77	2648
	3%	60	2432.00	60	1726.00				
	4%	70	1940.00	85	2752.00				

Se compararon mezclas convencionales y modificados mediante el ensayo Marshall, que evalúa la resistencia y el tiempo hasta su ruptura de la muestra.

COSTOS UNITARIOS PARA LA ELABORACION DE MEZCLAS ASFALTICAS PATRON Y MODIFICADAS CON PERLAS DE POLEISTIRENO EXPANDIDO

Análisis Económico:

En este análisis económico define el volumen (m³) de la mezcla asfáltica y su dosificación, detallando por m³ los materiales, equipos y mano de obra.

Asimismo, se debe determinar el costo de fabricación del poliestireno expandido (perlas) considerando transporte, extracción y obtención.

Tabla 38: Valor del filler (procesamiento)

ESPECIFICACIONES	VALOR	PESO
TRANSPORTE	15	70
EXTRACCION	30	
PROCESO PARA POLIESTIRENO EXPANDIDO	20	
COSTO TOTAL	65	

El costo de 70kg es S/. 65 e incluye extracción y adquisición

Tabla 39: Costo en 20 kg

PESO	VALOR
70 KG	65
20 KG	15

Luego se calcula por el m3, el material utilizado de acuerdo de su densidad y valor

Tabla 40: Peso de Poliestireno Expandido en m3

PESO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO	DENSIDAD DEL POLIESTERENO		M3 DEL (EPS)	PESO DE UNA BOLSA (KG)	M3 DE CEMENTO
	gr/m3	kg/m3		KG	
20	0.02	20	1.33	42.5	0.0135

Con 42.5 kg de cemento, se obtiene un volumen de 0.0135 m3, y con 20 kg de poliestireno expandido, 1.33 m3; estos valores permiten asegurar una adecuada dosificación de la mezcla.

Tabla 41: Densidad del cemento asfáltico en m3

UN BALDE	DENSIDAD DE CEMENTO ASFALTICO		M3 DE C. A
	GR/CM3	KG/M3	
19.95	1.023	1023	0.0195

Por eso se utilizó un balde de 5 galones, lo que nos da una congruencia de volumen de 19.95 litros y en metros cúbicos es a 0.0195.

Tabla 42: Materiales en m3

MATERIAL	M3	PESO	PRECIO	PRECIO EN 1 M3	PESO EN KG DE UN 1M3
PEN 60/70	0.0195	19.95	150.00	7691.73	1023.00
Piedra Triturada	1.00	2674.00	85.00	85.00	2674.00
Arena	1.00	2559.00	70.00	70.00	2559.00
Perlas de Poliestireno expandido	1.33	20.00	2116.80	1591.58	15.04
Filler (Cemento)	0.0135	42.50	32.00	2370.37	3148.15

MEZCLAS EN M3 DE LA MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL

En la siguiente tabla los materiales en m3 y sus porcentajes de cada material

Tabla 43: Mezclas en m3 mezclas asfálticas convencional

MATERIAL	MEZCLA CONVENCIONAL	M3	DENSIDAD (Kg/m3)	COSTO S/.	KG
PEN 60/70	5%	0.05	1023.00	405.60	51.15
Piedra Triturada	42.10%	0.42	1750.00	36.55	736.75
Arena	48.20%	0.48	1600.00	35.70	771.20
Perlas de Poliestireno expandido	0.0%	0.00	0.00	0.00	0.00
Filler (Cemento)	0.00%	0.00	0.10	10.74	0.00
TOTAL, M3	95%	1.00		488.59	

MATERIAL COMPACTADOR EN METROS CÚBICOS DE MEZCLAS ÓPTIMAS

Tabla 44: Materiales en m3 en mezclas asfálticas modificadas

MATERIAL	MEZCLA MODIFICADA	M3	DENSIDAD (Kg/m3)	COSTO S/.	KG
PEN 60/70	5%	0.05	1023.00	405.60	51.15
Piedra Triturada	42.10%	0.42	1750.00	36.55	736.75
Arena	48.20%	0.48	1600.00	35.70	771.20
Perlas de Poliestireno expandido	4.5%	0.05	20.00	15.75	0.90
Filler (Cemento)	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL, M3	100%	1.00		493.60	

2. COSTOS UNITARIOS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS

Tabla 45: Precio Unitario de la mezcla convencional

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA :	Mezcla asfáltica patrón					
RENDIMIENTO:	30	m ³ /día		Precio Total Por m ³ :		S/ 129.31
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario S/.	Parcial S/.	Total S/.
1. Mano de obra						5.85
Capataz	hh	1	0.033	34.75	1.16	
Operario	hh	1	0.033	26.50	0.88	
Peón	hh	6	0.200	19.04	3.81	
2. Materiales						55.77
Asfalto PEN 60/70	gal.	-	0.200	24.68	4.94	
Piedra Chancada 1/2"	m ³	-	0.520	36.90	19.19	
Arena	m ³	-	0.530	57.40	30.42	
Cemento (filler)	m ³	-	0.200	6.14	1.23	
3. Equipos y herramientas						67.68
Herramientas manuales	% MO	-	5.000	6.13	30.65	
Rodillo Neumatico Autopropulsado 135 HP	hm	1	0.033	180.71	6.02	
Rodillo Tandem Vibratorio Autopropulsado 130HP 11.9	hm	1	0.033	247.23	8.24	
Pavimentadora sobre cargas orugas 105 HP10-16	hm	1	0.033	179.21	5.97	
Vehiculo de Transferencia de 35.38 Ton.	hm	1	0.033	503.87	16.80	

La tabla presenta en mezcla convencional, el costo total de la producción es S/. 129.31 por m3

Tabla 46: Precio Unitario de la mezcla modificada

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA :	Concreto mezcla asfáltica modificada óptimo (2%)					
RENDIMIENTO:	30	m ³ /día		Precio Total Por m³:		S/ 130.71
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario S/.	Parcial S/.	Total S/.
1. Mano de obra						5.85
Capataz	hh	1	0.033	34.75	1.16	
Operario	hh	1	0.033	26.50	0.88	
Peón	hh	6	0.200	19.04	3.81	
2. Materiales						57.17
Asfalto PEN 60/70	gal.	-	0.200	24.68	4.94	
Piedra Chancada 1/2"	m ³	-	0.520	36.90	19.19	
Arena	m ³	-	0.530	57.40	30.42	
Cemento (filler)	m ³	-	0.200	6.14	1.23	
Poliestireno expandido	kg	-	0.400	3.50	1.40	
3. Equipos y herramientas						67.68
Herramientas manuales	% MO	-	5.000	6.13	30.65	
Rodillo Neumatico Autopropulsado 135 HP 9.26ton	hm	1	0.033	180.71	6.02	
Rodillo Tandem Vibratorio Autopropulsado 130HP 11.9 ton	hm	1	0.033	247.23	8.24	
Pavimentadora sobre cargas orugas 105 HP10-16	hm	1	0.033	179.21	5.97	
Vehiculo de Transferencia de 35.38 Ton.	hm	1	0.033	503.87	16.80	

En la tabla el costo de producción de la mezcla modificada el costo total es S/.130.71 por m³. Finalmente, se empleó un ensayo químico para su caracterización el ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL Y ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO del poliestireno expandido fue de S/. 500.00.

DISCUSIONES

Se ha propuesto la discusión de acuerdo con los resultados obtenidos con las propiedades de las mezclas asfálticas, ya que así se hace una comparación entre los datos dados de esta investigación y de los antecedentes más semejantes de la investigación:

- Según el objetivo específico, realizar una comparación económica de la fabricación de mezclas asfáltica convencional y mezcla asfáltica modificada por proceso seco utilizando poliestireno expandido, los resultados obtenidos del análisis económico muestran que se emplearon perlas de poliestireno expandido de baja densidad Tipo I. Por otro lado, para las mezclas modificadas se calculó el precio del kg por metro cubico con una densidad de 20 kg/m³, se obtuvo un costo de S/. 15.75 el kilogramo, para que la producción de las mezclas asfálticas tenga en consideración en su procesamiento y producción. En términos globales las mezclas asfálticas convencionales presentan un costo es de S/ 129.31 por m³ y mientras que las modificadas alcanza S/. 130.71 por m³, considerados con la misma densidad, datos al ser comparado con los resultados de E. I. Fitriyasi, M. S. Akhtar, D. W. Hwang, y J. Jay Liu (2025), se observa que el costo económico por kg/m³, en comparación con la capacidad del poliestireno expandido, que alcanza 35 000 ton/año, mientras que a nivel industrial llega aproximadamente a 72 000 ton/año de con 99.6% materia prima (estireno), asimismo el costo del poliestireno depende de su densidad, si para 20 kg/m³ es S/. 28.36 y para 30 kg/m³ es S/. 44.40 kg/m³, con un promedio de S/. 960.25 por m³, evidenciando su influencia directa en el costo total. Esto que la norma ASTM C578 establece rangos de densidad que influyen en el precio; en este estudio emplearon densidades baja y media-baja, ya es beneficio para un proyección ante este polímero que mejora el amortiguamiento y ahuellamiento del pavimento y a la vez cumpliendo con la normativa establecida de los tipos de poliestireno expandido.
- Para abordar el objetivo específico, verificar la resistencia a la segregación por acciones abrasivas de una mezcla asfáltica convencional con la de mezclas asfálticas modificadas por proceso vía seca con poliestireno expandido, los resultados obtenidos en la tabla 30 de la mezcla convencional y modificada (perlas de poliestireno expandido) en el tráfico ligero convencional y modificado la pérdida se reduce de 13.81% a 6.69% y en tráfico medio la perdida se reduce de 12.32% a 9.07%. Estos resultados evidencian una mejora significativa en la resistencia al desgaste, con una pérdida en el tráfico ligero 7.12% y 3.25% en tráfico medio de mezcla asfáltica convencional con las modificadas, lo que confirma una

disminución adecuada. Así, la incorporación 2% de poliestireno expandido resulta más efectiva para incrementar la resistencia al desgaste en condiciones de tráfico ligero y medio, datos que, al comparar estos resultados con investigaciones previas, como es el estudio de M. Vila-Cortavitarte, P. Lastra-González, M. Á. Calzada-Pérez, y I. Indacoechea Vega (2019), en dicha investigación emplearon mezclas asfálticas convencionales y modificadas para un tráfico utilizaron residuos poliestireno expandido, lo cual presentó una pérdida de desgaste de 19.68% para mezclas convencionales, mientras las modificadas alcanzó 21.53%, es decir, un desgaste de 1.85%, de la mezcla modificada con la convencional, no obstante, ambos cumpliendo con los parámetros establecidos. Finalmente, estos resultados confirman que la mezcla asfáltica modificada presenta mejor desempeño a la convencional; ambas, a la misma temperatura cumplen con el límite de 25% de pérdida de desgaste del Manual de Carreteras, lo que significa que la integración de poliestireno expandido incrementa la cohesión interna, resistencia y al agrietamiento.

- Para abordar el siguiente objetivo, determinar las propiedades físicas como peso específico aparente, peso unitario, peso específico teórico máximo y porcentajes de vacíos de mezclas asfálticas convencionales y modificadas por proceso vía seca con poliestireno expandido en peso de agregados, los resultados obtenidos, según la MTC 514, el peso específico aparente para el tráfico ligero 2.227 en mezclas convencionales y 2.434 en la modificada; para el tráfico medio, es 2.259 convencionales y 2.447 en modificadas. Asimismo el peso unitario en tráfico ligero es 2.25 gr/cm² para la mezcla convencional y 2.48 gr/cm² para la modificada; en tráfico medio es 2.25 gr/cm² y 2.45 gr/cm², respectivamente. Luego, según la MTC E 508, el peso específico teórico máximo cumple con el EG-2013 en ambos tráficos: en tráfico ligero es 2.334 mezclas convencionales y 2.608 modificado y tráficos medio 2.356 y 2.573, respectivamente. Además, según MTC E 505, los porcentajes vacíos están dentro de rangos aceptables en el tráfico ligero, 4.50% (convencional) y 4 % (modificados), evidenciando reducción de vacíos; tráfico medio 4.2% (convencional) y 6.57% (modificadas). La disminución de vacíos con respecto en tráfico ligero mejora la resistencia al deslizamiento y estabilidad estructural de la mezcla asfáltica, datos que al comparar estos resultados con K. Yildiz, H. Kinaci y M. Atakan (2021) en esta investigación utilizan proporciones (%) en las mezclas, lo cual 4 porcentajes de cemento asfáltico con incrementos de 2%, por lo tanto, el peso específico y el peso teóricos máximo se ubican en el rango de 2 – 4, que determinó como óptimo el 2% de poliestireno expandido; los pesos específicos promedian de 2.56 en muestras convencionales y 2.45

con residuos de poliestireno expandido. Finalmente, el 2% tuvo un promedio de porcentajes de vacíos de 4.64%, que confirman el cumplimiento de los parámetros establecidos por la norma EG-2013, y de los criterios de las propiedades físicas de las mezcla asfáltica.

- Según el objetivo específico, comparar el asentamiento gradual sin agrietamiento de una mezcla asfáltica convencional con mezclas asfálticas modificadas con poliestireno expandido mediante el proceso seco, obtenemos los resultados evidencian un asentamiento gradual sin agrietamiento, evaluado por la Estabilidad de Marshall para MAC 2. Además, se evaluaron tráficos ligero y medio, que presentan mayor resistencia al agrietamiento, definida por la resistencia y tiempo. En la mezcla convencional para el tráfico ligero, con 5% de cemento asfáltico, se obtuvo una estabilidad de 2965 Kgf (29.07 kN) con un tiempo de 56 seg. y el tráfico medio se obtuvo una estabilidad de 3494 Kgf (34.26 kN) con un tiempo de 82seg. Por otro, el tráfico ligero, la mezcla modificada con 6% de cemento asfáltico y 2% de poliestireno expandido alcanzó una estabilidad de 3592 kgf (35.22 kN) con un tiempo de 70 seg. y para el tráfico medio, con 4.50% de cemento asfáltico y del 4% de poliestireno expandido, se obtuvo una estabilidad de 4162 Kgf (40.81 kN) con un tiempo de 92 seg,. Así, las mezclas modificadas presentan mayor resistencia al agrietamiento en tráfico ligero que las convencionales, y en tráfico medio muestran mayor capacidad de soporte, evidenciando un incremento en su desempeño estructural, datos al ser comparados con los resultados de la investigación realizada por D. Daryae, M. Habibpour, S. Gulzar, y B. S. Underwood, los resultados muestran un menor porcentaje de RAB (base asfáltica reciclada con poliestireno expandido), con una resistencia entre 500 kgf y 1200 kgf, (5 kN y 12 kN), es por ello, la investigación incorporó un 50% de polímeros modificadores en el ligante asfáltico, lo que redujo la fatiga y la deformación, evaluadas mediante las pruebas de amplitud lineal y barrido de tiempo. Por lo tanto, los resultados cumplen con la normativa MAC 2, al superar los valores mínimo de 4 kN y 5.44 kN establecidos en la Estabilidad de Marshall. Es así, estos resultados evidencian un incremento de la resistencia estructural y una menor susceptibilidad al agrietamiento, lo que mejora la capacidad portante de la mezcla, reduce la deformación permanente (ahuellamiento) y retrasa la fatiga del pavimento, contribuyendo a una mayor durabilidad del sistema asfáltico.

- Según el objetivo específico, analizar la susceptibilidad al daño por humedad de la mezcla asfáltica convencional y de la mezcla asfáltica modificadas por proceso seco con poliestireno expandido, los resultados obtenidos de la susceptibilidad al daño por humedad, Se analizaron tráficos ligeros y medios; en la categoría de tráfico ligero, el pavimento convencional registró un índice de humedad del 86.262%, superando al pavimento modificado, que presentó un valor menor del 82.797%; por otro en el caso del tráfico medio, la humedad en la mezcla convencional fue del 85.361%, superando el 84.459% obtenido por la mezcla modificada. Es así, la mezcla modificada registro una mayor durabilidad frente a la humedad, sus índices de deterioro fueron inferiores a los de la mezcla convencional en categorías de tráfico ligero y medio, datos al ser comparados con los resultados de la investigación realizada por Kaya (2023), se valoraron los índice de humedad utilizando adiciones de poliestireno expandido del 0% a 4.5% con intervalos de 1.5% una temperatura constante de 25°C, con motivo de sus resultados las mezclas modificadas con poliestireno alcanzaron un índice promedio de 85.155% en las pruebas de susceptibilidad hídrica. Este desempeño superior reduce el agrietamiento y optimiza la resistencia del pavimento frente a la humedad. En conclusión, los resultados cumplen con mínimo del 80% de resistencia a la tracción diametral y conservación ante el daño hídrico conforme a la normativa EG-2013.
- Para abordar el siguiente objetivo, evaluar la resistencia a la máxima carga de deformación de una mezcla asfáltica convencional y de las mezclas asfálticas modificadas por proceso vía seca con poliestireno expandido, los resultados obtenidos de la Estabilidad de Marshall, en un tránsito ligero y medio para el MAC-2. Para el tráfico ligero, la mezcla convencional presenta una estabilidad de 2920 kg, con flujo de 8.69 mm y mientras que la mezcla modificada optimo alcanza 3525 kg, con flujo 11.07 mm y el otro tráfico medio en lo convencional es 3120 kg con flujo de 8.76 mm y modificada de 4890 kg y con flujo de 10.67mm. respectivamente. Se verifico que, en tráfico ligero, la mezcla modificada incrementa la resistencia en 605 kg respecto a la convencional. Asimismo la convencional presenta menor deformación, con un flujo 2.38 mm inferior al de la modificada. Por otro para el tráfico medio la mezcla modificada incrementa la resistencia en 1170 kg respecto a la convencional y para el flujo la convencional presenta menor deformación, con una diferencia de 1.91 mm frente a la modificada, datos al ser comparados con R. Akter y R. M. Raja (2022), los resultados en la investigación la estabilidad y flujo de Marshall se evaluaron con contenidos de poliestireno expandido entre 0.25% y 1%, en incrementos de

0.25%, y con contenido de cemento asfáltico entre 4% y 6%, en intervalos de 0.5%, es así incrementó el porcentaje del EPS, el valor de la estabilidad aumentó un aproximadamente un 82.61% en comparación con las mezclas tradicionales, por ello, los resultados tanto para la estabilidad resulto en lo convencional de 12.53 kN y en el flujo está en el rango de 10.12 mm. Este comportamiento es consistente con la presente investigación, donde los residuos de poliestireno expandido se emplearon en proporciones 5% a 50% con ligante asfáltico modificado, es por ello se hizo la comparación el PET y el poliestireno expandido mejora la trabajabilidad en aproximadamente 5%, por lo tanto su estabilidad de Marshall en sus comparaciones el PET modificado disminuyo en un 50%, con los datos 2238 N (228.21 kg) y 3005 N (306.42 kg). En contraste, el poliestireno presenta un contenido optimo del 10% optimo con una estabilidad de 6825 N (695.96 kg) y en flujo 3.62 mm, lo cual indica Margui (2022) evidencia que el uso de polímeros mejora la resistencia, ductilidad y la rigidez de las mezclas asfálticas, lo cual cumplen con los parámetros deben ser superiores a 4.53 kN y 5.44 kN según sus tráficos ligero y medio; y el flujo para los dos tráficos debe cumplen con los rangos de 8-20 y 8-16 según la norma EG-2013. Finalmente, un mayor contenido de EPS incrementa la estabilidad y reduce la susceptibilidad a la deformación.

- Para abordar el siguiente objetivo, caracterización química del poliestireno expandido, los resultados en los ensayos químicos para el poliestireno expandido, mediante análisis ensayo termogravimétrico (TGA), muestran un pérdida pierde de masa aproximada del 12% con respecto a su masa inicial, en un rango entre 250°C y 450°C, además, se observa una segunda pérdida de masas menos significativa en el rango de 600°C y 750°C. Complementariamente, el análisis de fluorescencia de rayos X evidenció un alto contenido de Cloruro de potasio (54.18%) y Nitrato de Sodio (15.36%) y consecuentemente de menores proporciones de Fosfato bipotásico, carbonato dimetilo. Asimismo, conforme a la normativa ASTM D2863, la pérdida de quemado debe ubicarse entre 18% y 19% ; el valor obtenido de 18.21% se encuentra dentro de este rango, es por ello, una mayor densidad del polímeros se asocia con una mayor rigidez estructural, debido a una menor pérdida de masa inicial, datos al ser comparados con Y. Ha y J. Jeon (2024), los resultados de la investigación del poliestireno expandido, se identificaron metales como sulfatos, cloruro de potasio y carbonato con menores porcentajes que oscilan en 10%. Por otro lado, el ensayo termogravimétrico (TGA) evidenció una pérdida de masa aproximadamente del 75% con respecto a su masa inicial, en un rango de 365°C y 390°C; además las curvas TG y DTG van aumentando en función de la velocidad de calentamiento. En síntesis, el

poliestireno expandido presenta pérdida de masa y alteración de sus propiedades físicas ante variaciones de temperatura, lo cual es consistente con los resultados del TGA. No obstante, cumple con la normativa ASTM D2863 en cuanto a pérdida por quemado. Por tanto, su incorporación en proporciones adecuadas mejora el comportamiento de las mezclas asfálticas, aportando mayor aislamiento térmico y favoreciendo sus propiedades en función de la densidad.

Conclusiones

- Se identificó que las perlas de poliestireno expandido, utilizadas como reemplazo parcial del agregado fino, cumplen con la granulometría correspondiente a los tamices N°4 y N°12 con la normativa de ASTM C136.
- Se determinó que para tráfico ligero y medio, las mezclas asfálticas modificadas con perlas de poliestireno expandido mediante el proceso vía seca presentan mayor estabilidad, mejora la susceptibilidad y resistencia al desgaste, en comparación a las mezclas convencionales, de acuerdo con el diseño Marshall.
- Se determinó que las propiedades físicas evaluadas el peso específico aparente, peso unitario, peso específico teórico y contenido de vacíos, cumplen con los requisitos establecidos en la normativa EG-2013. En consecuencia las mezclas asfálticas presentan un comportamiento adecuado para su diseño y garantizan una correcta caracterización de los agregados pétreos.
- El contenido asfáltico óptimo para la MAC en el tráfico ligero y medio es 4%, lo cual este valor es menor respecto a investigaciones previas debido al uso parcial del agregado fino. Ya que mejora la impermeabilización de la mezcla y reduce a mayor contenido de asfalto.
- El asentimiento gradual sin agrietamiento, en tráfico ligero, las mezclas modificadas del 2% demostró una mejor resistencia (3592 kgf) en comparación a la mezcla convencional de (2965 kgf). Esto indica que optimiza la dosificación del ligante y mejora la distribución de esfuerzos del pavimento.
- El asentimiento gradual sin agrietamiento, en tráfico medio, las mezclas modificadas del 4% evidenció una mejor resistencia (4162 kgf) en comparación a la mezcla convencional (3494 kgf). Por ende, las mezclas modificadas garantizan mayor estabilidad, mejor rigidez ante de las deformaciones y cargas repetitivas, alargando la vida útil de la estructura vial.
- En términos de estabilidad, la mezcla modificada en tráfico ligero supera en resistencia (3535 kg) en comparación con la mezcla convencional (2920 kg). Esto sugiere una mayor capacidad portante y reducción a la fatiga de la estructura vial.
- En la estabilidad, la mezcla modificada en tráfico medio incrementa en resistencia (4890 kg) en comparación a la mezcla convencional (3120 kg). Es por ello, que mejora la resistencia a las cargas superiores en cohesión interna, que consecuentemente resulta un comportamiento idóneo y una mezcla más rígida frente al ahuellamiento.
- En flujo, la mezcla convencional en tráfico ligero tiene menor deformación (8.69mm) a comparación de la modificada (10.16) y tráfico medio la mezcla convencional tiene baja

alteración (8.76mm). Esto demuestra que la sustitución parcial del agregado fino por poliestireno expandido tenga la capacidad de la mezcla a no deformación sin falla.

- El contenido de vacíos en tráfico ligero presenta una diferencia de 0.5% de la mezcla asfáltica modificada a comparación y en el tráfico medio 2.37%, esto implica que presenta una mayor impermeabilidad y un equilibrio entre durabilidad, estabilidad y resistencia a la humedad que favorece a la compactación.
- El contenido óptimo de ligante asfáltico es 4.9% para el tráfico ligero y 4.6% en tráfico medio. Esto indica que el ligante actúa como adhesivo, uniendo los agregados y dando cohesión a la mezcla.
- La vulnerabilidad frente a la humedad en tráfico ligero muestra valores TSR de 86.262% en la mezcla convencional y 82.797% en la modificada, lo que puede atribuirse a la reacción del poliestireno expandido y el asfalto, mejore a temperaturas extremas en su composición.
- La vulnerabilidad frente a la humedad en tráfico medio muestra valores TSR de 85.361% en la mezcla convencional y 84.459% en la modificada. Esta mejora puede atribuirse a incrementar la durabilidad y capacidad de resistencia en condiciones desfavorables.
- En el ensayo de Cántabro tráfico ligero, la mezcla modificada demostró una mayor resistencia al desgaste (6.69%) en comparación con la mezcla convencional (13.81%). Esto indica que el poliestireno expandido desempeña un rol determinante en la resistencia al desgaste por abrasión inducida por el tráfico, al incrementar la cohesión interna e integridad estructural de la mezcla.
- En el ensayo de Cántabro tráfico medio, la mezcla modificada evidenció una mayor resistencia al desgaste (9.07%) en comparación con la mezcla convencional (12.32%). Esto evidencia que el poliestireno expandido mejora la resistencia al desgaste por abrasión inducida por el tráfico, al incrementar la durabilidad y reducción de vacíos.
- El peso unitario en el tráfico ligero hay una diferencia de 0.23 gr/cm³ de las mezclas modificadas con respecto a las convencionales y en tráfico medio 0.20 gr/cm³ de las mezclas modificadas con las convencionales. Esto implica que el poliestireno expandido presenta una densidad adecuada para reducir deformaciones prematuras del pavimento.
- La mezcla asfáltica modificada y convencional resultaron ligeramente económicas con una diferencia de S/.1.40/m³ en su producción, debido al empleo de poliestireno expandido como sustituto parcial del agregado fino, lo que permite reducir los costos de producción. A escala de obra, este ahorro puede traducirse en un beneficio económico relevante.
- Se concluye que el poliestireno expandido en su composición química tiene un alto promedio de Nitrato de Sodio 15.36%, Cloruro de Potasio 54.18% y menores como Fosfato bivalente.

0.62%, Carbonato Dimetilo 0.21%, que conlleva identificar los componentes para llevar a una mejor trabajabilidad de la mezcla asfáltica.

- Se concluye en el Análisis Térmico Gravimétrico pierde su composición másica un 12% a su masa inicial y por quemado un 18.21 % de estructura. Esto sugiere que, a mayor densidad del polímero, mayor es su rigidez estructural debido a su composición química.

Recomendaciones

- Es recomendable utilizar Equipos de protección personal (EPP) de calidad, durante la experimental de la elaboración de las muestras, ya que de emplearon herramientas y moldes a temperaturas altas. Puesto que genera seguridad y garantice el riesgo de accidentes o lesiones durante el proceso.
- Se recomienda elaborar con agregados angulares de trituración para tener una mejor mezcla asfáltica para dar mejoras en su estabilidad.
- Es recomendable tener estudio previo sobre el método de compactación y evaluación de Marshall para la obtención de resultados y mezclas asfálticas idóneas, por lo que están previamente estarán procesados mediante muestras de briquetas.
- Es recomendable realizar un análisis económico más detallado, ya que nos conlleva a una mejor perspectiva durante el proceso, elaboración, mantenimiento y reparación al largo de la vida útil del pavimento.
- Se recomienda la utilización de perlas de poliestireno expandido en porcentaje optimo, como opción de sustitución del árido fino utilizado en pavimentos asfálticos en caliente, se emplearán a altas temperaturas para dos tráfico ligero y media, por lo que en los ensayos dados por Cántabro y Susceptibilidad índice de humedad tuvo resultados positivos.
- Aunque el 2% en el tráfico ligero y 4% tráfico medio de perlas de poliestireno expandido tuvieron mejores resultados, es recomendable tener una investigación más exhaustiva que amplie los porcentajes para tener la certeza de encontrar una mejor proporción en varios tipos de mezclas y otras aplicaciones en el pavimento.
- Es recomendable tener una amplia investigación química entre el poliestireno expandido y otros componentes de las mezclas asfálticas, que nos ayude a garantizar la compatibilidad y evitar diferentes problemas de reacciones adversas o degradaciones.
- Como recomendación en esta investigación, es aludir a un balance con mayor porcentaje de perlas de poliestireno expandido sin que pierda las cualidades de la combinación convencional y ver cuanto influye también sus propiedades en las mezclas modificadas.
- Impulsar la cooperación con la industria del reciclaje del poliestireno expandido y la construcción para genera tecnologías y experiencias que ayuden a la incorporación de poliestireno expandido en mezclas asfálticas, que nos garantice una mejor inversión en este tipo de investigaciones.

Referencias

- [1] Kaya, «Investigación experimental de usabilidad de ligante asfáltico modificado con residuos de poliestireno expandido», *Interversión: Revista de Transporte Innovador*, vol.4, n°1, pp. 9-16, 2023.
- [2] R. Akter y R. M. Raja, «Evaluación de la eficacia del poliestireno expandido de desecho triturado sobre las propiedades del aglomerante y el hormigón asfáltico», *Advances in Civil Engineering*, vol. 2022, pág. 7429188, 2022.
- [3] K. Yildiz, H. Kinaci y M. Atakan, «Modificación de Conglomerante Asfáltico con Residuos de Poliestireno Expandido (EPS) Espuma», *Revista de Ciencias de la Universidad Celal Bayar*, vol. 17, n°3, pp. 245-252, 2021.
- [4] M. Vila-Cortavitate, P. Lastra-González, M. Á. Calzada-Pérez, y I. Indacochea Vega, «Análisis de la influencia del uso de poliestireno reciclado como sustituto del betún en el comportamiento de mezclas asfáltico», *Revista de Producción Más Limpia*, vol. 170, pp. 1279-1287, 2019.
- [5] D. Daryae, M. Habibpour, S. Gulzar, y B. S. Underwood, «Efecto combinado del polímero de desecho y el rejuvenecedor en las propiedades de rendimiento del ligante asfáltico recuperado», *Construcción y Materiales de Construcción*, vol. 268, p. 121059, ene. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121059.
- [6] «MC-01-13 Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.pdf», Google Docs. Accedido: 15 de mayo de 2024.
- [7] F. W. Billmeyer «Ciencia de los polímeros» Reverte, 2020.
- [8] F. López Serrano y E. Mendizábal «Introducción a la ciencia de los polímeros» 2015.
- [9] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2008). «Guía técnica para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios» España: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- [10] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2008). «Guía técnica para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios» España: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- [11] García, N., Anguas, P., Salazar, A., Hidalgo, R., & Mondragón, F. (2016). Evaluación de las propiedades mecánicas del poliestireno expandido. Sanfandila: Instituto Mexicano del Transporte.
- [12] R.D. N°22 - 2013 - MTC/14. (2013). Manual de carreteras. Lima: El Peruano

- [13] «MC-06-16 Manual de Carreteras – Ensayo de Materiales», Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- [14] M. Beltrán y A. Marcilla, *Tecnología de Polímeros: Procesado y propiedades*, 1ª ed. España: Universidad de Alicante, 2012.
- [15] A. Montejó, *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*, 3a ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2006.
- [16] J.R. Menéndez, *Ingeniería de Pavimentos: Tomo 1 - Materiales*, 5th ed. Perú: Fondo Editorial ICG, 2016.
- [17] H.A. Rondón y F.A. Reyes, *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*, 1a ed. Bogotá: ECOE Ediciones, 2015.
- [18] «(PDF) Fundamentos micro y macroscópicos de la modificación del asfalto convencional con polímeros: una revisión». Accedido: 28 de octubre de 2024.
- [19] <https://www.repsol.pe/content/dam/repsolpaises/pdfs/peru/distribuidores/18/Especificaciones.pdf>.
- [20] Y. Albornoz, «Tutor: Gioconda G. de Celis». Accedido: 08 de noviembre de 2024.
- [21] D.-J. Betancourt-S. y J.-K. Solano-M., «Síntesis y caracterización de la mezcla polipropileno-poliestireno expandido (icopor) reciclado como alternativa para el proceso de producción de autopartes», *luaz*, vol. 43, pp. 286-310, may 2016, doi: 10.17151/luaz.2016.43.13.
- [22] «Poliestireno expandido: qué es, propiedades y usos». Accedido: 21 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://aispor.es/blog/propiedades-del-poliestireno-expandido/>.
- [23] «Perlas de Tecnopor - Etsa Perú». Accedido: 21 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://etsaperu.com.pe/productos/perlas-de-tecnopor/>.
- [24] E. I. Fitriasari, M. S. Akhtar, D. W. Hwang, y J. Jay Liu, «Economía circular de residuos de poliestireno expandido: evaluaciones tecno económicas y del ciclo de vida de los procesos de reciclaje químico», *Journal of Cleaner Production*, vol. 503, p. 145416, abr. 2025.
- [25] Y. Ha y J. Jeon, «Thermogravimetric analysis and pyrolysis characterization of expanded–polystyrene and polyurethane–foam insulation materials», *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 54, p. 104002, feb. 2024.
- [26] E. Marguá, I. Queralt, y E. de Almeida, «Espectrometría de fluorescencia de rayos X para análisis ambiental: Principios básicos, instrumentación, aplicaciones y tendencias recientes», *Chemosphere*, vol. 303, p. 135006, sep. 2022.
- [27] D. Ewa, J. Ukpata, A. Etika, E. Egbe, y A. Iduku, «Una evaluación comparativa de las propiedades mecánicas del hormigón asfáltico modificado con PET y poliestireno que contiene relleno de ceniza de cáscara de arroz.», *JSCMT*, vol. 9, n.o 1, Art. n.o 1, mar. 2024.

[28] «Standards», XPSA. Accedido: 13 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://xpsa.com/technical-information/standards/>

[29] «Standard Test Method for Measuring the Minimum Oxygen Concentration to Support Candle-Like Combustion of Plastics (Oxygen Index)». Accedido: 20 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://store.astm.org/d2863-19.html>

Anexos

Extracción de los agregados fino y grueso de la cantera Tres tomas



Ensayo de Abrasión del agregado grueso



Sales solubles del agregado grueso



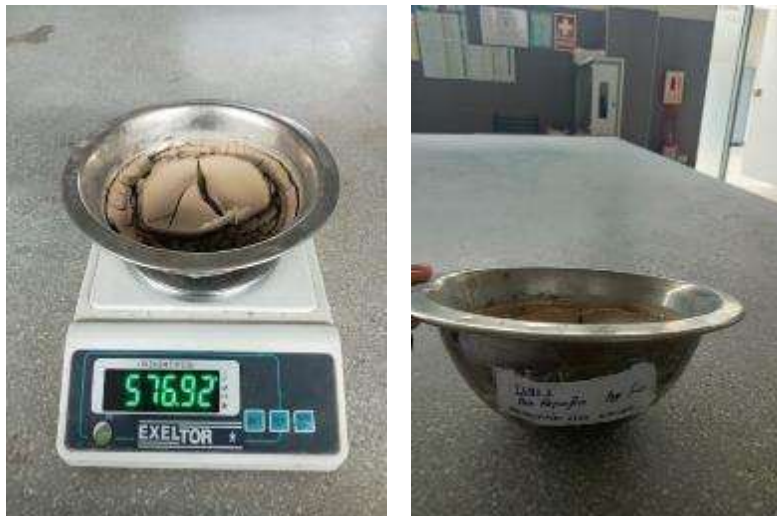
Gravedad específica y absorción del agregado grueso



Caras fracturadas del agregado grueso



Gravedad específica y absorción del agregado fino



Sales Solubles del agregado fino



Índice de plasticidad del agregado fino





Azul de metileno del agregado fino



Equivalente de arena del agregado fino



Elaboración de briquetas utilizando la compactadora de Marshall



Briquetas experimentales con perlas de poliestireno expandido





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

- LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS
- CONCRETO Y ASFALTO

INFORME N° LFM USAT 006-2025-I

FECHA: 21 de Mayo 2025

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Quesquén Liza Wilmer Neiser

TITULO DE LA TESIS: Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Equivalente de arena
- Azul Metileno
- Índice de Plasticidad (malla N°40 y 200)
- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino
- Peso específico y absorción del agregado grueso y fino
- Peso unitario del agregado grueso y fino
- Abrasión de los Ángeles
- Durabilidad al sulfato de magnesio
- Sales solubles totales en agregados
- Partículas chatas y alargadas en agregados
- Estabilidad Marshall
- Ensayo Cántabro por pérdida de desgaste
- Resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad
- Ensayo químico del poliestireno expandido

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas





Cementos Asfálticos (NTP 321.051.2002)

ESPECIFICACIONES DE CEMENTOS ASFÁLTICOS

NOMBRE COMERCIAL	Métodos			CEMENTO ASFÁLTICO 40/50 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 60/70 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 120/150 RELAPASA		
	PARÁMETROS	NTP / ASTM	AASHTO	Otros	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
PENETRACION												
Penetración a 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	D5	T49			40	50	60	70	85	100	120	150
DUCTILIDAD												
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D113	T51			100		100		100		100	
VOLATILIDAD												
Punto de inflamación, °C	D92	T45			232		232		232		220	
Gravedad Específica a 15.6°C	D70	T226			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
FLUIDEZ												
Punto de Ablandamiento, °C	D36				Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D445				Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D2170	T201			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
SOLUBILIDAD												
Solubilidad en tricloroetileno, %m	D2042	T44			99.0		99.0		99.0		99.0	
ENSAYOS DE PELICULA FINA 3.2 mm, 103°C, 5 horas												
Pérdida por calentamiento, %m	D1754	T179				0.5		0.5		1.0		1.3
Penetración retenida, 100g, 5s, 0.1 mm, % del original	D5	T49			55		54		50		46	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D113	T51					50		75		100	
OTROS												
Índice de Penetración			UNE		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Ensayo de la Mancha (Spot Test) ^(NTP 321.051.2002)		T102			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	

NTP: Norma Técnica Peruana

ASTM: American Society for Testing Materials

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	WILMER NEISER QUESQUEN LIZA
TESIS	INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VÍA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO
MUESTRA	POLIESTIRENO EXPANDIDO
FECHA	21 DE ABRIL DEL 2025
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

1. MUESTRA: Poliestireno Expandido (10. GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	600 mg	

2. ENSAYOS A APLICAR:

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL AT
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TG

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG_DTA_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO-FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25-920°C.
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO:
ANALISTA RESPONSABLE:

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

TECNICO DE LABORATORIO

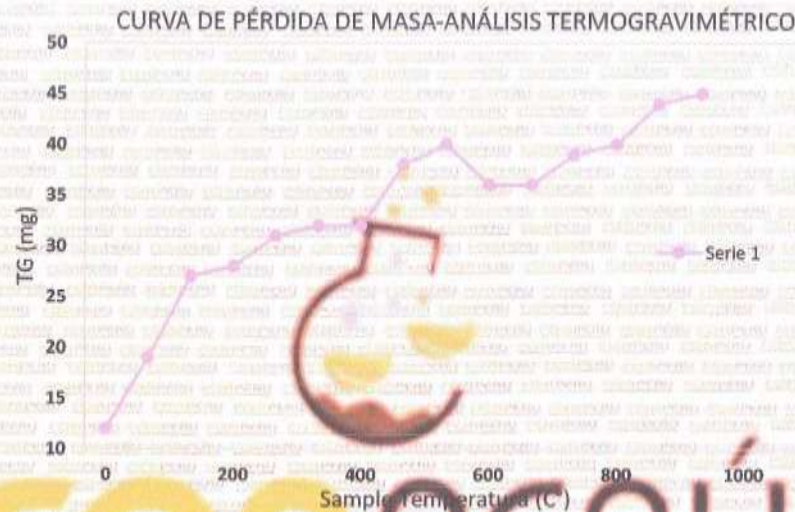
LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD



4. CONCLUSIONES

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicado dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 250 y 450°C y la segunda menos intensa entre 600 y 750°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 12% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

TRUJILLO, 21 DE ABRIL DEL 2025

[Signature]
 Gerente General
 USAT
 S.A.C.

[Signature]
 CARLOS ALBERTO VALQUERINI
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP 127588



AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON – CAL

CELULAR: 944 077 288 – 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

TECNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	WILMER NEISER QUESQUEN LIZA
TESIS	INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VÍA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO
MUESTRA	POLIESTIRENO EXPANDIDO
FECHA	21 DE ABRIL DEL 2025

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX

Fuente de rayos x: Tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACIÓN: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 30 mg de la muestra de **POLIESTIRENO EXPANDIDO**, la cual fue tamizada previamente a malla a 200.

3. METODO

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBON – CAL

CELULAR: 944 077 288 – 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

Carlos Valqui Mendoza
CARLOS ALBERTO VALQUI MENDOZA
INGENIERO QUÍMICO
CIP 122588



TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC:2060355189

4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
NITRATO DE SODIO (NaNO ₃)	15.36	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
CLORURO DE POTASIO (KCl)	54.18	
SULFATO FERROSO (FeSO ₄)	8.30	
FOSFATO BIPOTASICO (K ₂ HPO ₄)	0.62	
SULFATO DE MAGNESIO (MgSO ₄)	1.57	
CARBONATO DIMETILO (C ₃ H ₆ O ₃)	0.21	
BISFENOL (C ₁₅ H ₁₆ O ₂)	1.61	
PÉRDIDA POR QUEMADO	18.21	

FQA PERÚ
LABORATORIO

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente Nitrato de sodio, Cloruro de potasio con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Fosfato bipotasico, carbonato dimetilo.


 CARLOS ALBERTO VALQUI SOTILLO
 INGENIERO QUÍMICO
 D.N. 12588
 TRUJILLO 21 DE ABRIL DEL 2023


 FQA PERÚ
 LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ


 USAT
 LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS Y SUELOS


 REPÚBLICA DEL PERÚ

TÉCNICO DE LABORATORIO

AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBÓN – CAL

CELULAR: 944 077 288 – 949 959 632

CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"

Lugar : Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera Tres Tomas- Ferreñafe

I.- Datos

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso d	(g)	954.5	954.5
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	643.35	643.35
3.- Peso del Agua	(g)	311.15	311.15
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	639.35	639.35
5.- Peso del Frasco	(g)	143.35	143.35
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.626
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.648
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.683
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.81

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021


Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I.- Datos

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2222	2222
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2227	2227
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastillo	(g)	2217	2217
4.- Peso de la canastilla	(g)	894	894
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1323	1323

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.458
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.464
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.472
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.22


 Henry
 Ingeniero Civil
 USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
Lugar : Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera Tres Tomas- Ferreñafe

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	992.32	992.32
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.77	0.77
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.77	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2876	2876
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2870	2870
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.21	


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
Lugar : Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

AZUL DE METILENO
(NORMA: AASHTO TP 57)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Cantera : TRES TOMAS - FERREÑAFE MUESTRA M-01
Aplicación : ASFALTO

MUESTRA	Azul de Metileno Cada	Cantidad de Solución NÚMERO	Peso del Material Fino	Resultado	Especificación EG - 213	
					Min.	Máx.
AGREGADO FINO - pasa 200	Cada 0.5 ml	16.0	50.0	3	-	8
		16.0	50.0	3		

RESULTADOS PROMEDIOS : 3

FORMULA DE APLICACIÓN

$$AM = \frac{C_{sol}}{P_{finos}}$$

Nelly
Gualandera
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIVIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
Lugar : Chiclayo - Lambayeque

Ensayo : Metodo de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.

Referencia : NTP 339,146 - EG - 2000

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Arena
Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

I.- DATOS

MUESTRA N°	1	2	3
TAMAÑO MAXIMA (mm.)	Nº 4	Nº 4	Nº 4
ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO	7.60	7.50	7.50
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	4.50	4.40	4.50
EQUIVALENTE DE ARENA	59.21 %	58.67 %	60.00 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	60 %		
ESPECIFICACION DE ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA MTC E-114 (Ref. EG-2000): Mínimo : 60 % Mínimo			

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henry
Guedes
Quirós
TEL. LAMBAYEQUE
USAT
Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
Lugar : Chiclayo, Departamento de Lambayeque

Ensayo : Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.
Referencia : NTP 339.152 / USBR E - 8

Cantera	: Tres Tomas - Ferreñafe	
Muestra	: Arena	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	700
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.07

OBSERVACIONES :

- 1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

Director
 Oficina
 del Laboratorio
 USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
Lugar : Chiclayo - Lambayeque

Ensayo : Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Norma de Referencia : N.T.P. 399.131

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico	
	12	15	16	1	20	
Nº de tarro	12	15	16	1	20	
Nº de golpes	36	23	14	14		
Tarro + suelo húmedo	20.92	23.82	22.04	22.04	11.13	
Tarro + suelo seco	17.56	19.52	17.94	17.94	10.2	
Agua	3.36	4.3	4.1	4.1	0.93	
Peso del tarro	7.06	7.21	7.03	7.03	7.25	
Peso del suelo seco	10.5	12.31	10.91	10.91	2.95	
Porcentaje de humedad	32.00	34.93	37.58	37.58	31.53	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	34.24
Límite Plástico	31.53
Índice de Plasticidad	2.71



Henry
Díaz
Cabrera
Téc. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"

Lugar : Chiclayo, Departamento Lambayeque.

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad
Referencia : de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

Muestra : Arena gruesa

I.- DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
3/8"	Nº 4	0.0
9.5 mm	4.75 mm	
Nº 4	Nº 8	1.4
4.75 mm	2.36 mm	
Nº 8	Nº 16	0.8
2.36 mm	1.18 mm	
Nº 16	Nº 30	0.9
1.18 mm	600 µm	
Nº 30	Nº 50	3.1
600 µm	300 µm	
Nº 50	Nº 100	2.4
300 µm	150 µm	

II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL	(%)	16.8
-----------------------	------------	------

OBSEVACIONES :

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

Henry Ruz Quiroz
 Oblivia
 Tec. Laboratorio
 USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
ESCUELA : Ingeniería Civil
TESISTA : Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque

ENSAYO : RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

REFERENCIA : Norma MTC E 207 / ASTM C-131

CANTERA : Cantera Tres Tomas

MUESTRA : Agregado grueso

% de desgaste por abrasión	%	15.1
% de uniformidad	%	0.3

Requerimiento : 40 % Maximo

OBSERVACIONES :

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", N° de esferas : 11, Revoluciones : total 500


Henry Riosdeneyra Obispo
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
Lugar : Chiclayo, Departamento de Lambayeque

ENSAYO : Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

Cantera : Tres tomas - Ferreñafe		
Muestra : Piedra		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	900
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.09

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)


 Henry
 Rodríguez
 Cobian
 Tsc. LABORANTE
 USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Título: (Química Lisa Wilmer Neizer)
Escuela: (Escuela de Ingeniería Civil)
Teste: ("Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con polietileno expandido")
Lugar: (Chiclayo, Departamento de Lambayeque)

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
(NORMA: MTC E 219; ASTM D 5821)

Concreto: (Piedra Clasada - Tres Tallas - Freciada)

A.- CON UNA CARA FRACTURADA.

TAMIZ		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA $C = (B/A) \cdot 100$	PORCENTAJE RET. GRADACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS $E = C \cdot D$
PASA	RETENE						
3"	2 1/2"	30000.0 g.	0.0	—	—	0.0%	—
2 1/2"	2"	15000.0 g.	—	—	—	—	—
2"	1 1/2"	7500.0 g.	—	—	—	—	—
1 1/2"	1"	3000.0 g.	—	—	—	—	—
1"	3/4"	1500.0 g.	—	—	—	—	—
3/4"	1/2"	500.0 g.	500.0	215.0	43.0%	0.4%	0.2%
1/2"	3/8"	300.0 g.	692.0	82.6	11.9%	0.6%	0.1%
TOTAL		57800.0 g.	1192.0 g.	297.6 g.		1.8 %	0.2 %

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = 24.5%

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS.

TAMIZ		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA $C = (B/A) \cdot 100$	PORCENTAJE RET. GRADACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS $E = C \cdot D$
PASA	RETENE						
3"	2 1/2"	30000.0 g.	0.0	—	—	0.0%	—
2 1/2"	2"	15000.0 g.	—	—	—	—	—
2"	1 1/2"	7500.0 g.	—	—	—	—	—
1 1/2"	1"	3000.0 g.	—	—	—	—	—
1"	3/4"	1500.0 g.	—	—	—	—	—
3/4"	1/2"	500.0 g.	300.0	236.0	51.2%	0.4%	0.1%
1/2"	3/8"	300.0 g.	692.0	110.0	15.9%	0.6%	0.1%
TOTAL		57800.0 g.	1192.0 g.	366.0 g.		1.0 %	0.1 %

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = 30.7%

NOTA: La portada fracturada fue determinada por masa.

[Firma]
Rudolf Jara Obispo
Téc. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Liza Wilmer Neiser
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
Ubicación : Chiclayo, Departamento de Lambayeque

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Tres Tomas - Ferrañafe
Muestra : Piedra chancada

I.- DATOS :

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
2"	1 1/2"	
50 mm	37.5 mm	
1 1/2"	3/4"	
37.5 mm	19 mm	
3/4"	1/2"	2.9
19 mm	12.5 mm	
1/2"	3/8"	2.8
12.5 mm	9.5 mm	
3/8"	Nº 4	6.9
9.5 mm	4.75 mm	

II.- RESULTADO :

DESGASTE TOTAL	(%)	12.6
-----------------------	------------	------

OBSERVACIONES :

- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

Oficina
 Tec. Laboratorio
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSEIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARIANIL - ASTM - D 1559 AASHTO T-243

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Touss - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla Patrón

Grava Charcada 3/4"	45%
Arena Charcada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%

Peso de Muestra	1425
Peso de C.A	60
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	641.25
Arena	783.75
Peso del Cemento	15
Peso de C.A	60

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	35.39
B Arena	62.14	50.05
C Filer	1	14.56

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#200
100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.4	10.9	4.8

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.0	4.0	4.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor 84)	35.39	35.39	35.39
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor 84)	50.05	50.05	50.05
5	% de filer en peso de mezcla (mínimo 65% para marla #200)	9.60	9.60	9.60
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	2.023	2.023
7	Peso específico Bulk de la grava (#84) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.411
8	Peso específico Aparente de la grava (#84) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432	2.432
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470
11	Peso específico aparente del filer	gr/cc	1.47	1.47
12	Altera geometría de la briqueta	cm	6.79	6.7
13	Peso de la briqueta en el aire	gr	1252.24	1233.75
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr	1273.57	1260.39
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr	711.3	713.35
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	562.2	547.04
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.227	2.195
18	Peso específico teórico máximo (Pica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.334	2.334
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100[(2/3)-(3/2)(7-8)+(4/2)(9+10)]	gr/cc	2.573	2.573
20	% de vacíos con aire 100(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.60	3.95
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21[(9/7)+(4/9)+(5/11)]	gr/cc	2.719	2.719
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21[(9/9)+(4/7)+(5/11)]	gr/cc	2.757	2.757
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4) [(3/P-8)+(4/P-10)]	gr/cc	2.442	2.442
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6[(2-21)/(23*21)] (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-4.27	-4.27
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	77.85	78.84
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25-20)	%	12.55	17.77
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	22.15	21.16
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*3+4	%	7.65	7.65
29	Relación betón vacíos 136/27*100	%	75.23	83.98
30	Lectura del eje	pué.	125	135
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del eje)	kg	2458	1981
32	Factor de estabilidad		0.86	0.89
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	2458	1993
34	Lectura del flexómetro (0.01") (35/0.254)	pué.	24	36
35	Relación Estabilidad / Flexión	kg/mm	2846	2122

Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica de Lambayeque

LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 UNIVERSIDAD CATOLICA DE LAMBAYEQUE
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Quisquén Liz Wilmer Neiser
CANTERA: Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Ligero - Mezcla patrou

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 3/4"	55%
Cemento (Filler)	1%

Peso de Muestra	1417.5
Peso de CA	67.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	637.875
Arena	779.63
Peso del Cemento	15
Peso de CA	67.5

CEMENTO ASFALTICO PER 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	35.20
B Arena	62.14	57.43
C Filler	1	7.35

Mezcla	
Especificaciones IVB	

% Que Pasa el Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40
	100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.6
	100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.6

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueza			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.5	4.5	4.5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	35.20	35.20	35.20
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	57.43	57.43	57.43
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% para malta #200)	1.91	1.91	1.91
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	1.023	1.023	1.033
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2.411	2.411	2.451
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2.432	2.432	2.432
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2.451	2.451	2.451
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2.470	2.470	2.470
11	Peso específico aparente del filler	1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueza	6.39	6.46	6.84
13	Peso de la briqueza en el aire	1201.31	1221.75	1288.6
14	Peso de la briqueza saturada superficialmente seca	1218.29	1235.35	1303.4
15	Peso de la briqueza en el agua 20 °C	685.1	692.75	739.4
16	Volumen de la briqueza 14-15	595.15	542.6	574.0
17	Peso unitario de la briqueza 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	2.244	2.252	2.245
18	Peso específico técnico máximo (Rica) (ASTM D 2941, AASHTO T 209, MTC E 508)	2.398	2.398	2.398
19	Máximo densidad teórica de los agregados 100/[(2/6)(3^2)+(7+8)+(4^2)(9+10)]	2.365	2.365	2.365
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	6.42	6.12	6.39
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]	2.496	2.496	2.496
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]	2.531	2.531	2.531
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4) / [(3/8) * 8] + [(4^2) * 10]	2.535	2.535	2.535
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100*(23-21)/[(23^2)*21] (ASTM D 4469, MTC E 511)	0.63	0.63	0.63
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueza [(2+4)^2/21]	85.02	85.29	85.04
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueza 100*(25+20)	8.56	8.59	8.56
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	14.98	14.71	14.96
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	1.91	1.91	1.91
29	Rotación betún vacíos (26/27)*100	57.13	58.38	57.25
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del omímetro)	2707	3099	3109
31	Factor de estabilidad	0.56	0.73	0.81
32	Estabilidad corregida 31*32	2599	2282	2590
33	Lectura del flexómetro (0.01") (85/0.254)	32	35	34
34	Fluencia	8.13	8.59	9.14
35	Relación Estabilidad / Fluencia	3197	3242	3087

#####

Henny
 Henny
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CAMINOS DE INGENIERIA CIVIL
 USAT
 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-243

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferrelafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla Patrón

Grava Chancada 3/4"	49%
Arena Chancada 1/4"	56%
Cemento (Filer)	1%

Peso de Muestra	1410
Peso de C.A.	75
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	034.5
Arena	775.5
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	75

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	34.80
B Arena	62.14	56.77
C Filler	1	8.43

% Que Pasa el Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40
100	89.0	81.1	63.1	59.6	22.4	10.9
100	89.0	81.1	63.1	59.6	22.4	10.9

Mezcla	Especificaciones IVB
--------	----------------------

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	5.6	5.6	5.6
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	34.80	34.80	34.80
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	56.77	56.77	56.77
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa medio #200)	1.89	1.89	1.89
6	Peso específico aparente del cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 83, MTC E 200)	gr/cc	2.411	2.411
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 83, MTC E 200)	gr/cc	2.432	2.432
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.86	6.86
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1301.9	1307.85
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seco	gr.	1318.39	1320.69
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	730.7	670.67
16	Volumen de la briqueta (4-13)	cc.	587.65	560.02
17	Peso unitario de la briqueta (13/16)	gr/cc	2.225	2.217
18	Peso específico técnico máximo (Bical) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, AITC E 500)	gr/cc	2.378	2.378
19	Máxima densidad técnica de los agregados 100/2/5/1/2/7+6/14/2/5+100	gr/cc	2.330	2.330
20	% de vacíos con aire (100/2-17/18)	%	6.84	6.76
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/(3/7)+(4/9)+(5/11)	gr/cc	2.496	2.496
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-11)/(3/8)+(4/10)+(5/13)	gr/cc	2.531	2.531
23	Peso específico efectivo del agregado total (1-4)/(3/7-8)+(4/9-10)	gr/cc	2.555	2.555
24	Asfalto observado por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.95	0.95
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (1-4)/17/21	%	82.95	83.03
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de la briqueta 100-(25*20)	%	10.21	10.22
27	% vacíos del agregado mineral (100-25)	%	17.05	16.97
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.73	4.73
29	Relación entre vacíos (25/27)*100	%	59.89	60.30
30	Estabilidad en corrimiento (tabla de colaboración del asfalto)	kg	3379	3274
31	Factor de estabilidad		0.93	0.93
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	2717	2645
33	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	40	34
34	Fluencia	m.m.	10.16	8.64
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2694	3526

Henry Oblitas
Ing. Civil
USAT
Laboratorio de Geotecnia, Caminos y Ensayos

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DEFINICION DE CONCRETO ARMADO
 METODO NORMALIZADO: ASTM C 3090 RAFTERS 1-200

TEMAS

"Influencia de las propiedades mecánicas de maderas nativas modificadas por presencia de virus con polimeros orgánicos"

TESISTA

: Quispeño Liza Wilmer Neizer

CATEDRA

: Tesis Tomas - Farnestale

LUGAR

: Chiclayo - Lambayeque

TRAFICO

: Liguas - Mielito Patricio

Grasa Comestible 100'	40%
Grasa Comestible 100'	30%
Grasas 100'	30%

Prisa de Madera	1400.0
Prisa de C.A.	85.0
Prisa del Formado	10
Prisa Total de la Madera Acabada	1500

Prisa	600.00
Prisa	771.00
Prisa del Formado	10
Prisa de C.A.	85.0

Material	N. Muestra	N. Diferencia
A Arena Tormentosa	30.00	33.60
B Arena	32.30	30.77
C Fierro	1	8.42

N. Muestra al Tercio							
g°	NCP	g/2°	g/4°	g/8°	g/16°	g/32°	g/64°
100	89.0	83.2	82.1	80.8	79.4	78.8	78.8

Muestra	
Exposición: 008	

	P	A	J	S	Prisa
1 Madera de la muestra	0	5.6	5.6	5.6	
2 C.A. en peso de la muestra	0	14.80	14.80	14.80	
3 M. de arena tormentosa en peso de la muestra (menos 6%)	0	34.72	34.72	34.72	
4 M. de arena tormentosa en peso de material (menos 6%)	0	3.80	3.80	3.80	
5 M. de fierro en peso de muestra (menos 10% para resaca A000)	0	3.02	3.02	3.02	
6 Prisa específica agregada de arena tormentosa	40%	3.42	3.42	3.42	
7 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
8 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
9 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
10 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
11 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
12 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
13 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
14 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
15 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
16 Prisa de la muestra y la muestra (aproximadamente) 100%	0	100.01	100.00	100.00	
17 Prisa de la muestra de la muestra	100%	100.01	100.00	100.00	
18 Muestra de la muestra	100%	100.01	100.00	100.00	
19 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
20 Muestra (aproximadamente) de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
21 M de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
22 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
23 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
24 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
25 M de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
26 M de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
27 M de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
28 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
29 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
30 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
31 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
32 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
33 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
34 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
35 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
36 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
37 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
38 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
39 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
40 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
41 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
42 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
43 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
44 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
45 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
46 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
47 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
48 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
49 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
50 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
51 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
52 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
53 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
54 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
55 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
56 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
57 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
58 Prisa específica de la muestra (Madera) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
59 Prisa específica de la muestra (C.A.) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42
60 Prisa específica de la muestra (Fierro) ASTM C 109, ASTM C 109, ASTM C 109	40%	3.42	3.42	3.42	3.42

[Handwritten Signature]
 Henry Ruedeneger
 Gibitus
 Tec. Laboratorio
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



IDENTIFICACION DE TAREA/INFORMACION
 NOMBRE DEL ALUMNO: USAT - 2020-0477947-200

- TESIS** : "Influencia de las propiedades mecánicas de mantas sintéticas modificados por proceso de vía seca con polietileno expandido"
TESISTA : Quevedo Liz Wilmer Neira
CANTERA : Tercer Turno - Enreñada
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligno - Mezcla Pavista

Grava Chancada 5/10"	40%
Grava Chancada 10"	40%
Cemento (Pav)	20%

Peso de Muestra	1200
Peso de C.A.	30
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1245

Pavista	627.25
Grava	757.25
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	30

Muestra	% Mezcla	% Densidad
1	26.66	24.00
2	52.33	51.04
3	21	21.20

% Gran Pasos al Tambo									
1"	2 1/2"	5/8"	3/4"	3/8"	1/4"	1/8"	75µ	425µ	75µ
100	89.8	85.1	81.1	84.6	72.4	55.5	4.8		

Muestra	100
Expansión/Contracción	100

N	Descripción de la Prueba	f	δ	z	z'	Presión
1	C.A. en arena de la muestra	%	5.0	5.0	5.0	
2	% de grava retenida en paso de 5/8" (39.6mm) Ø	%	10.00	10.00	10.00	
3	% de grava retenida en paso de 3/4" (37.5mm) Ø	%	10.94	10.94	10.94	
4	% de 3/8" en paso de malla (30.0mm) Ø	%	4.72	4.72	4.72	
5	Peso específico aparente de muestra saturada	g/cm ³	1.023	1.024	1.024	
6	Peso específico aparente de la arena (100% ASTM C 137 - AGASTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
7	Peso específico aparente de la grava (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	
8	Peso específico aparente de la arena (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
9	Peso específico aparente de la grava (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
10	Peso específico aparente de la muestra (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
11	Peso específico aparente del 20%	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
12	Peso específico aparente del 50%	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
13	Peso de la muestra en el aire	g	1200.00	1200.00	1200.00	
14	Peso de la muestra saturada superficialmente en el agua	g	1201.48	1200.54	1200.85	
15	Peso de la muestra en el agua	g	748.20	747.44	746.98	
16	Densidad de la muestra	g/cm ³	1.023	1.024	1.024	
17	Peso específico relativo aparente	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
18	Peso específico relativo aparente (100% ASTM D 2954 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
19	Módulo de elasticidad aparente de los agregados (ASTM D 2954 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
20	% de agua en arena	%	0.20	0.21	0.21	0.20
21	Peso específico de la muestra (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
22	Peso específico aparente del agregado total (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
23	Peso específico aparente del agregado total (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	g/cm ³	1.470	1.471	1.471	1.481
24	Índice de absorción del agregado total (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	1.02	1.02	1.02	
25	% del volumen de agregado (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	36.35	31.51	33.49	
26	% del volumen de agua (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	10.00	9.77	9.84	
27	% del volumen de agregado (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	10.50	10.48	10.51	10.50
28	Índice de absorción (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	0.21	0.21	0.21	
29	Índice de absorción (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	75.54	75.87	76.49	81.44
30	Índice de absorción (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	10.00	10.00	10.00	
31	Índice de absorción (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	9.00	9.00	9.01	
32	Índice de absorción (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	10.00	10.00	10.00	10.00
33	Índice de absorción (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	10.00	10.00	10.00	10.00
34	Índice de absorción (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	10.00	10.00	10.00	10.00
35	Índice de absorción (100% ASTM C 137 - AGOSTO 7 de 2001 - MTC E 200)	%	10.00	10.00	10.00	10.00

[Handwritten Signature]
 Wilmer Neira Quevedo
 C. DNIUS
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D - 2041

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla Patrón

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	730	730	730	730	730
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2565	2565	2565	2565	2565
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1903	1974	1942	1979	1958
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3449.0	3392.0	3424.0	3366.0	3452.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1546	1418	1482	1387	1494
6.- AGUA DESPLAZADA (2)-(3)	662	591	623	586	607
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.334	2.398	2.378	2.367	2.460


 Centro de Estudios
 Científicos
 Obispos
 Laboratorio
 USAT





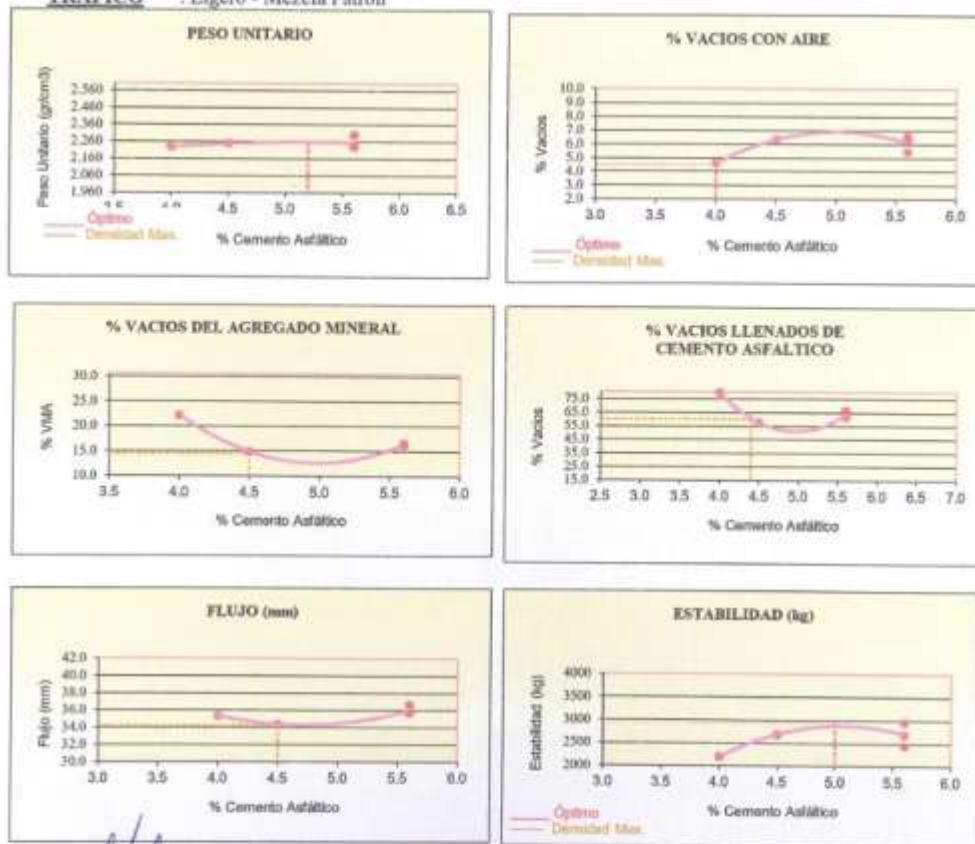

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 345

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla Patrón



[Handwritten signature]
 H. Torres
 R. Rodríguez
 M. Torres
 T. L. Rodríguez
 USAT



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	4.7
Peso Unitario (g/cm ³)	2.254
Vacios (%)	4.50
Vacios del Agregado mineral (%)	14.50
Vacios Llenados de C.A (%)	66.00
Flujo (mm)	8.83
Estabilidad (Kg)	2920
Relación Polvo Asfalto	0.98

Nota: El Optimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacíos al aire y Estabilidad

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



COMPLICACION DE CONCRETOS ASFALTOS
 METODOS/INDICADORES - METODOS/INDICADORES/1-201

TESIS : Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con polidimetil siloxano*
TESISTA : Quisquán Luis Wilmar Neiras
CANTERA : Tross Trezas - Ferrelate
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Medio - Mezcla Patón

Grava (Chiclayo) 3/4"	40%
Grava (Chiclayo) 1/2"	40%
Canchales (Patón)	1%

Peso de Mezclas	1000
Peso de C.A.	60
Peso del Cemento	15
Peso total de M.	1700

FM250	401.23
Activa	700.75
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	60

Material	% Mezcla de Ensayo
A. Grava Tricolorada	60.00
B. Arena	32.00
C. Filler	8.00

% Mezcla Base de Ensayo							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	20#	15#	10#	7.5#
100	89.0	81.1	63.1	30.0	13.0	3.0	0.0
100	91.0	83.0	65.0	32.0	15.0	3.5	0.0

	P	I	E	S	Presión
1. Módulo de Resiliencia	si	6.0	6.0	6.0	
2. C.A. en peso de la mezcla	si	60.00	60.00	60.00	
3. M. de grava tricolorada en peso de la mezcla (Grava 40)	si	40.00	40.00	40.00	
4. M. de arena combinada en peso de mezcla (Grava 40)	si	30.00	30.00	30.00	
5. M. de filler en peso de mezcla (Grava 40)	si	6.00	6.00	6.00	
6. Peso especifico aparente de cemento FM250	kg/m ³	1.010	1.010	1.010	
7. Peso especifico Bulk de la grava (40) (ASTM C 127 - ABRIL 1 91, APC 1 200)	kg/m ³	2.411	2.411	2.411	
8. Peso especifico aparente de la grava (40) (ASTM C 127 - ABRIL 1 91, APC 1 200)	kg/m ³	2.431	2.431	2.431	0.431
9. Peso especifico Bulk de la arena (40) (ASTM C 128 - ABRIL 1 91, APC 1 200)	kg/m ³	2.451	2.451	2.451	
10. Peso especifico aparente de la arena (40) (ASTM C 128 - ABRIL 1 91, APC 1 200)	kg/m ³	2.470	2.470	2.470	0.470
11. Peso especifico aparente de filler	kg/m ³	1.47	1.47	1.47	
12. Módulo aparente de la Resiliencia	ksi	0.43	7.04	6.77	
13. Peso de la Resiliencia en el ensayo	gr	1200.00	1200.00	1200.00	
14. Peso de la Resiliencia referido a un espesor de 1 cm	gr	1200.00	1200.00	1200.00	
15. Peso de la Resiliencia en el ensayo	gr	700.00	700.00	690.00	
16. Módulo de la Resiliencia	kg/cm ²	1.01	1.01	1.01	
17. Peso especifico de la Resiliencia (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/m ³	2.270	2.270	2.270	0.270
18. Peso especifico aparente de la arena (40) (ASTM C 128 - ABRIL 1 91, APC 1 200)	kg/m ³	2.450	2.450	2.450	
19. Módulo de resiliencia de la arena (40) (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	2.070	1.070	1.070	
20. Módulo de resiliencia de la grava (40) (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	3.45	4.17	4.17	0.40
21. Peso especifico Bulk de la Resiliencia (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/m ³	2.210	1.710	1.710	
22. Peso especifico aparente de la Resiliencia (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/m ³	2.750	1.750	1.750	
23. Peso especifico aparente de la Resiliencia (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/m ³	2.450	2.450	2.450	
24. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	0.46	0.46	0.46	
25. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	70.00	70.00	70.00	
26. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	17.00	10.00	10.00	
27. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.00	11.10	11.10	0.10
28. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	7.00	7.00	7.00	
29. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
30. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
31. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
32. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
33. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
34. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
35. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
36. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
37. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
38. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
39. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10
40. Módulo de resiliencia por el agregado total (ASTM D 272 - APC 1 200)	kg/cm ²	10.10	10.10	10.10	0.10

[Handwritten signature]
 USAT
 T.P.C. LAMBAYEQUE
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



INDICACIONES COMISIÓN EJECUTIVA
 METODO BORDADO - 8074 - 0 228 480100 7 081

TESIS : Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido
TESISTA : Quespaín Liza Wilmer Neuser
CANTERA : Tres Tomas - Ferretafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFFICO : Medio - Mezcla Patrón

Grasa Chicaada 1/4"	40%
Grasa Chicaada 1/2"	50%
Cemento (Blanco)	1%

Peso de Muestra	1410
Peso de C.A.	75
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	524.0
Arroyo	775.5
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	75

Material	N. Mezcla	N. Bordo
A. Grasa Tardada	14.80	14.80
B. Arroyo	83.14	84.71
C. Filler	1	0.03

N. Que Pasa al Tamiz									
T"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
100	88.0	81.1	68.1	50.4	24.4	15.3	4.8		

Muestra	
Fundición No.	518

F	Descripción	F	1	2	3	Prots.
1	Muestra de Referencia					
2	C.A. en agua de la muestra	N	5.6	5.4	5.8	
3	N. de arena triturada en agua de la muestra (peso 400)	N	14.80	14.80	14.80	
4	N. de arena triturada en agua de muestra (peso 400)	N	16.77	16.77	16.77	
5	N. de arena de agua de muestra (peso 1000) (1000 arena real 4000)	N	1.89	1.89	1.89	
6	Peso agua (1000) operando de cemento asfáltico	0.0%	1.023	1.023	1.023	
7	Peso asfáltico (1000) de la grava (400) (ASTM C 127, ASHTO T 85, MTC E 208)	0.0%	2.451	2.451	2.451	
8	Peso asfáltico (1000) de la grava (400) (ASTM C 127, ASHTO T 85, MTC E 208)	0.0%	2.452	2.452	2.452	0.433
9	Peso asfáltico (1000) de la grava (400) (ASTM C 127, ASHTO T 85, MTC E 208)	0.0%	2.451	2.451	2.451	
10	Peso asfáltico (1000) de la grava (400) (ASTM C 127, ASHTO T 85, MTC E 208)	0.0%	2.476	2.476	2.476	0.461
11	Peso asfáltico (1000) de la grava (400) (ASTM C 127, ASHTO T 85, MTC E 208)	0.0%	1.47	1.47	1.47	
12	Altera operando de la muestra	cm	5.8	7	6.5	
13	Peso de la muestra en el agua	g	1386.52	1383.81	1386.64	
14	Peso de la muestra saturada superficialmente seco	g	1358.25	1375.5	1373.76	
15	Peso de la muestra en el agua 25 °C	g	684.2	776.17	726.85	
16	Volúmenes de la muestra 25 °C	cc	304.02	308.93	303.7	
17	Peso saturado de la muestra 25 °C (ASTM D 2922, MTC E 204)	0.0%	2.274	2.279	2.275	2.276
18	Peso asfáltico (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	0.0%	2.388	2.388	2.388	
19	Altera (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	0.0%	2.339	2.339	2.339	
20	N. de arena (1000) (1000) (1000) (ASTM D 2922, MTC E 204)	N	4.75	4.54	4.73	0.67
21	Peso asfáltico (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	0.0%	2.496	2.496	2.496	
22	Peso asfáltico (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	0.0%	2.523	2.523	2.523	
23	Peso asfáltico (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	0.0%	2.567	2.567	2.567	
24	Altera (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	N	1.12	1.14	1.12	
25	N. de arena (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	N	45.28	45.28	45.28	
26	N. de arena (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	N	38.09	38.13	38.03	
27	N. de arena (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	N	14.84	14.83	14.83	14.93
28	Altera (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	N	4.58	4.58	4.58	
29	Altera (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	N	49.01	49.03	49.01	49.08
30	Estabilidad con control (suma de estabilización del asfalto)	kg	7000	6800	4700	
31	Factor de estabilidad		1.04	0.81	0.89	
32	Estabilidad controlada 61 °C	kg	1015	1017	1016	1014
33	Estabilidad controlada 61 °C (1000) (1000) (1000)	kg	34	39	39	39
34	Altera (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	0.0%	8.68	7.51	7.37	
35	Altera (1000) de la muestra (1000) (ASTM D 2922, ASHTO T 200, MTC E 204)	0.0%	3203	3086	3234	3000

[Handwritten Signature]
 Henry Ruedeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENSAYOS CONSTRUCTIVOS Y GEOTECNICOS
USAT
 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



INSERCIÓN DE CONCRETO ARMADO
 (NORMAS CHILENAS) - ASTM - E 1208 (ASTM C 109)

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con polietileno expandido"
TESISTA: Quirapán Lizy Wilmar Meiser
CANTERA: Tera Tomas - Ferretada
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFFICO: Medio - Merca Panatá

Carga Charicada 20"	40%
Carga Charicada 10"	55%
Concreto (Hiel)	5%

Peso de Muestra	1400.0
Peso de C.A.	82.5
Peso del Cemento	10
Peso Total de la Muestra Asfáltica	1500

Plástico	401.120
Asfalto	2.71.300
Peso del Cemento	10
Peso de C.A.	82.5

Material	N. Muestra	N. Unidad
A. Grava Triturada	30.00	30.00
B. Arena	62.14	32.04
C. Hiel	1	11.20

N. Base Pasa al 75µm									
1"	3/4"	1/2"	3/8"	NO. 20	NO. 30	NO. 40	NO. 60	NO. 100	NO. 200
100	89.8	85.4	83.1	78.2	73.4	68.9	58.9	4.8	0.4

	P	1	2	3	Prova
1. Normal de Arroyito	%	5.0	1.0	0.0	
2. C.A. en peso de la mezcla	%	34.00	34.00	34.00	
3. N. de arena triturada en peso de la muestra (grava 40)	%	33.04	33.04	33.04	
4. N. de arena triturada en peso de la muestra (grava 40)	%	4.72	4.72	4.72	
5. N. de hiel en peso de muestra (huelo 20) en peso de la muestra	%	0.03	0.03	0.03	
6. Peso específico aparente de la grava 40	g/cm ³	2.411	2.411	2.411	
7. Peso específico aparente de la arena 40	g/cm ³	2.421	2.421	2.421	2.421
8. Peso específico aparente de la arena 20	g/cm ³	2.421	2.421	2.421	2.421
9. Peso específico aparente de la arena 10	g/cm ³	2.421	2.421	2.421	2.421
10. Peso específico aparente de la arena 5	g/cm ³	2.421	2.421	2.421	2.421
11. Peso específico aparente del hiel	g/cm ³	1.47	1.47	1.47	
12. Diferencia porcentual de la grava	%	3.2	0.8	0.8	
13. Peso de la muestra en el agua	g	1398.09	1268.5	1018.5	
14. Peso de la muestra en el agua	g	1411.09	1252.09	1015.09	
15. Volumen de la muestra 14.13	cm ³	779.25	710.6	712.83	
16. Peso específico de la muestra 14.13	g/cm ³	115.49	143.32	143.6	
17. Peso específico de la muestra 14.13	g/cm ³	1.617	1.617	1.617	1.617
18. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	2.843	2.843	2.843	
19. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	2.709	2.709	2.709	
20. N. de arena en peso 14.13	%	0.41	0.46	0.41	0.41
21. Peso específico de la grava 40	g/cm ³	2.376	2.376	2.376	
22. Peso específico aparente de la grava 40	g/cm ³	2.352	2.352	2.352	
23. Diferencia porcentual de la grava 40	%	2.621	2.621	2.621	
24. Diferencia porcentual de la grava 40	%	0.87	0.87	0.87	
25. N. de arena de la muestra 14.13	%	82.45	82.45	82.45	
26. N. de arena de la muestra 14.13	%	35.63	35.75	35.67	
27. N. de arena de la muestra 14.13	%	17.33	16.79	17.27	17.29
28. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	4.84	4.81	4.81	
29. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	40.41	42.33	41.77	41.31
30. Factor de compactación	%	100	100	100	
31. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	100	100	100	
32. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	100	100	100	
33. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	100	100	100	
34. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	100	100	100	
35. Diferencia porcentual de la muestra 14.13	%	100	100	100	

[Handwritten signature]
 Henry
 Quirapán Lizy
 Meiser
 Ing. Civil
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Medio - Mezcla Patrón

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filler)	1%

Peso de Muestra	1395
Peso de C.A	90 6.46%
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	627.75
Arena	767.25
Peso del Cemento	15
Peso de C.A	90

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.88	34.80
B Arena	62.14	54.88
C Filler	1	10.32

% Que Pasa el Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40
100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.4	10.9
100	88.338	80.288	61.832	49.332	21.732	10.332

Mezcla	Mezcla
Especificaciones IVB	IVB

I	Número de briketa	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.6	5.6	5.6	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	34.80	34.80	34.80	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	54.88	54.88	54.88	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% paso orillo #200)	%	3.78	3.78	3.78	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.422
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	0.00	0.00	
12	Altura promedio de la briketa	cm	6.1	6.9	6.7	
13	Peso de la briketa en el aire	gr	1216.83	1369.74	1325.03	
14	Peso de la briketa saturada superficialmente seca	gr	1227.74	1380.62	1338.33	
15	Peso de la briketa en el agua 25 °C	gr	687.30	786.17	758.98	
16	Volumen de la briketa 14-15	c.c.	530.44	594.45	578.4	
17	Peso unitario de la briketa 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.294	2.304	2.287	2.295
18	Peso específico tédrico máximo (Rico) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.415	2.415	2.415	
19	Máximo densidad tédrica de los agregados 100[(2/3)+((3/2)*(7+6)+(4*2/9)+10)]	gr/cc	2.372	2.372	2.372	
20	% de vacíos con aire 100*((1-17/18) (ASTM D 3703, MTC E 505)	%	4.99	4.57	5.78	4.95
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.548	2.548	2.548	
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21/((3/7)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.584	2.584	2.584	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4) /((1/P-8)+(4*P-10))	gr/cc	2.600	2.600	2.600	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21)(ASTM D 4699, MTC E 511)	%	0.81	0.81	0.81	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briketa (3+4) 17/21	%	84.14	84.51	83.88	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briketa 100-(25+20)	%	10.87	10.92	10.84	
27	% de vacíos del agregado mineral 100-25	%	15.86	15.49	16.12	15.82
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 3 - (24/100)*(3+4)	%	4.88	4.88	4.88	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	68.54	70.47	67.22	68.74
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del orillo)	lb	2970	3092	3115	
31	Factor de estabilidad		0.86	0.81	0.83	
32	Estabilidad corregida 31*32	lb	2803	2505	2586	2631
33	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	35	39	38	37
34	Fluencia	m.m.	8.89	9.91	9.65	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3153	2528	2680	2787

[Signature]
 Henry Puddenyra
 Obliias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SIQUIS, CARBONIO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D-2041

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Medio - Mezcla Patrón

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	730	730	730	730	730
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2565	2565	2565	2565	2565
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1913	1964	1946	2009	1938
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3449.0	3392.0	3424.0	3366.0	3452.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1536	1428	1478	1357	1514
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	652	601	619	556	627
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.356	2.376	2.388	2.441	2.415


Henry
Bivadencya
Oblitas
Rec. Laboratorio
USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TÉCNICO DE LABORATORIO

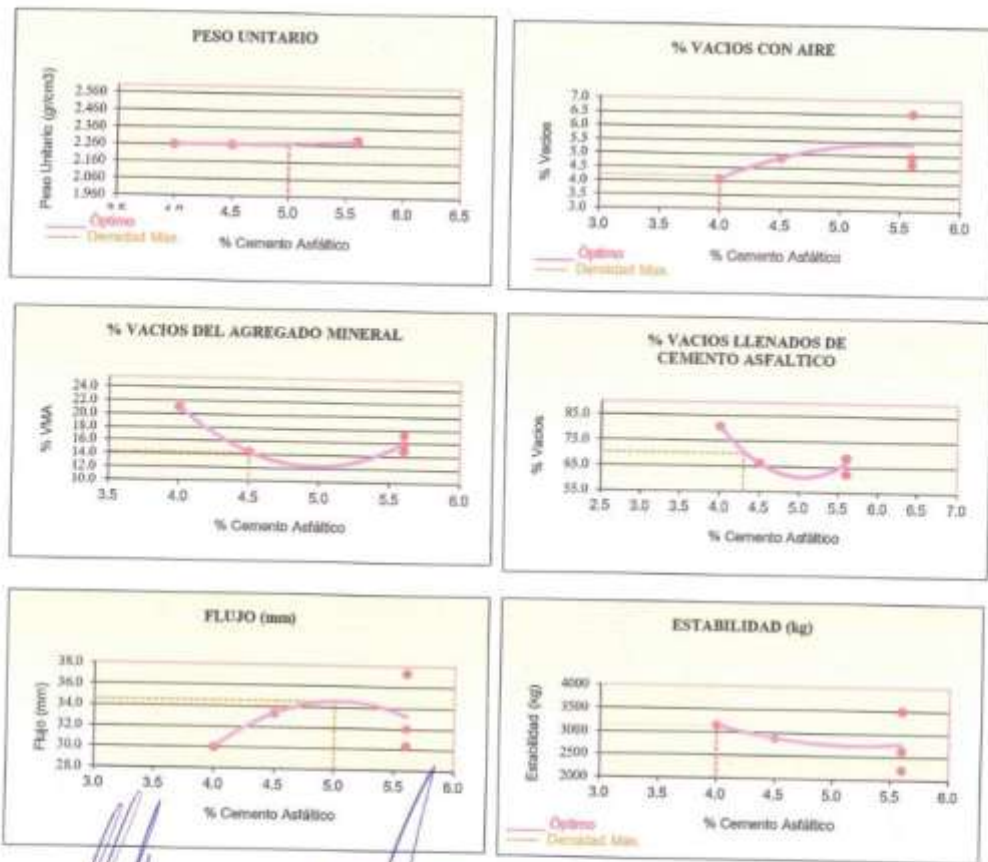


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-345

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
TRAFICO : Medio - Mezcla Patrón



Henry
 Roldanegra
 Abilio
 Th. LACORRADO
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	4.3
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.296
Vacios (%)	4.25
Vacios del Agregado mineral (%)	14.20
Vacios Llenados de C.A (%)	70.00
Flujo (mm)	3.76
Estabilidad (Kg)	3120
Relacion Polvo Asfalto	0.80

Nota: El Optimo de Cemento Asfáltico se define del Peso Unitario, Vacios al aire y Estabilidad



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA: Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Ligero - Mezcla modificada 2%

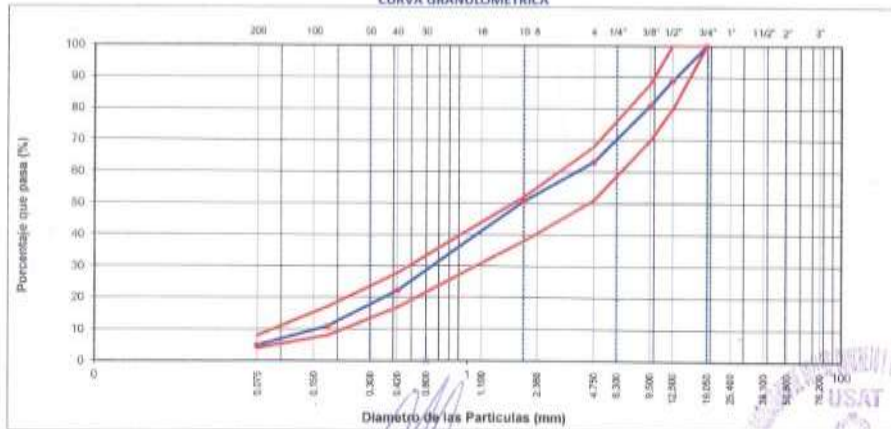
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 3/4"	45%
Arma Chancada 1/4"	35%
Cemento (Filar)	1%
GRANULOMETRICO EN BORDO	

TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
 Peso inicial seco : 4000 g

TAMIZ	AABITO 1.27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 3	
3/4"	19.000	0			100.0	100	
1/2"	12.500	439	11.0	11.0	89.0	80 - 100	
3/8"	9.500	319	8.0	18.9	81.1	70 - 88	
Nº 4	4.750	717	17.8	36.8	63.1	51 - 68	
Nº 10	2.000	226.2	12.5	49.4	50.6	38 - 53	Observación:
Nº 40	0.425	509.1	38.2	77.6	22.4	17 - 28	
Nº 80	0.177	208.8	21.6	89.1	10.9	8 - 17	
Nº 200	0.075	109.0	6.0	95.2	4.8	4 - 8	
< Nº 200	FONDO	86.9	4.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivas Obispo
 Tec. Laboratorio
 11.01.18





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecanicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de via seca con poliestireno expandido"

TESISTA : Quesquén Liza Wiimer Neiser

CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe

LUGAR : Chiclayo - Lambayeque

TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada 2% (4% poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filler)	1%
Perlas de poliestireno expandido	2%

Peso de Muestra	1425
Peso de C.A.	60 4.00%
Peso del Cemento	35
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	641.25
Arena	783.8
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	60

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	35.39
B Arena	62.14	50.05
C Filler	1	14.56

% Que Pasa el Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#40
100	89.0	81.3	69.1	50.6	22.4	10.9
100	80 - 100	70 - 88	51 - 69	38 - 52	17 - 28	8 - 17

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.0	4.0	4.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	35.39	35.39	35.39
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	50.05	50.05	50.05
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% peso malla #200)	9.60	9.60	9.60
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.024	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) [ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206]	gr/cc. 2.411	2.411	2.411
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) [ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206]	gr/cc. 2.432	2.432	2.432
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) [ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205]	gr/cc. 2.451	2.451	2.451
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) [ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205]	gr/cc. 2.470	2.470	2.470
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 5.66	6.34	6.06
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 996	1075.01	1056.3
14	Peso de la briqueta saturado superficialmente seco	gr. 1022	1079.65	1066.7
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 622.0	695.5	659.18
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 400.0	444.15	427.5
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 [ASTM D 2726, MTC E 514]	gr/cc. 2.490	2.470	2.471
18	Peso específico teórico máximo (Rice) [ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508]	gr/cc. 2.668	2.668	2.668
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100*((2/6)*(1/2+8)+(4/2)*(9-10))	gr/cc. 2.573	2.573	2.573
20	% de vacíos con aire 100*((1-17)/18) [ASTM D 3203, MTC E 505]	% 4.52	7.19	5.65
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/((377)+(4/9)+(5/11))	gr/cc. 2.719	2.719	2.719
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21/((5/8)+(4/9)+(5/11))	gr/cc. 2.757	2.757	2.757
23	Peso específico efectivo del agregado total (3-4) / ((3/P. 8)/(4*P-10))	gr/cc. 2.760	2.760	2.760
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6((23-21)/(23*21)) [ASTM D 4469, MTC E 511]	% 0.56	0.56	0.56
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3-4) / (17/21)	% 87.04	84.61	86.37
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	% 8.44	8.20	8.38
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 12.96	15.39	13.63
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	% 3.52	3.52	3.52
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	% 65.13	53.30	61.45
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 1890	2020	2473
31	Factor de estabilidad	kg 1.09	1.25	0.81
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 1890	2020	2473
33	Lectura del fleómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil. 32	36	33
34	Fluencia	m.m. 8.13	9.14	8.13
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 2325	2209	3043

Henry Rivas Oblias
Ingeniero Civil
Mec. Laboratorio
USAT

USAT
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



INDICACION DE CONCRETO ASFALTADO
 METODO MARSHALL - ASTM D 1559 ANEXIO T-245

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Tross Trossa - Ferrnandez
CANTERA: Chidreco - Lambreyque
LUGAR: Ligero - Mezcla modificada 2% (4.2% poliestireno expandido)

Grasa Chauxada 40"	40%
Grasa Chauxada 50"	55%
Cemento (Piso)	1%
Peso de poliestireno expandido	2%

Peso de Agregado	1417.5
Peso de C.A.	87.8
Peso del Cemento	13
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1518.3

Piedra	617.8 (3)
Arena	779.6
Peso del Cemento	13
Peso de C.A.	67.5

Material	N Muestra	N Direcci
A Grasa Triturada	16.00	35.23
B Arena	62.12	37.43
C Piedra	1	1.16

N Grad Base al Dens							
T'	T''	T'''	T''''	T'''''	SP10	SP20	SP30
100	99.0	91.1	88.7	86.6	81.4	10.9	4.8
100	97.100	70.80	51.10	48.10	17.10	8.17	4.8

Mixto
Indicaciones: 708

Número de Diques	#	1	2	3	Prom.
1. C.A. en peso de la mezcla	N	4.5	4.5	4.5	
2. N. de agua agregada en arena de la muestra (peso #4)	N	29.20	26.20	26.20	
3. N. de agua agregada en arena de la muestra (tam. #40)	N	57.68	57.68	57.68	
4. N. de agua en peso de mezcla (arena + 2% agua + agua #40)	N	1.81	1.81	1.81	
5. Peso específico aparente de la muestra asfáltica	gr/lb	1.922	1.923	1.919	
6. Peso específico real de la arena (ASTM C 127 - ANEXO T 24 - MET 2 200)	gr/lb	1.411	1.411	1.411	
7. Peso específico aparente de la arena (ASTM C 127 - ANEXO T 24 - MET 2 200)	gr/lb	1.492	1.492	1.492	1.492
8. Peso específico real de la arena (ASTM C 127 - ANEXO T 24 - MET 2 200)	gr/lb	1.401	1.401	1.401	
9. Peso específico aparente de la arena (ASTM C 127 - ANEXO T 24 - MET 2 200)	gr/lb	1.470	1.470	1.470	1.469
10. Peso específico aparente de la arena (ASTM C 127 - ANEXO T 24 - MET 2 200)	gr/lb	1.47	1.47	1.47	
11. Adhesión promedio de la bitumen	gr	8.81	8.81	8.81	
12. Peso de la bitumen en el agua	gr	1047.33	1021.32	1121.12	
13. Peso de la bitumen saturado superfluo en el agua	gr	1162.61	1129.29	1129.1	
14. Volumen de la bitumen - 14.21	cc	795.5	876.81	989.1	
15. Peso aparente de la bitumen - 14.78	gr	654.34	694.08	650.1	
16. Peso específico real de bitumen (ASTM D 2730 - MET 2 200)	gr/lb	1.513	1.480	1.481	1.484
17. Adhesión promedio (gr) de la muestra (ASTM D 2041 - ANEXO T 24 - MET 2 200)	gr/lb	1.401	1.401	1.401	
18. N. de arena con tam. 10" (1.575)	gr/lb	1.245	1.245	1.245	
19. N. de arena con tam. 10" (1.575)	N	6.45	6.75	6.20	6.10
20. Peso específico real del agregado total (ASTM D 2922 - MET 2 200)	gr/lb	1.496	1.496	1.496	
21. Peso específico aparente del agregado total (ASTM D 2922 - MET 2 200)	gr/lb	1.531	1.531	1.531	
22. Peso específico aparente del agregado total (ASTM D 2922 - MET 2 200)	gr/lb	1.779	1.779	1.779	
23. Adhesión promedio por el agregado total (ASTM D 2041 - ANEXO T 24 - MET 2 200)	N	4.17	4.17	4.17	
24. N. del vol. del agregado / Volumen Real de la bitumen (ASTM D 2041)	N	25.10	43.91	46.15	
25. N. del volumen de agua agregado / Volumen de bitumen (ASTM D 2041)	N	1.36	1.34	1.30	
26. N. del vol. del agregado / Volumen Real de la bitumen (ASTM D 2041)	N	4.41	6.08	3.40	5.51
27. Adhesión promedio / peso de la muestra (ASTM D 2041)	N	0.63	0.63	0.63	
28. Relación agua-agregado (ASTM D 2041)	N	28.28	22.12	23.88	26.75
29. Estabilidad en porcentaje (ASTM D 2041)	gr	4790	4330	2810	
30. Factor de estabilidad		1.19	1.25	1.25	
31. Temperatura controlada (ASTM)	gr	2804	2820	2640	3123
32. Lectura del termómetro (ASTM) (ASTM D 2041)	gr	41	38	45	41
33. Aireación	gr/lb	10.41	8.85	11.48	
34. Relación estabilidad / Aireación	gr/lb	1891	3225	2180	2900

Henry Rivas Araya
 Obispo
 Terc. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DENSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T 245

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con polibuteno expandido"
TESISTA: Trus Tomus - Ferrelante
CANTERA: Chiclayo - Lambayeque
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Ligero - Mezcla modificada 2% (5% polibuteno expandido)

Grasa Chispada 3/4"	40%
Grasa Chispada 1/4"	55%
Cemento Póster	7%
Aire de polibuteno expandido	2%
MEZCLA ASFALTICA PEGUANTE	

Peso de Materia	1410
Peso de C.A.	75
Peso del Cemento	10
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	624.5
arena	778.0
Peso del Cemento	10
Peso de C.A.	75

Materia	N. Muestra	N. litro (gr)
A. Grasa Triturada	34.80	24.80
B. Arena	62.14	56.77
C. Póster	1	6.48

N. litro Peso al Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	15/32"	1/16"	1/32"	1/64"
100	89.6	81.2	82.2	96.4	12.4	10.9	4.8	
100	80	100	70	80	11	60	18	12

N.	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de bitácula					
2	C.A. en peso de la muestra	N	5.0	5.1	5.5	
3	N. de grava triturada en peso de la muestra (grava #4)	N	34.80	34.80	34.80	
4	N. de arena (aproximada) en peso de la muestra (grava #4)	N	56.77	56.77	56.77	
5	N. de póster en peso de muestra (cemento #75 para muestra #100)	N	1.89	1.89	1.89	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.013	1.013	1.023	
7	Peso específico bulk de la grava (ASTM C 127, AASTHO T 89, AISC C 206)	gr/cc	2.453	2.411	2.411	
8	Peso específico aparente de la grava (ASTM C 127, AASTHO T 89, AISC C 206)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.422
9	Peso específico bulk de la arena (ASTM C 128, AASTHO T 84, AISC C 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10	Peso específico aparente de la arena (ASTM C 128, AASTHO T 84, AISC C 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11	Peso específico aparente del Póster	gr/cc	1.47	1.47	1.47	
12	Aforo aparente de la bitácula	lit	6.20	6.57	6.20	
13	Peso de la bitácula en el aire	g	1124.30	1164.30	1146.50	
14	Peso de la bitácula saturada superficialmente seca	g	1152.98	1164.30	1163.14	
15	Peso de la bitácula en el agua	g	674.5	680.17	676.05	
16	Volumen de la bitácula 10-10	cc	478.33	487.19	484.1	
17	Peso unitario de la bitácula 10-10	g/cc	2.377	2.398	2.368	2.365
18	Peso específico aparente (Método) (ASTM D 691, AASTHO T 208, AISC C 108)	gr/cc	2.511	2.511	2.511	
19	Módulo de elasticidad teórico de los agregados (ASTM C 939, AASTHO T 209, AISC C 109)	gr/cc	2.580	2.580	2.580	
20	N. de volúmenes en el 100% (100%)	N	5.52	6.81	5.66	6.02
21	Peso específico bulk del agregado total (100%) (ASTM D 2922, AISC C 300)	gr/cc	2.686	2.686	2.686	
22	Peso específico aparente del agregado total (100%) (ASTM D 2922, AISC C 300)	gr/cc	2.551	2.551	2.551	
23	Peso específico aparente del agregado total (100%) (ASTM D 2922, AISC C 300)	gr/cc	2.730	2.730	2.730	
24	Ángulo de fricción por el agregado total (ASTM D 2922, AISC C 300)	N	3.38	3.38	3.38	
25	N del coeficiente de fricción / Volumen bruto de la bitácula (ASTM D 2922)	N	68.81	67.54	68.68	
26	N del coeficiente de fricción efectiva / Volumen de bitácula 100 (100%)	N	3.67	3.56	3.60	
27	N coeficiente de fricción efectiva 100-25	N	11.19	12.46	11.32	11.66
28	Ángulo de fricción / peso de la muestra 2-10 (ASTM D 2922)	N	1.91	2.51	2.51	
29	Coeficiente de fricción 2-10 (ASTM D 2922)	N	96.65	44.81	45.28	48.48
30	Estabilidad sin drenaje (fricción de cohesión del suelo)	gr	2710	2014	2003	
31	Coeficiente de estabilidad 31*31	gr	1.14	1.04	1.09	
32	Estabilidad con drenaje 31*31	gr	1080	2710	2845	2883
33	Índice del Perímetro (1.0-0.07) (100 / U.254)	mm	40	37	40	39
34	Fluencia	mm	10.16	9.40	10.16	
35	Resistencia (Estabilidad / Fluencia)	mm	8041	2893	2793	2808

[Handwritten Signature]
 Henry Huadaveyro
 Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Lizza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Torres - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada 2% (5.5% poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filler)	1%
Pellets de poliestireno expandido	2%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1402.5
Peso de C.A.	82.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	631.125
Arena	771.375
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	82.5

Muestra	% Mezcla	% Densidad
A Grava Triturada	36.86	34.80
B Arena	62.34	53.94
C Filler	1	13.26

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
100	99.6	83.1	68.1	60.6	23.4	10.9	4.8
100	80	100	79	68	51	68	38

Número de Brújula	#	1	2	3	Prom.
1 C.A. en peso de la mezcla	N	5.6	5.5	5.6	
2 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	N	34.80	34.80	34.80	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	N	53.94	53.94	53.94	
3 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% para malla #200)	N	4.72	4.72	4.72	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
8 Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.482	2.482	2.482	2.482
9 Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC F 201)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10 Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 206)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	
12 Altura promedio de la brújula	cm	6.18	5.96	6.32	
13 Peso de la brújula en el aire	gr	1129.89	1080.74	1165.4	
14 Peso de la brújula saturada superficialmente seca	gr	1137.15	1100.61	1178.79	
15 Peso de la brújula en el agua 25 °C	gr	673.34	694	698.33	
16 Volumen de la brújula 14-15	c.c.	463.815	446.61	480.5	
17 Peso unitario de la brújula 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.417	2.420	2.426	2.421
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2043, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.589	2.589	2.589	
19 Máxima densidad teórica de los agregados 100[(2/3)(1+2/3)+(1/3)(1+10)]	gr/cc	2.394	2.394	2.394	
20 % de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3201, MTC E 505)	%	6.48	6.55	6.31	6.43
21 Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/[(M/7)+(A/9)+(S/11)]	gr/cc	2.575	2.575	2.575	
22 Peso específico Aparente del agregado total 100-21/[(M/4)+(A/10)+(S/11)]	gr/cc	2.612	2.612	2.612	
23 Peso específico efectivo del agregado total (1+4)/[2/3-0/1+1/3*10]	gr/cc	2.820	2.820	2.820	
24 Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/[23*23] (ASTM D 4469, MTC E 512)	%	3.45	3.45	3.45	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la brújula (3+4)*17/22	%	87.70	87.82	88.03	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de brújula 100-(25+29)	%	5.82	5.83	5.64	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	12.80	12.18	11.97	12.35
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	2.54	2.54	2.54	
29 Relación entre vacíos (24/27)*100	%	45.71	46.22	47.14	46.36
30 Estabilidad sin correje (tabla de calibración del anillo)	kg	2480	2783	3009	
31 Factor de estabilidad		1.19	1.25	1.14	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg	2992	3479	3430	3290
33 Lectura del flexómetro (0.01") (15/0.15-8)	mil	37	37	36	37
34 Fluencia	m.m.	9.40	9.40	9.65	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3152	3702	3554	3469

Henry Rivas Encinas
 Obispo
 Rec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TUCUCO DE LAMBAYEQUE



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada 2% (6% poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	35%
Cemento (Pier)	1%
Perlas de poliestireno expandido	2%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1395
Peso de C.A	90
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	627.75
Arena	767.3
Peso del Cemento	15
Peso de C.A	90

Material	% Masa	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	34.80
B Arena	62.14	54.88
C Filler	1	10.32

% Que Pasa el Tamiz							
3"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#200
	100	89.0	83.1	63.1	50.6	22.4	10.9
	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17

Mezcla	IVB
Especificaciones	IVB

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla			
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)			
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)			
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)			
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico			
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)			
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)			
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)			
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)			
11	Peso específico aparente del filler			
12	Altura promedio de la briqueta			
13	Peso de la briqueta en el aire			
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca			
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C			
16	Volumen de la briqueta 14-15			
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)			
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)			
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100[(12/6)H ² /(7+8)H ⁴]/(9+10)			
20	% de vacíos con aire 100[(1)-(1/18)] (ASTM D 3203, MTC E 305)			
21	Peso específico Bulk del Agregado total 100-J/(1/17)+(3/9)+(5/11)			
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21/(1/17)+(3/9)+(5/11)			
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/(1/17)+(3/9)+(5/11)			
24	Asfalto observado por el agregado total 100-6(23-21)/(2*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)			
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21			
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25*20)			
27	% de vacíos del agregado mineral 100-25			
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)			
29	Relación secar vacíos (26/27)*100			
30	Estabilidad sin correaje (tabla de calibración del anillo)			
31	Factor de estabilidad			
32	Estabilidad corregida 31*22			
33	Lectura del Resómetro (0.01") (25 / 0.254)			
34	Fluencia			
35	Relación Estabilidad / Fluencia			





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
 ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada (2% de poliestireno expandido)

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	730	730	730	730	730
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2565	2565	2565	2565	2565
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2202	2108	2185	2090	2116
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3148.0	3298.0	3214.0	3320.0	3257.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	946	1190	1079	1230	1141
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	363	457	430	475	449
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.608	2.603	2.511	2.589	2.542



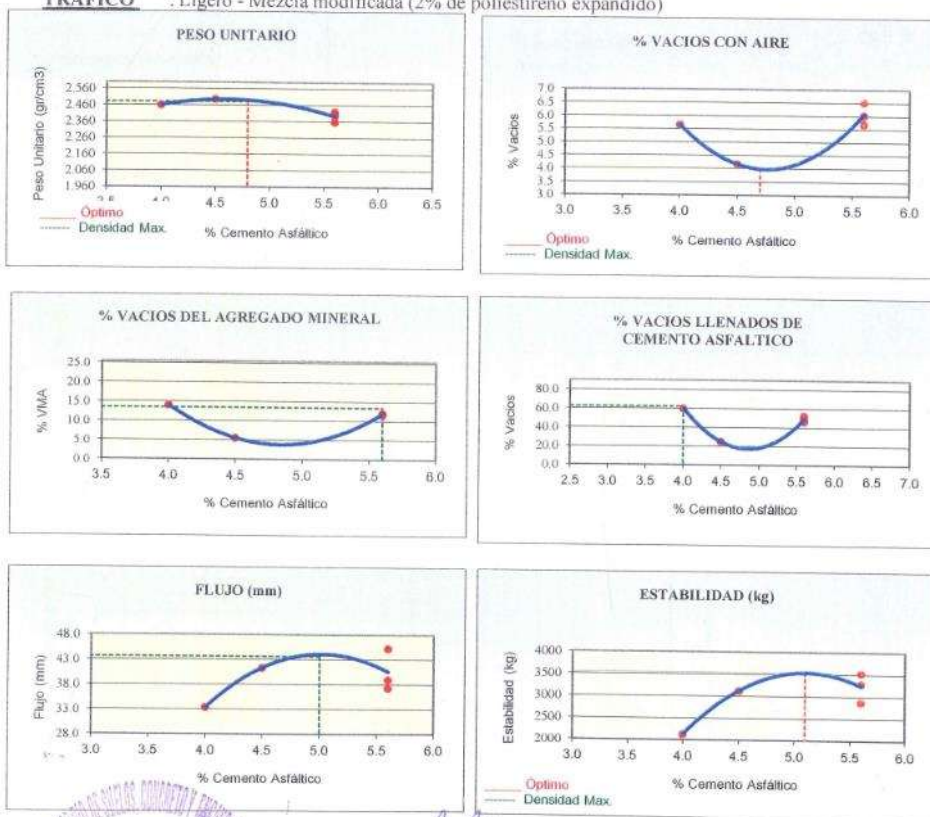


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada (2% de poliestireno expandido)



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	4.9
Peso Unitario (gr/cm2)	2.480
Vacios (%)	4.00
Vacios del Agregado mineral (%)	13.40
Vacios Llenados de C.A (%)	62.00
Flujo (mm)	11.07
Estabilidad (Kg)	3535
Relación Polvo Asfalto	1.01

Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada 3%

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
 Peso inicial seco : 4000 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0			100.0	100	
1/2"	12.500	439	11.0	11.0	89.0	80	100
3/8"	9.500	319	8.0	18.9	81.1	70	88
Nº 4	4.750	717	17.9	36.9	63.1	51	68
Nº 10	2.000	226.2	12.5	49.4	50.6	38	52
Nº 40	0.425	509.1	28.2	77.6	22.4	17	28
Nº 80	0.177	208.8	11.6	89.1	10.9	8	17
Nº 200	0.075	109.0	6.0	95.2	4.8	4	8
< Nº 200	FONDO	86.9	4.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivas Reyna Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



INDICACIONES DE CONCRETO ARMADO
 MANUAL GENERAL - ARTOS 6, 100, 400, 500 Y 1000

TEMA: Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas aditivadas con polímeros expandidos
TEMAS: Gasapeta & Jay Wilmar Pérez
CANTERA: Ica, Tarma - Puntaje
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque

TRAFICO: Lugar - Mezcla modificado 4% (7% de polimerización expandida)

Prueba de Resistencia	1.000	Prueba	441,13
Prueba de C.A.	10	Prueba	760,75
Prueba de Comportamiento	10	Prueba de Comportamiento	10
Prueba de Resistencia	1.000	Prueba de C.A.	10

ITEM	A. Materiales	B. Mano de Obra
1. Grava Puntaje	30,00	30,00
2. Arena	30,00	30,00
Total	1	16,66

El Valor Total del Trabajo

ITEM	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000
100	88,8	81,2	84,1	86,8	88,8	90,8	92,8
1000	40	100	100	100	100	100	100

ITEM	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	Primo
1. Materiales de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0,00
2. C.A. en peso de la mezcla	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. De la grava (valor de ajuste de la prueba (Prueba 100))	0	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00
4. De la arena (valor de ajuste de la prueba (Prueba 100))	0	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00
5. De la mano de obra (valor de ajuste de la prueba (Prueba 100))	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6. Precio unitario de grava (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Precio unitario de arena (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9. Precio unitario de cemento (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10. Precio unitario de agua (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11. Precio unitario de aditivo (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
44. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50. Precio unitario de mano de obra (Prueba 100)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Henry Rivas Ortega
 Obispa
 Lic. en Ingeniería
 USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-248

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Queaquén Liza Wilmar Nejar
CANTERA: Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Ligero - Mezcla modificada 4.5% (3% de poliestireno expandido)

Grava Chancado 3/4"	45%
Grava Chancado 1 1/2"	35%
Cemento (Pilsa)	1%
Perce de poliestireno expandido	3%
CEMENTO ASFALTICO PERUANO	

Peso de Muestra	1417.5
Peso de C.A.	67.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	637.875
Grava	779.625
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	67.5

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.66	35.20
B Grava	62.14	37.48
C Pilsa	1	7.36

% Grava Pesos al Tambo							
1"	3/4"	3/2"	3/8"	1/4"	#10	#60	#200
100	99.0	81.1	65.1	56.8	22.4	10.9	4.8
100	99.1	79.88	61.88	58.52	17.28	8.17	4.8

Mezcla	Expansión: 1.07
--------	-----------------

N	Descripción de la Prueba	U	1	2	3	Prom.
1	Mostrador de bituminoso	N	4.5	4.5	4.5	
2	C.A. en peso de la mezcla	N	35.20	35.20	35.20	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mezcla #1)	N	37.48	37.48	37.48	
4	% de grava combinada en peso de los agregados #1	N	1.91	1.91	1.91	
5	% de filler en peso de muestra (mezcla #5% con multa #200)	N	1.023	1.023	1.023	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	g/cc	2.511	2.511	2.511	
7	Peso específico bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 209)	g/cc	2.482	2.482	2.482	2.482
8	Peso específico aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 209)	g/cc	2.451	2.451	2.451	
9	Peso específico bulk de la grava (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 209)	g/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
10	Peso específico aparente de la grava (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 209)	g/cc	1.47	1.47	1.47	
11	Peso específico aparente del filler	cm	6.9	6.4	6.39	
12	Achivo aparente de la bituminosa	g	1169.48	1161.68	1129.09	
13	Peso de la bituminosa en el aire	g	1175.05	1168.26	1165.6	
14	Peso de la bituminosa absorbida superficialmente seca	g	465.5	468.1	466.1	
15	Viscosidad de la bituminosa 130°C	c.p.	481.18	471.18	466.5	
16	Viscosidad de la bituminosa 140°C	g/cc	2.418	2.423	2.421	2.417
17	Peso específico teórico compacto (100%) (ASTM D 2918, AASHTO T 209, MTC E 209)	g/cc	2.507	2.507	2.507	
18	Módulo de elasticidad teórico de los agregados 100/10/10 (1" / 3/4" / 3/8" / 1/4" / #10)	g/cc	2.305	2.305	2.305	
19	% de vacíos con aire 100/10/10 (ASTM D 209, MTC E 209)	N	9.46	9.26	9.25	9.65
20	Peso específico bulk del agregado total 100-10/10/10 (1" / 3/4" / 3/8" / 1/4" / #10)	g/cc	2.496	2.496	2.496	
21	Peso específico aparente del agregado total 100-10/10/10 (1" / 3/4" / 3/8" / 1/4" / #10)	g/cc	2.531	2.531	2.531	
22	Peso específico efectivo del agregado total 10-4) / 10/10-8) / 10/10-10)	g/cc	2.724	2.724	2.724	
23	Relación bitumen-agua en el agregado total 100-10/10-2) / 10/10-4) / 10/10-8) / 10/10-10)	N	3.44	3.44	3.44	
24	% de sólidos del agregado / volumen bruto de la bituminosa (1" / 3/4" / 3/8" / 1/4" / #10)	N	91.59	91.78	91.91	
25	% de sólidos de aglutinante efectivo / volumen de bituminosa 100 (10-4) / 10)	N	2.06	2.06	2.06	
26	% de vacíos del agregado mineral 100-10	N	8.41	8.22	12.09	8.57
27	Relación bitumen-agua en la mezcla 2 - 100/100/10/4)	N	1.32	1.32	1.32	
28	Relación bitumen-agua (100/10/10)	N	35.12	36.04	33.47	34.88
29	Estabilidad en curvas (traza de colapso del ancho)	kg	9100	2493	8021	
30	Factor de estabilidad	N	1.14	1.14	1.09	
31	Estabilidad corregida 31*30	kg	9334	2774	3299	3290
32	Factores del Resiliencia (1.0°C) / 135 / (0.204)	psi	39	36	31	36
33	Fluencia	g/cc	9.93	9.14	8.16	
34	Relación Elasticidad / Fluencia	g/cc	3348	8021	3329	3310

Henry Ruedeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS : *Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido*
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Nouer
CANTERA : Tres Tomas - Perreñate
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada 5% (3% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	58%
Cemento (Filer)	1%
Perlas de poliestireno expandido	3%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1410
Peso de C.A.	75
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	884.5
Arena	775.5
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	75

Materia	% Mezcla	% Ordeño
A. Grava Triturada	36.88	34.80
B. Arena	62.14	56.77
C. Filer	1	8.43

% Que Pasa el Tamiz									
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº200	
100	89.0	81.1	69.1	50.6	22.4	10.9	4.8		
100	80-100	70-80	51-60	38-52	17-28	8-17	4-9		

Mezcla		Prom.				
Especificaciones INB		#	1	2	3	Prom.
1	Numero de briqueta	N	5.6	5.6	5.6	
2	C.A. es peso de la mezcla	%	5.6	5.6	5.6	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	34.80	34.80	34.80	
4	% de arenas combinados en peso de mezcla (menor #4)	%	56.77	56.77	56.77	
5	% de filer en peso de mezcla (máximo 5% peso real 4/200)	%	1.89	1.89	1.89	
6	Peso específico aparente de cemento opórtico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico bulk de la grava (c#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 204)	gr/cc	2.431	2.431	2.431	
8	Peso específico aparente de la grava (c#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 204)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.432
9	Peso específico bulk de la arena (c#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10	Peso específico aparente de la arena (c#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.463
11	Peso específico aparente del filer	gr/cc	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm	6.46	6.3	6.76	
13	Peso de la briqueta en el aire	g	1186.4	1150.23	1274.34	
14	Peso de la briqueta saturado superficialmente seco	g	1186.54	1160.23	1234.20	
15	Peso de la briqueta en el agua	g	704.2	685.17	725.05	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	484.31	475.06	507.2	
17	Peso unitario de la briqueta 14/16 (ASTM D 2726, MTC E 914)	gr/cc	2.437	2.421	2.414	2.424
18	Peso específico teórico máximo (fíctil) (ASTM D 2043, AASHTO T 209, MTC E 509)	gr/cc	2.594	2.594	2.594	
19	Módulo de elasticidad teórico de los agregados 200(2/5)(1/2)(7/8)(1/10)	gr/cc	2.330	2.330	2.330	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18)	%	6.03	6.05	6.92	6.58
21	Peso específico bulk del agregado total 100-21(17/18)(9/10)(15/21)	gr/cc	2.496	2.496	2.496	
22	Peso específico aparente del agregado total 100-21(17/18)(9/10)(15/21)	gr/cc	2.531	2.531	2.531	
23	Aufajo absorbido por el agregado total 100-4(23-21)(7/21)(1/10)(15/21)	gr/cc	2.625	2.625	2.625	
24	% del vol. del agregado / Volumen bruto de la briqueta (3+4)*11/21	%	4.77	4.77	4.77	
25	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100(25+30)	%	2.71	2.69	2.68	
26	% de vacíos del agregado mineral 100-35	%	6.74	6.94	6.61	6.23
27	Asfalto efectivo (peso de la mezcla X (24/100)*(9+4)	%	1.25	1.23	1.23	
28	Relación betún vacíos (25/27)*100	%	31.01	28.82	27.95	29.26
29	Estabilidad sin carreaje (tabla de calificación del ensayo)	kg	2891	9210	2862	
30	Factor de estabilidad		1.09	1.14	1.04	
31	Estabilidad corregida 31*32	kg	2593	3959	2976	3100
32	Lectura del Resómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	40	34	35	37
33	Fluencia	m.m.	10.16	9.14	8.89	
34	Relación estabilidad / Fluencia	m.m.	2887	4502	3345	3412

Henry Rivas de la Cruz
 Henry Rivas de la Cruz
 T.E. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DISPERSIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO
MÉTODO MARSHAL - ASTM - D 1559 AASTM F 241

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Queaquín Liza Wilner Nolasco
CANTERA: Ives Torres - Ferretide
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Ligero - Mezcla modificada 5.5% (3% de poliestireno expandido)

Grasa Cholesterol 1/4"	45%
Grasa Cholesterol 1/4"	35%
Cemento (libra)	1%
Porcentaje de sustitución expandido:	3%

Peso de Mezcla	1227.3
Peso de C.A.	83.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1300

Plástico	631.223
Grasa	171.375
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	83.5

Muestra	N. de Muestra	N. de Muestra	
A	Grasa Triturada	25.50	24.80
B	Grasa	61.14	53.94
C	Piso	1	13.16

N. de Muestra al Tiro						
1"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
100	89.0	81.1	66.1	50.8	32.4	18.8
100	89.100	81.1	66.1	50.8	32.4	18.8

N.	Descripción de la Prueba	U	1	2	3	Prom.
1	Numero de fragmentos	g	5.0	5.0	5.0	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	14.80	15.80	15.80	
3	N. de arena reducida en peso de la mezcla (grasa + C.A.)	%	11.84	13.34	13.34	
4	N. de arena reducida en peso de mezcla (grasa + C.A.)	%	6.72	4.72	6.72	
5	Peso específico aparente de concreto asfáltico	g/cm ³	1.023	1.023	1.023	
6	Peso específico bulk de la arena (ASTM D 157, AASHTO T 86, ASTM E 200)	g/cm ³	2.651	2.651	2.651	
7	Peso específico aparente de la arena (ASTM D 157, AASHTO T 86, ASTM E 200)	g/cm ³	2.651	2.651	2.651	2.651
8	Peso específico bulk de la arena (ASTM D 157, AASHTO T 86, ASTM E 200)	g/cm ³	2.651	2.651	2.651	
9	Peso específico aparente de la arena (ASTM D 157, AASHTO T 86, ASTM E 200)	g/cm ³	2.651	2.651	2.651	2.651
10	Peso específico aparente de la arena (ASTM D 157, AASHTO T 86, ASTM E 200)	g/cm ³	2.651	2.651	2.651	2.651
11	Peso específico aparente del filler	g/cm ³	1.47	1.47	1.47	
12	Alfabeto porcenta de la muestra	cm	0.83	0.83	0.83	
13	Peso de la muestra en el aire	g	1006.4	1126.78	1116.7	
14	Peso de la muestra saturada superficialmente agua	g	1135.24	1142.68	1113.88	
15	Peso de la muestra en el agua	g	686.35	686.9	682.33	
16	Volúmen de la muestra 14-15	cm ³	488.17	482.06	451.7	
17	Peso aparente de la muestra 14-15	g/cm ³	2.067	2.345	2.475	2.442
18	Peso específico aparente real (ASTM D 207, AASHTO T 209, ASTM E 848)	g/cm ³	2.615	2.615	2.615	
19	Módulo de elasticidad teórico de los agregados (ASTM D 207, AASHTO T 209, ASTM E 848)	g/cm ³	2.894	2.894	2.894	
20	N. de vacíos en aire 100-20	%	3.83	4.49	5.44	4.86
21	Peso específico bulk del Agregado total (100-20)(ASTM D 207, ASTM E 848)	g/cm ³	2.575	2.575	2.575	
22	Peso específico aparente del agregado total (100-20)(ASTM D 207, ASTM E 848)	g/cm ³	2.612	2.612	2.612	
23	Peso específico aparente del agregado total (100-20)(ASTM D 207, ASTM E 848)	g/cm ³	2.852	2.852	2.852	
24	Alfabeto aparente por el agregado total (100-20)(ASTM D 207, ASTM E 848)	%	3.86	4.86	5.86	
25	N. del vol del Agregado / Volúmen bruto de la muestra (100-20)	%	39.53	48.74	49.73	
26	N. del volúmen de alfabeto aparente / volúmen de muestra (100-20)	%	4.81	4.77	4.82	
27	N. vacíos del agregado total 100-20	%	10.47	11.28	10.27	10.68
28	Alfabeto aparente / peso de la muestra 2 - (25/100)(1+4)	%	2.18	2.18	2.18	
29	Alfabeto aparente real (26/27)(100)	%	45.97	42.34	46.07	46.09
30	Estabilidad en corroy (hasta de colapso del ensayo)	kg	21.86	21.86	22.28	
31	Peso de estabilización	g	1.13	1.10	1.03	
32	Estabilidad corregida 31*30	kg	2049	2016	1780	2042
33	Estabilidad del pavimento (ASTM) (31/32)*100	g/cm ³	89	88	81	89
34	Plástico	cm ³	0.81	0.85	10.43	
35	Resistencia a la tracción / Fluencia	cm ³	1094	1107	2000	2000


 Héctor Rivas Torres Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT


 TECNICOS LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA: Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Ligero - Mezcla modificada 6% (3% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filler)	1%
Partes de poliestireno expandido	3%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1395
Peso de C.A.	90
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	627.75
Arena	767.3
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	90

Materia	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	34.80
B Arena	62.14	54.88
C Filler	1	10.32

% Que Pase el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#80
100	89.0	81.3	63.1	50.6	22.4	10.9	4.8
100	80-100	70-88	51-68	38-53	17-28	8-17	4-8

Mezcla
Especificaciones IVB

I	Número de briquea	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.6	5.6	5.6	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	34.80	34.80	34.80	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	54.88	54.88	54.88	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	3.78	3.78	3.78	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.422
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	0.00	0.00	
12	Altura promedio de la briquea	cm	6.11	6.34	6.18	
13	Peso de la briquea en el aire	gr	1135.51	1187.97	1160.15	
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr	1144.09	1197.02	1160.15	
15	Peso de la briquea en el agua	gr	679.30	706.17	692.98	
16	Volumen de la briquea 14-15	c.c.	464.79	490.85	467.2	
17	Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.443	2.420	2.483	2.449
18	Peso específico técnico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.592	2.592	2.592	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((12/6)+(3^2*(7+8)+(4^2*(9+10)))	gr/cc	2.372	2.372	2.372	
20	% de vacíos con aire 100*(1-(2/28) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.76	6.84	4.21	5.54
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.548	2.548	2.548	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-2)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.584	2.584	2.584	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))	gr/cc	2.824	2.824	2.824	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6((23-21)/(22*21)) (ASTM D 4469, MTC E 513)	%	3.91	3.91	3.91	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briquea (3+4)*17/21	%	89.60	88.76	91.08	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea 100*(25+20)	%	4.64	4.59	4.71	
27	% vol del agregado mineral 100-25	%	10.40	11.24	8.92	10.19
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - ((24/100)*13+4)	%	2.09	2.09	2.09	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	44.58	40.88	52.83	46.10
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	2609	2452	2513	
31	Factor de estabilidad		1.19	1.09	1.19	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	3176	2673	2990	2946
33	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	38	47	47	44
34	Fluencia	m.m.	9.65	11.94	11.94	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3291	2239	2505	2678

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tsc. Laboratorio USAT
 Universidad Católica
 Lambayeque - Perú

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 Universidad Católica
 Lambayeque - Perú

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T-209 ASTM D-2041

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada (3% de poliestireno expandido)

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	730	730	730	730	730
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2565	2565	2565	2565	2565
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2013	2034	2026	2069	2008
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3449.0	3392.0	3424.0	3366.0	3452.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1436	1358	1398	1297	1444
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	552	531	539	496	557
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.601	2.557	2.594	2.615	2.592

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santa Toribio de Mogrovejo

USAT
Universidad Católica
Santa Toribio de Mogrovejo
TÉCNICO DE LABORATORIO

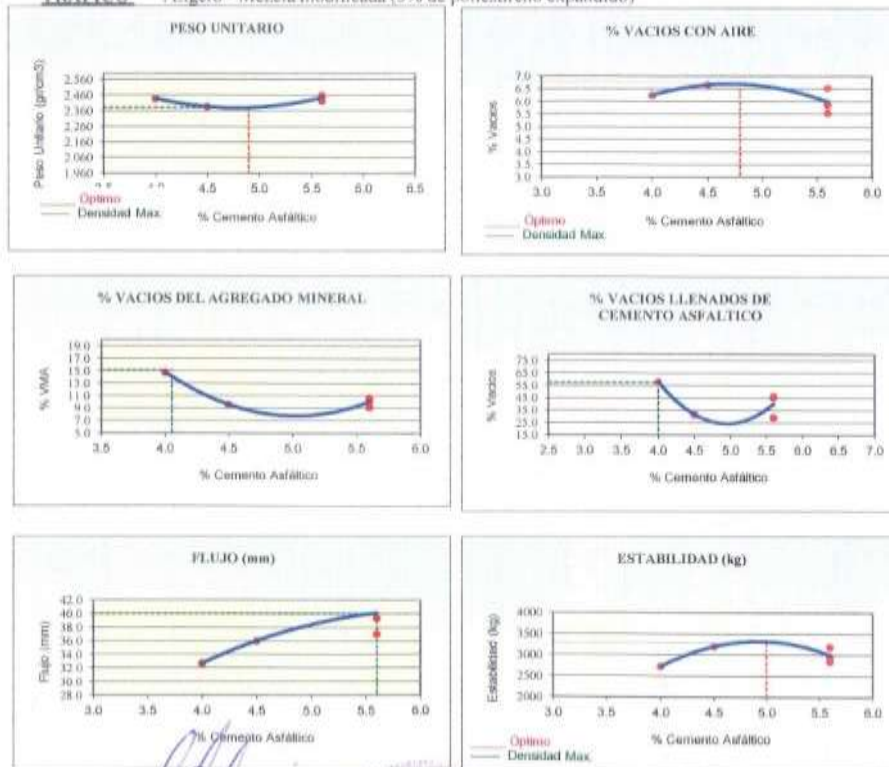


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada (3% de poliestireno expandido)



Handwritten signatures and official stamps of the laboratory and university are present in this section.

RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	4.9
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.380
Vacios (%)	6.75
Vacios del Agregado mineral (%)	15.10
Vacios Llenados de C.A (%)	57.00
Flujo (mm)	10.16
Estabilidad (Kg)	3286
Relación Polvo Asfalto	1.02

Nota: El Optimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

- TESIS:** "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
- TESISTA:** Quesquén Liza Wilmer Nietser
- CANTERA:** Tres Tomas - Ferretale
- LUGAR:** Chiclayo - Lambayeque
- TRÁFICO:** Ligero - Mezcla modificada 4% de poliestireno expandido

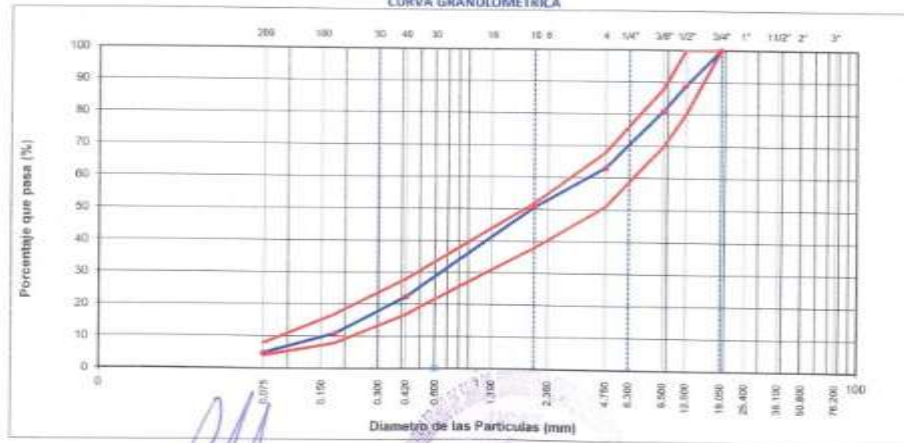
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 3/4"	45%
Armea Chancada 3/4"	55%
Cemento (Filer)	3%

TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
 Peso inicial seco : 4000 g

TAMIZ	ASTM D 27	PESO	PORCENTAJE		PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	[mm]		RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO			
3"	76.200				100.0	MAC - 2	
3/4"	19.000	0			100.0	100	
1/2"	12.500	439	11.0	11.0	89.0	80	100
3/8"	9.500	319	8.0	18.9	81.1	70	88
Nº 4	4.750	717	17.9	36.8	63.1	53	68
Nº 10	2.000	226.2	12.5	49.4	50.6	38	53
Nº 40	0.425	509.1	28.2	77.6	22.4	17	28
Nº 80	0.177	208.8	11.6	89.1	10.9	8	17
Nº 200	0.075	108.0	6.0	95.2	4.8	4	8
< Nº 200	FONDOS	85.9	4.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rosalencaya Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

[Signature]
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-243

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA: Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Ligero - Mezcla modificada 4.5% (4% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Pis)	1%
Perlas de poliestireno expandido	4%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1425
Peso de C.A.	60
Peso del Cemento	13
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	641.25
Arena	783.75
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	60

Método	% Mezcla	N. Bricetas
A. Grava Triturada	56.86	35.39
B. Arena	62.14	50.05
C. Filler	1	14.58

% Que Paso el Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40
100	89.0	81.1	69.1	50.8	32.4	18.9
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	6-13

Número de bricetas	#	1	2	3	Prom.
1 C.A. en peso de la mezcla	%	4.0	4.0	4.0	4.0
2 % de grava triturada en peso de la mezcla (tra vir 84)	%	35.39	35.39	35.39	35.39
3 % de arena combinada en peso de mezcla (menor 84)	%	50.05	50.05	50.05	50.05
4 % de filler en peso de mezcla (mínimo 85% asno malla #200)	%	9.60	9.60	9.60	9.60
5 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	1.023
6 Peso específico bulk de la grava (NH) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	2.411
7 Peso específico aparente de la grava (NH) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.432
8 Peso específico bulk de la arena (NH) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	2.451
9 Peso específico aparente de la arena (NH) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.470
10 Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	1.47
11 Altura promedio de la bricetas	cm	6.39	6.7	6.91	6.67
12 Peso de la bricetas en el aire	gr	1116.88	1156.97	1208.6	1160.48
13 Peso de la bricetas saturada superficialmente seca	gr	1128.78	1168.4	1223.4	1172.19
14 Peso de la bricetas en el agua	gr	689.0	699.5	728.18	705.56
15 Volumen de la bricetas	c.c.	457.7	466.9	494.09	472.89
16 Peso unitario de la bricetas 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 214)	gr/cc	2.440	2.477	2.468	2.462
17 Peso específico teórico máximo (Roz) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 208)	gr/cc	2.593	2.593	2.593	2.593
18 Máxima densidad teórica de los agregados 100/((1/2)(R ₁ +R ₂)+1/3)(R ₃ +R ₄ +R ₅) (ASTM D 3019, MTC E 209)	%	5.92	6.89	9.66	5.36
19 Peso específico bulk del agregado total (100-2)/((3/7)+(4/7)(R ₁ /100))	gr/cc	2.719	2.719	2.719	2.719
20 Peso específico aparente del agregado total (100-21)/((3/7)+(4/7)(R ₁ /100))	gr/cc	2.737	2.737	2.737	2.737
21 Peso específico efectivo del agregado total (100-21)/((3/7)+(4/7)(R ₁ /100))	gr/cc	2.763	2.763	2.763	2.763
22 Aflato absorbido por el agregado total 100-6/((23-21)(23+1)) (ASTM D 4469, MTC E 311)	%	0.33	0.33	0.33	0.33
23 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la bricetas (3+4)*17/21	%	85.29	86.59	85.51	85.79
24 % del volumen de aflato efectivo / volumen de bricetas 100-(15+20)	%	8.79	8.92	8.81	8.84
25 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	14.71	13.41	14.49	14.20
26 Aflato efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	3.72	3.72	3.72	3.72
27 Relación betún vacíos (26/27)*100	%	59.78	66.54	60.60	62.37
28 Lectura del ensayo	psi	123	135	130	129
29 Estabilidad en corrimiento (tabla de calibración del ensayo)	kg	2093	3010	2326	2476
30 Factor de estabilidad		1.18	1.19	0.81	1.06
31 Estabilidad corregida 31*51	kg	2093	3010	2326	2476
32 Lectura del número (0.01") (35/70.254)	psi	38	36	38	37
33 Fluencia	m.m.	8.44	7.62	8.38	8.15
34 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2377	3950	2775	3034

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"

TESISTA : Quisquén Liza Wilmer Neuser

CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe

LUGAR : Chelcylo - Lambayeque

TRÁFICO : Ligero - Mezcla modificada 4.5% (4% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/8"	45%	Peso de Muestra	3417.5	Piedra	637.875
Arena Chancada 1/4"	39%	Peso de C.A.	67.5	Arena	779.63
Cemento (Hila)	1%	Peso del Cemento	35	Peso del Cemento	15
Pedras de poliestireno expandido	4%	Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	Peso de C.A.	67.5

Materiales	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	35.20
B Arena	62.14	57.43
C Filler	1	7.35

		% Que Pasa el Tamiz						
L"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#60	N#200
100	89.0	81.1	63.1	59.6	22.4	10.9	4.8	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla	
Especificaciones N#	

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3 N. de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	35.20	35.20	35.20	
4 N. de arenas combinadas en peso de mezclanera #4)	%	57.43	57.43	57.43	
5 N. de Filler en peso de mezcla (mínimo 65% para malla #200)	%	1.91	1.91	1.91	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
8 Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 137, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.432
9 Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10 Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	
12 Altura promedio de la briqueta	cm	6.59	6.68	6.69	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr	1185.45	1185.09	1188.58	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr	1146.67	1265.56	1269.1	
15 Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr	695.5	718.1	718.1	
16 Volumen de la briqueta 3#-35	cc	461.1	487.45	490.0	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2728, MTC E 514)	gr/cc	2.458	2.431	2.425	2.438
18 Peso específico teórico máximo (Rica) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.596	2.596	2.596	
19 Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/5)+(3*(1/7+8)/(4*(2/8+10)))	gr/cc	2.865	2.865	2.865	
20 N. de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 8203, MTC E 505)	%	5.31	6.34	6.55	6.07
21 Peso específico Bulk del Agregado Total 100-2/((3/7)+(4/8)+(5/11))	gr/cc	2.486	2.486	2.486	
22 Peso específico Aparente del agregado total 100-2/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc	2.531	2.531	2.531	
23 Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*(P-10))	gr/cc	2.730	2.730	2.730	
24 Asfalto absorbido por el agregado total 100-8(25-21)/(23*21) (ASTM D 4499, MTC E 511)	%	4.06	4.06	4.06	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	93.09	92.09	91.88	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100 (25+20)	%	1.59	1.98	1.57	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	6.91	7.91	8.12	7.65
28 Asfalto efectiva / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(13+4)	%	0.74	0.74	0.74	
29 Relación betún vacíos (26/27)*100	%	25.08	19.92	19.36	20.79
30 Estabilidad sin carente (tobio de calibración del amilo)	kg	2930	2860	2743	
31 Factor de estabilidad		1.19	1.09	1.09	
32 Estabilidad corregida 31*92	kg	2792	2750	2599	2879
33 Lectura del fleómetro (0.01") (AS 70 254)	mm	55	56	45	52
34 Fluencia	mm	13.97	14.22	11.43	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2002	2215	2618	2277



Henry Rivadeneira Oblinas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica
Lima - Perú 15013



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T - 245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Ligero - Mezcla modificada 5% (4% de poliestireno expandido)

Grava Chanzada 3/4"	45%	Peso de Muestra	1410	Piedra	634.5
Arena Chanzada 1/4"	55%	Peso de C.A.	75	Arena	775.5
Cemento (Filler)	1%	Peso del Cemento	35	Peso del Cemento	35
Perlas de poliestireno expandido	4%	Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	Peso de C.A.	75

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.85	34.80
B Arena	62.14	56.77
C Filler	1	8.43

% Quié Pasa el Tamiz					
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10
100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.4
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28

Número de brigueta	#	1	2	3	Prom.
1 C.A. en peso de la mezcla	%	5.6	5.6	5.6	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	34.80	34.80	34.80	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	56.77	56.77	56.77	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 63% peso malla #200)	%	1.89	1.89	1.89	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
8 Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.432
9 Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10 Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 86, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.87	1.87	1.87	
12 Altura promedio de la brigueta	cm	6.32	5.86	6.11	
13 Peso de la brigueta en el aire	gr	1129.87	1065.84	1085.86	
14 Peso de la brigueta saturado superficialmente seco	gr	1151.8	1079.52	1104.59	
15 Peso de la brigueta en el agua 25 °C	gr	694.2	635.17	659.05	
16 Volumen de la brigueta 34-15	c.c.	457.37	444.35	445.5	
17 Peso unitario de la brigueta 13/15 (ASTM D 2726, MTC E 524)	gr/cc	1.471	2.394	2.437	2.434
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2043, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.571	2.571	2.571	
19 Máxima densidad teórica de las agregados 100((1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3))	gr/cc	1.330	1.330	1.330	
20 % de vacíos con aire 300*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.92	6.89	5.24	5.35
21 Peso específico Bulk del Agregado Total 100-2((1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3))	gr/cc	1.496	2.496	2.496	
22 Peso específico Aparente del agregado total 100-2((1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3))	gr/cc	2.531	2.531	2.531	
23 Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)+(1/3)	gr/cc	2.797	2.797	2.797	
24 Asfalto observado por el agregado total 100-4(23-21)/(23*21)(ASTM D 4469 MTC E 531)	%	4.41	4.41	4.41	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la brigueta (3+4)*17/21	%	82.55	89.64	91.24	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de brigueta 100-(25*20)	%	3.57	3.46	3.52	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	7.49	10.36	8.76	8.87
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 3-(24/100)*(3+4)	%	1.56	1.56	1.56	
29 Relación betún vacíos 126/27*100	%	47.67	33.43	40.21	40.44
30 Estabilidad sin corregr (trabaja de calificación del asfalto)	kg	2316	1690	1992	
31 Factor de estabilidad		1.19	1.25	1.25	
32 Estabilidad corregido 31*32	kg	2518	2113	2490	2374
33 Lectura del flexímetro (0.01" / 85 / 0.254)	pot	47	43	50	47
34 Fluencia	m.m.	12.94	10.92	12.70	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2109	1944	1961	2001





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



FORMULACION DE CONCRETO ARMADO
 METODO MARSHAL - ASTM D 109 ANEXO 1.241

TESES: "Influencia de las propiedades mecánicas de matrices asfálticas modificadas por proceso de vis acua con polímeros expandido"
TESISTA: Quisquis Lina Wilmer Nolasco
CANTERA: Yara Yimara - Peruchillo
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TÍTULO: Lignro - Menta modificada 5.9% (4% de polímero expandido)

arena Chiquito 50"	95%
arena Chiquito 40"	50%
arena 20"	95%
arena de polímeros expandidos	4%

peso de arena	4000 kg
peso de C.A.	81.0 kg
peso del cemento	100 kg
peso total de la muestra asfáltica	5000 kg

piedra	641.225
arena	771.375
peso del cemento	100
peso de C.A.	81.0

MATERIAL	D. Máximo	D. Mínimo
1. arena Triturada	48.00	48.00
2. arena	48.10	48.04
3. arena	0	11.20

RESULTADO DE LOS ENSAJOS							
C "	MP "	MP "	MP "	MP "	MP "	MP "	MP "
100	88.4	43.1	45.7	50.4	51.9	58.9	4.8
100	89	43	45	50	52	57	4.8

N.º	Descripción de la muestra	P.	L.	D.	P.	P. Prom.
1	C.A. en peso de la muestra	0	0.8	1.2	5.6	
2	N. de arena triturada en peso de la muestra (peso 400)	0	10.00	10.00	10.00	
3	N. de arena triturada en peso de muestra (peso 400)	0	10.04	10.00	10.00	
4	N. de arena en peso de muestra (peso 400)	0	4.71	4.71	4.71	
5	Peso específico aparente de arena (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	1.000	1.001	1.001	
6	Peso específico real de la arena (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.491	2.491	2.491	
7	Peso específico aparente de la arena (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.492	2.491	2.491	0.422
8	Peso específico real de la arena (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.491	2.491	2.491	
9	Peso específico aparente de la arena (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.493	2.491	2.491	0.881
10	Peso específico aparente del PAV	0.00	1.47	1.47	1.47	
11	Añadido porcentual de la arena	0.00	6.66	6.66	6.66	
12	Peso de la arena en el asfalto	0.00	1000.18	1004.83	1006.4	
13	Peso de la arena en el asfalto superendurecido seco	0.00	1000.95	1004.46	1013.37	
14	Peso de la arena en el asfalto	0.00	998.81	998.4	998.38	
15	Volumen de la arena (ASTM C 127)	1.4	400.0	403.09	403.0	
16	Peso aparente de la arena (ASTM C 127, MPY 1.200)	0.00	2.410	2.487	2.490	0.817
17	Peso específico aparente real (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.490	2.491	2.491	
18	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.490	2.491	2.491	
19	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	7.10	7.10	7.10	0.80
20	Peso específico aparente del agregado seco (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.475	2.475	2.475	
21	Peso específico aparente del agregado seco (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.462	2.461	2.461	
22	Peso específico aparente del agregado seco (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	2.490	2.490	2.490	
23	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	3.00	3.00	3.00	
24	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
25	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
26	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
27	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
28	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
29	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
30	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
31	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
32	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
33	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
34	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
35	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
36	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
37	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
38	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
39	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
40	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
41	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
42	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
43	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
44	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
45	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
46	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
47	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
48	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
49	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	
50	N. de arena en peso de muestra (ASTM C 127, ANEXO 1.83, MPY 1.200)	0.00	10.00	10.00	10.00	

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivas Obispo
 Tec. Laboratorio



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1558 AASHTO T. 245

TESIS "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Queaquén Luz Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Ligero - Mezcla modificada 6% (4% de poliestireno expandido)

S arena Chancada 3/4"	43%	Peso de Muestra	1195	Piedra	627.75
Aréca Chancada 1/4"	55%	Peso de C.A.	90	Arena	767.25
Cemento (Filer)	1%	Peso del Cemento	15	Peso del Cemento	15
Perlas de poliestireno expandido	4%	Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1300	Peso de C.A.	90

Materia	% Mezcla	kg Diseño
A Arena Tifurada	56.86	34.80
B Arena	62.14	54.88
C Filler	1	10.52

Materia	% Que Pasa al Tamiz								
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#60	N#200
Mezcla	100	89.0	61.1	63.1	50.6	22.4	10.9	4.4	
Especificaciones: NB	100	80-100	70-86	51-68	36-53	17-28	8-17	4-8	

Número de Briqueza	1	2	3	Procn.
1 E.A. en peso de la mezcla	5.8	5.6	5.5	
2 % de arena triturada en peso de la mezcla (proyos #1)	34.80	34.80	34.80	
3 % de arena con tamizado en peso de material menor #41	54.88	54.88	54.88	
4 % de filler en peso de mezcla (máximo 63% peso volúmen #200)	3.78	3.78	3.78	
5 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.028	1.028	1.028
6 Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.411	2.411
7 Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432	2.432	2.432
8 Peso específico Bulk de la arena (#60) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451
9 Peso específico Aparente de la arena (#60) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470
10 Peso específico Aparente de la arena (#200) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	1.67	0.00	0.00
11 Altura promedio de la briqueza	cm	5.9	6.43	6.22
12 Peso de la briqueza en el aire	gr	1057.18	1124.39	1133.02
13 Peso de la briqueza saturada superficialmente seca	gr	1068.09	1137.95	1126.35
14 Volumen de la briqueza	cc	444.79	461.78	447.4
15 Peso unitario de la briqueza	gr/cc	2.377	2.435	2.483
16 Peso específico teórico máximo (Pico) (ASTM D 2044, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.607	2.607	2.607
17 Máximo densidad teórica de los agregados 100/(12/6)+((3*2/2)+((4*16*2/69)+10))	gr/cc	2.571	2.572	2.572
18 % de vacíos con aire (100*(1-17/18)) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	8.82	5.58	6.71
19 Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((13/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.546	2.548	2.546
20 Peso específico Aparente del agregado total (100-2)/((13/8)+(4/10)+(5/12))	gr/cc	2.581	2.584	2.584
21 Peso específico efectivo del agregado total (3-4)/(14*P-10)	gr/cc	2.843	2.841	2.841
22 Ajuste observado por el agregado total 100-6/((23-21)/(23*21)) (ASTM D-4469, MTC E 512)	%	4.14	4.14	4.14
23 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueza (3+4)*17/2)	%	87.17	89.50	91.08
24 % del volumen de espátula efectivo / volumen de briqueza 200-(25-20)	%	4.01	4.11	4.19
25 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	12.85	10.70	8.92
26 Ajuste efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	1.89	1.88	1.88
27 Relación Bruto Vacíos (25/27)*100	%	31.29	38.43	47.05
28 Estabilidad sin carga (tubo de contracción del ensayo)	kg	1992	1852	1932
29 Factores de estabilidad	kg	1.25	1.15	1.25
30 Estabilidad corregida 31*32	kg	2490	2204	2415
31 Lectura del flexómetro (0.01") (25 / 0.254)	mil	88	98	87
32 Fluencia	mm	12.38	12.45	11.94
33 Relación Estabilidad / Fluencia	mm	2042	1771	2023



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica
Calle Comercio 1151



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
 ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D - 2041

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO : Ligero - Mezcla modificada (4% de poliestireno expandido)

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	730	730	730	730	730
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2565	2565	2565	2565	2565
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2073	1984	2082	2047	1988
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3349.0	3492.0	3324.0	3396.0	3492.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1276	1508	1242	1349	1504
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	492	581	483	518	577
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.593	2.596	2.571	2.604	2.607



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



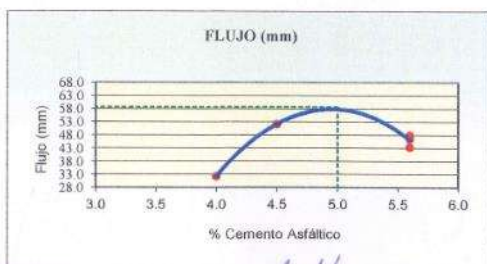
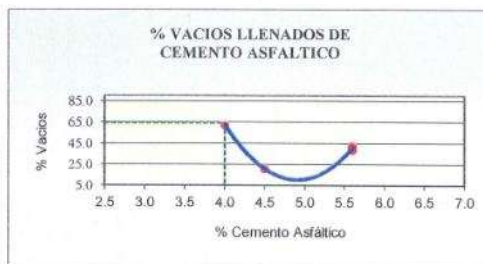
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo -Lambayeque
TRÁFICO : Ligero - Mezcla modificada (4% de poliestireno expandido)



USAT
 Henry Rivas
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.0
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.448
Vacios (%)	6.50
Vacios del Agregado mineral (%)	14.20
Vacios Llenados de C.A (%)	64.00
Flujo (mm)	14.86
Estabilidad (Kg)	3120
Relación Polvo Asfalto	1.04

Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacíos al aire y Estabilidad
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque

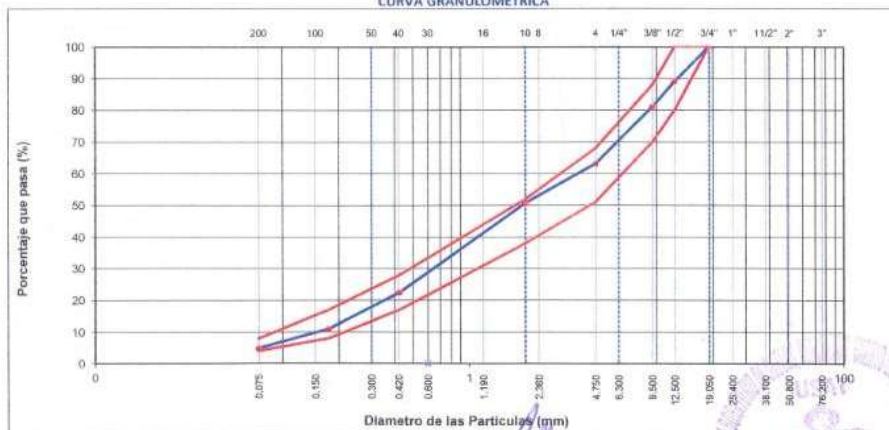
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
 Peso inicial seco : 4000 g

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA			
3"	76.200					MAC - 2		
3/4"	19.000	0			100.0	100	100	
1/2"	12.500	439	11.0	11.0	89.0	80	100	
3/8"	9.500	319	8.0	18.9	81.1	70	88	
Nº 4	4.750	717	17.9	36.9	63.1	51	68	
Nº 10	2.000	226.2	12.5	49.4	50.6	38	52	Observación:
Nº 40	0.425	509.1	28.2	77.6	22.4	17	28	
Nº 80	0.177	208.8	11.6	89.1	10.9	8	17	
Nº 200	0.075	109.0	8.0	95.2	4.8	4	8	
< Nº 200	FONDO	86.9	4.8	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivas Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-245

TESIS "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA Quisquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR Chiclayo - Lambayeque

Grava Chancada 3/4"	65%	Peso de Mezcla	1422	Piedra	843.25
Arena Chancada 1/4"	35%	Peso de C.A.	60	Arena	763.75
Cemento (fibre)	1%	Peso del Cemento	15	Peso del Cemento	15
Porcentaje de poliestireno expandido	2%	Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	Peso de C.A.	60

MATERIAL	% Mezcla	% Carga
Grava Triturada	36.86	35.39
Arena	63.14	50.05
Filler	1	14.56

% Que Pasa al Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60
100	89.0	81.1	61.1	50.8	22.4	16.9	4.8
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

Nº	Descripción	U	1	2	3	Prom.
1	Número de brizqueta	N	4.0	4.0	4.0	
2	C.A. en peso de la mezcla	N	35.39	35.39	35.39	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	N	80.05	50.05	50.05	
4	% de arena combinada en peso de mezcla (menor #4)	N	9.60	9.60	9.60	
5	% de filler en peso de mezcla (menor #200)	N	1.023	1.023	1.023	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	2.411	2.431	2.431	
7	Peso específico fluido de la grava (#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432	2.451	2.451	2.432
8	Peso específico fluido de la arena (#4) (ASTM C 136, AASTHO T 94, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.488
9	Peso específico aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASTHO T 86, MTC E 203)	gr/cc	1.377	1.477	1.477	
10	Altura promedio de la brizqueta	cm	6.96	6.46	6.37	
11	Peso de la brizqueta en el aire	gr	1227.84	1149.47	1124.1	
12	Peso de la brizqueta saturada superficialmente seca	gr	1250.84	1142.03	1147.5	
13	Peso de la brizqueta en el agua 75 °C	gr	745.0	688	685	
14	Volúmen de la brizqueta 14.25	c.c	805.3	473.03	482.47	
15	Peso unitario de la brizqueta 1378 (ASTM D 2778, MTC E 514)	gr/cc	2.630	2.480	2.481	2.430
16	Peso específico teórico máximo (Pica) (ASTM D 3041, AASTHO T 209, MTC E 500)	gr/cc	2.574	2.578	2.578	
17	Máxima densidad teórica de los agregados 100/(12.6)(2.4)(2.4)(4.2)(3)(10)	gr/cc	2.878	2.972	2.978	
18	% de vacíos con aire 100*(1-2778) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.53	5.56	5.56	5.55
19	Peso específico fluido del agregado total 100-2/(8)(7)(16)(9)(5)(13)	gr/cc	2.718	2.719	2.719	
20	Peso específico aparente del agregado total 100-11/(1)(3)(8)(10)(16)(5)(13)	gr/cc	2.757	2.757	2.757	
21	Peso específico aparente del agregado total (3-4) (1)(3)(8-10)(16)(5)(13)	gr/cc	2.718	2.718	2.718	
22	Afriente absorbido por el agregado total 100-6(23-21)(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.00	0.00	0.00	
23	% del vol del agregado / Volumen bruto de la brizqueta (3-4)(1)(3)(21)	%	84.95	84.94	84.96	
24	% del volumen de asfalto g/Asfalto / volumen de brizqueta 100-(23+20)	%	9.50	9.50	9.50	
25	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	15.05	15.05	15.04	15.05
26	Relación asfalto / peso de la mezcla 2' (24/100)(78-4)	%	4.00	4.00	4.00	
27	Estabilidad en campo (tabla de calificación del asfalto)	N	63.35	63.10	63.19	63.19
28	Factor de estabilidad	kg	2787	3219	2961	
29	Estabilidad corregida 81*52	kg	1.64	1.34	0.85	
30	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	38	36	36	37
31	Fluencia	m.m	9.65	9.14	9.14	
32	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m	2376	3514	2670	2893

Henny Rivas Neyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOMIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquen Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Perenafé
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque

Grava Chancada 3/4"	85%	Peso de Muestra	1417.3	Piedra	637.875
Grava Chancada 1/4"	85%	Peso de C.A.	87.5	Arena	779.83
Cemento (Filer)	1%	Peso del Cemento	15	Peso del Cemento	15
Pesos de poliestireno expandido	2%	Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	Peso de C.A.	87.5

Materiales	% Mezcla	% Desecho
A. Grava Triturada	16.86	35.20
B. Arena	62.14	57.43
C. Filer	1	7.36

% Que Pasa al Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#40
100	89.6	81.1	63.1	30.6	22.4	16.9
100	90-100	70-88	51-68	38-53	17-28	4-17

N	Descripción	Unidad	Prom.			
			1	2	3	4
1	Número de briquetas	#	3	3	3	3
2	C.A. en peso de la muestra	%	4.5	4.5	4.5	4.5
3	N. de arena triturada en peso de la muestra (máx. #4)	%	35.20	35.20	35.20	35.20
4	N. de arena combinada en peso de muestra(máx. #4)	%	57.43	57.43	57.43	57.43
5	N. de filer en peso de muestra (máximo 85% peso máx. #200)	%	1.81	1.81	1.81	1.81
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	2.411
8	Peso específico Aparente de la grava (#10) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.432
9	Peso específico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	2.451
10	Peso específico Aparente de la arena(#10) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.470
11	Peso específico aparente del filer	gr/cc	1.47	1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm	6.76	6.64	6.7	6.7
13	Peso de la briqueta en el aire	gr	1237.18	1244.56	1228.78	1236.81
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr	1243.26	1205.13	1238.6	1228.98
15	Peso de la briqueta en el agua	gr	745.5	798.1	728.1	757.23
16	Volumen de la briqueta	cm ³	492.79	507.03	506.5	498.77
17	Peso unitario de la briqueta 15/16 (ASTM D 7726, MTC E 514)	gr/cc	2.475	2.455	2.411	2.447
18	Peso específico técnico-máximo (BCR) (ASTM D 2041, AASHTO T 269, MTC E 208)	gr/cc	2.574	2.574	2.574	2.574
19	Máximo densidad teórica de los agregados 100/92/84/8*2/2+84/8*2/8+84/8	gr/cc	2.385	2.385	2.385	2.385
20	N. de vacíos con otro 100/92/84/8*2/2+84/8*2/8+84/8	%	8.88	6.68	6.84	4.99
21	Peso específico Aparente del Agregado Total (100-21)(2/7)+(4/9)+(5/11)	gr/cc	2.496	2.496	2.496	2.496
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)(3/8)+(4/10)+(5/11)	gr/cc	2.511	2.511	2.511	2.511
23	Peso específico efectivo del agregado total (100-21)(3/8)+(4/10)+(5/11)	gr/cc	2.744	2.744	2.744	2.744
24	Asfalto observado por el agregado total 100-5(29-21)(23*211)(ASTM D 4405, MTC E 511)	%	3.71	3.71	3.71	3.71
25	N. del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*27/23	%	93.76	92.99	91.41	92.72
26	N. del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-25+20	%	2.41	2.38	2.35	2.35
27	N. vacíos del agregado mineral 100-25	%	6.24	7.02	6.60	7.32
28	Asfalto efectivo / peso de la muestra Z = (24/100)*(3+4)	%	1.07	1.07	1.07	1.07
29	Relación betán vacíos (26/27)*100	%	88.65	84.04	77.01	81.23
30	Estabilidad en carretera (trabaja de calibración del asfalto)	kg	3689	3111	2768	3189
31	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	1.04	
32	Estabilidad corregida 37.5°C	kg	3837	3236	2768	3240
33	Lectura del flowmeter (10.01") (85/0.254)	mil	36	36	36	36
34	Fluencia	m/m	9.65	8.64	8.14	8.48
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m/m	3975	3748	3077	3583

Henry Avadensya Oblitas
 Tac. Laboratorio USAT

USAT
 LA COMISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T - 245

TESIS "Influencia de las propiedades mecanicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de via seca con poliestireno expandido"
TESISTA Quesquén Loza Wilmer Neiser
CANTERA Tros Tomas - Ferreñafe
LUGAR Chiclayo - Lambayeque

Grava Chancada 3/4"	45%
Grava Chancada 1/4"	55%
Cemento (Piso)	2%
F	2%

Peso de Muestra	1410	
Peso de C.A	75	5.3%
Peso del Cemento	15	
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	

Piedra	634.5
Arena	775.5
Peso del Cemento	15
Peso de C.A	75

Materia	% Masa	N Diseño
A Grava Triturada	36.66	54.80
B Arena	62.14	56.77
C Filler	1	8.45

N Que Paso al Tamiz									
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#60	N#200	
100	89.0	81.1	68.1	50.6	22.4	10.9	4.8		
100	89-100	79-88	51-68	30-52	17-28	3-17	4-8		

Mezcla	
Especificación: N#	

N	Descripción	U	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.8	5.8	5.8	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	34.80	34.80	34.80	
4	% de arenas combinadas en peso de mezclador #4	%	56.77	56.77	56.77	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% para mezcla #200)	%	1.89	1.89	1.89	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.028	1.028	1.028	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.413	2.413	2.411	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.422
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm	7.68	6.98	6.65	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr	1176.18	1176.23	1176.18	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr	1107.91	1104.91	1106.79	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr	735.9	739.17	739.05	
16	Volumen de la briqueta 14-15	cc	482.91	485.74	487.7	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 3726, MTC E 314)	gr/cc	1.459	1.419	1.448	2.434
18	Peso específico teórico máximo (Pico) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 308)	gr/cc	2.802	2.802	2.802	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/(1/ρ ₁ +1/ρ ₂ +1/ρ ₃ +1/ρ ₄ +1/ρ ₅)	gr/cc	2.830	2.830	2.830	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3103, MTC E 325)	%	6.59	7.01	5.91	6.44
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/(167*(4/3)+15/311)	gr/cc	2.496	2.496	2.496	
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21/(18/3)+14/20+(5/311)	gr/cc	2.533	2.533	2.531	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/(13/3)+8/(4*3)+10/30)	gr/cc	2.835	2.835	2.835	
24	Asfalto observado por el agregado total 100-6(13-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 512)	%	4.91	4.81	4.91	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	91.20	90.59	91.88	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	2.41	2.40	2.48	
27	% de vacíos del agregado mineral 100-25	%	8.80	9.41	8.34	8.85
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 3 - (24/100)*(3+4)	%	1.11	1.11	1.11	
29	Relación bestén vacío 176/27*100	%	27.48	25.50	26.10	27.34
30	Estabilidad en carga (Ratio de estabilización del anillo)	kg	3619	2838	2789	
31	Factor de estabilidad	1.05	1.05	1.14		
32	Estabilidad corregida 81*52	kg	3946	3091	3330	3466
33	Lectura del Reómetro (0.01" (35/0.254)	mm	41	38	36	39
34	Fluencia	m.m.	10.41	9.65	9.14	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3789	3101	3477	3490

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de via seca con poliestireno expandido"
TESISTA Quesquén Liza Wilmer Nerser
CANTERA Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR Chiclayo - Lambayeque

Grava Chancada 3/4"	45%	Peso de Muestra	3402.5	Piedra	631.125
Grava Chancada 1/4"	55%	Peso de C.A.	82.5	Arena	771.375
Cemento (Fiber)	1%	Peso del Cemento	15	Peso del Cemento	15
Perlas de poliestireno expandido	2%	Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	Peso de C.A.	82.5

Materia	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.60	34.80
B Arena	52.14	53.94
C Filler	1	11.26

% Over Pass g/Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
100	89.0	81.1	68.1	59.6	22.4	10.9	4.8
100	80-100	70-88	51-68	38-53	17-28	8-17	4-8

1	Mínimo de briqueta	#	1			Prom.
			1	2	3	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.6	5.6	5.6	
4	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	34.80	34.80	34.80	
6	% de arena (combinada en peso de material menor de #4)	%	53.94	53.94	53.94	
8	% de filler en peso de mezcla (máximo 65% para malla #200)	%	4.72	4.72	4.72	
9	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.422
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 209)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 209)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm	6.98	6.78	6.88	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr	1274.44	1228.52	1267.2	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr	1274.31	1235.77	1275.49	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr	756.35	730.6	752.11	
16	Volumen de la briqueta 34-15	c.c.	517.96	503.17	523.1	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.442	2.432	2.422	2.432
18	Peso específico teórico máximo (ftza) (ASTM D 2042, AASHTO T 209, MTC E 308)	gr/cc	2.595	2.595	2.595	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \times (1/2) + (8 \times 2/1) + (4 \times 2/1) + (2/1) + (1/1)$	gr/cc	2.394	2.394	2.394	
20	% de vacíos con aire $100 \times (1 - 13/18)$ (ASTM D 3009, MTC E 505)	%	5.80	6.29	6.64	6.28
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $100 - 21(1/2) - (4/1) - (1/1)$	gr/cc	2.575	2.575	2.575	
22	Peso específico Aparente del agregado total $100 - 21(1/2) - (3/1) - (4/1) - (1/1)$	gr/cc	2.612	2.612	2.612	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+1) / (1/2) - 1/1$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	gr/cc	2.826	2.826	2.826	
24	Ajuste obtenido por el agregado total $100 - 4(23 - 21) / (18 \times 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	3.53	3.53	3.53	
25	% del vol del Agregado / Volumen bruto de la briqueta $(3+1) / (1/2)$	%	88.61	88.25	87.91	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 \times 20)$	%	5.49	5.48	5.44	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	11.89	11.75	12.09	11.74
28	Ajuste efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \times (8+4)$	%	2.47	2.47	2.47	
29	Relación betún vacíos $(28/27) \times 100$	%	48.18	48.50	45.04	46.57
30	Estabilidad sin cargar (tablo de calibración del anillo)	kg	4125	3296	3698	
31	Factor de estabilidad	kg	1.00	1.04	0.95	
32	Estabilidad corregida 81×3	kg	4325	3428	3550	3701
33	Lectura del Resíduo $(0.91) \times (15 / 0.254)$	g	35	40	34	36
34	Fluencia	m.m.	8.89	10.16	8.64	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	4640	3374	4111	4042

Henry Rivadeneira Obitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



INDICACIONES DE LOS ENUNCIOS EXPERIMENTALES
METODO MARRALL - ACTIVO O SIN ACTIVO T 200

TEMA: Influencia de las propiedades mecánicas de muestras polifásicas modificadas por procesos de vía seca con polietileno expandido
TEMAS: Quisapani Lisa Wilmar Huarac
CANTERA: Tria Tristán - Parodiado
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque

Tables with 2 columns: Item, Value. Includes data for 'Peso de muestra', 'Peso de la muestra', 'Peso del recipiente', 'Peso total de la muestra húmeda', 'Peso', 'Estrés', 'Peso del cilindro', 'Peso de la muestra'.

Table with 3 columns: Momento, N.º de ensayo, N.º de ensayo. Includes data for 'Momento', 'N.º de ensayo', 'N.º de ensayo'.

Table with 10 columns: N.º, S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9. Includes data for 'N.º', 'S1', 'S2', 'S3', 'S4', 'S5', 'S6', 'S7', 'S8', 'S9'.

Main data table with 10 columns: N.º, Descripción, N.º, S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10. Includes 34 rows of experimental data.

Signature of Henry Roldán Vega Obillos, Lic. Laboratorio USAT

USAT Laboratory seal and stamp with text 'LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS' and 'USAT'.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D - 2041

- TESIS** : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
- TESISTA** : Quesquén Liza Wilmer Neiser
- CANTERA** : Tres Tomas - Ferreñafe
- LUGAR** : Chiclayo -Lambayeque
- TRÁFICO** : Medio - Mezcla modificada (2% de poliestireno expandido)

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	730	730	730	730	730
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2565	2565	2565	2565	2565
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2003	2084	2020	2069	2014
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3449.0	3322.0	3438.0	3356.0	3438.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1446	1238	1418	1287	1424
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	562	481	545	496	551
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.573	2.574	2.602	2.595	2.584


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





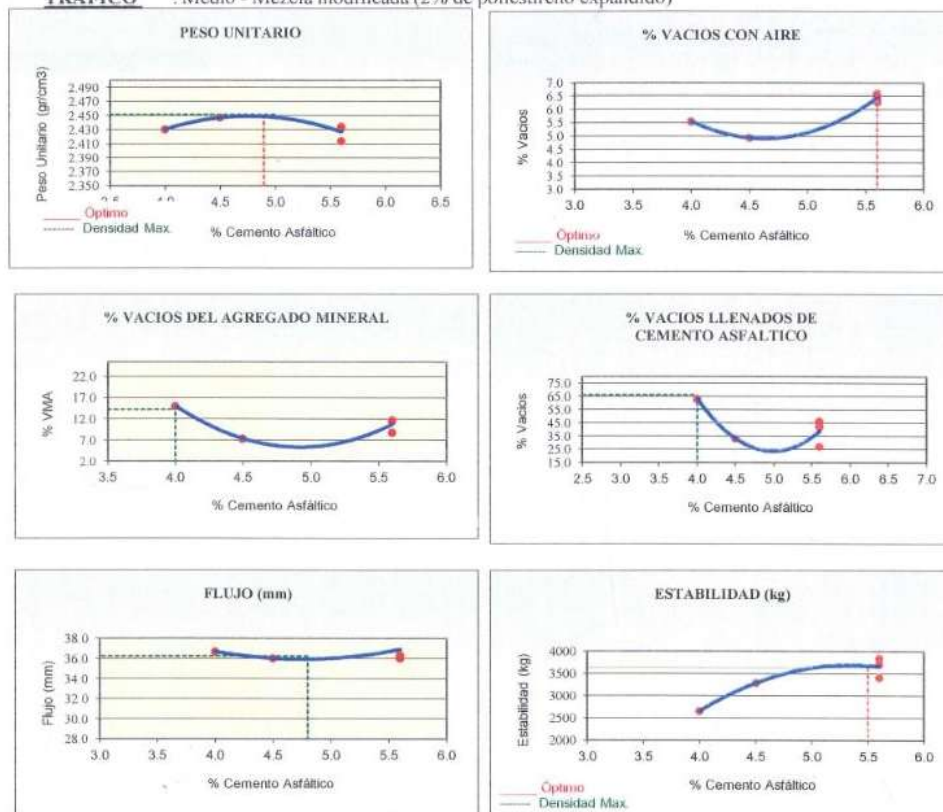
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo -Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada (2% de poliestireno expandido)



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5.3
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.451
Vacios (%)	6.57
Vacios del Agregado mineral (%)	14.20
Vacios Llenados de C.A (%)	66.00
Flujo (mm)	9.19
Estabilidad (Kg)	3620
Relación Polvo Asfalto	1.11

Nota: El Optimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacíos al aire y Estabilidad

TECNICO DE LABORATORIO



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada 3%

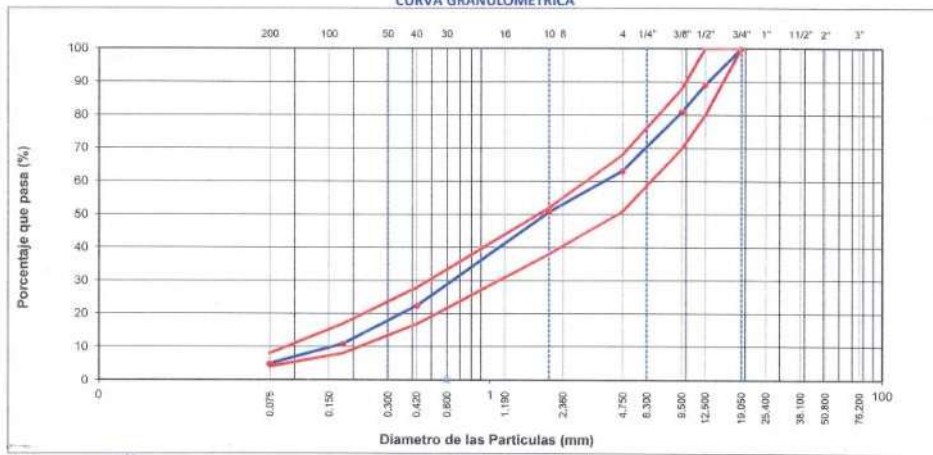
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Fáber)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

TAMAÑO MAXIMO : 3/4"
 Peso inicial seco : 4000 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0			100.0	100	
1/2"	12.500	439	11.0	11.0	89.0	80	100
3/8"	9.500	319	8.0	18.9	81.1	70	88
Nº 4	4.750	717	17.9	36.9	68.1	51	68
Nº 10	2.000	226.2	12.5	49.4	50.6	38	52
Nº 40	0.425	509.1	28.2	77.6	22.4	17	28
Nº 80	0.177	208.8	11.6	89.1	10.9	8	17
Nº 200	0.075	109.0	6.0	95.2	4.8	4	8
< Nº 200	FONDO	86.9	4.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DISEÑO DE CONCRETO ASFALTADO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quisquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada 4% (3% de poliestireno expandido)

Grava Charcada 3/4"	45%
Arena Charcada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
Perlas de poliestireno expandido	3%

Peso de Muestra	1470
Peso de CA	60
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	641.75
Arena	785.75
Peso del Cemento	15
Peso de CA	60

Materia	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.66	35.39
B Arena	62.14	50.05
C Filer	1	24.56

% Que Pasa al Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	15µ	75µ
100	89.0	81.3	83.1	59.8	22.4	10.8
100	80-100	70-88	51-60	36-57	17-28	8-17

Número de Briqueta	#	1	2	3	Prom.
1 C.A. en peso de la mezcla	%	4.0	4.0	4.0	
2 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	35.39	35.39	35.39	
3 % de arena combinada en peso de la mezcla (menor #4)	%	50.05	50.05	50.05	
4 % de filler en peso de la mezcla (menor #200)	%	9.60	9.60	9.60	
5 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
6 Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 304)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
7 Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.452	2.452	2.452	2.452
8 Peso específico Bulk de la arena (#20) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
9 Peso específico Aparente de la arena (#20) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
10 Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	
11 Altura promedio de la briqueta	cm	6.36	6.39	6.23	
12 Peso de la briqueta en el aire	gr	1182.27	1145.45	1186.2	
13 Peso de la briqueta saturada superficialmente seco	gr	1298.17	1285.04	1287.5	
14 Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr	749.4	696.5	779.18	
15 Volumen de la briqueta 34-25	cc	489.4	474.51	488.11	
16 Peso unitario de la briqueta 13/10 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.416	2.424	2.454	2.428
17 Peso específico teórico máximo (W _{max}) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.542	2.582	2.582	
18 Volumen teórico de los agregados 100(100/(100-17.25)+100/(100-50.05)+100/(100-9.60)) (ASTM D 2959, MTC E 508)	gr/cc	2.573	2.573	2.573	
19 % de vacíos en seco 100(1-17.25)	%	4.01	6.50	4.97	5.86
20 % de vacíos en agua 100(1-17.25)	%	2.719	2.719	2.719	
21 Peso específico Aparente del agregado total 100-21(100/(100-17.25)+100/(100-50.05)+100/(100-9.60)) (ASTM D 2959, MTC E 508)	gr/cc	2.757	2.757	2.757	
22 Peso específico efectivo del agregado total 100-21(100/(100-17.25)+100/(100-50.05)+100/(100-9.60)) (ASTM D 2959, MTC E 508)	gr/cc	2.729	2.729	2.729	
23 Alfabeto observado por el agregado total 100-4(29-21)(29*21) (ASTM D 4489, MTC E 811)	%	0.13	0.13	0.15	
24 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (34-4)*17/21	%	84.47	84.39	85.77	
25 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(24*20)	%	9.12	9.11	9.26	
26 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	15.55	15.01	14.23	15.12
27 Alfabeto efectivo / peso de la mezcla 2-(24/100)*(18+4)	%	3.87	3.87	3.87	
28 Reflección de luz (26/27)*100	%	58.71	58.37	65.06	60.72
29 Estabilidad sin sobrecarga (resistencia de contracción del asfalto)	kg	3956	3462	2899	
30 Factor de estabilidad	kg	1.09	1.14	0.91	
31 Estabilidad corregida 81*32	kg	3208	3462	2698	3286
32 Lectura del flexómetro (0.01") (95 / 0.234)	mil	49	38	33	40
33 Fluencia	mm	12.45	9.65	8.36	
34 Aplicación Estabilidad / Fluencia	mm	2921	3581	3219	3299



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de via seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA: Trea Tomás - Ferreñafe
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO: Medio - Mezcla modificada 4.5% (3% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filler)	1%
Perlas de poliestireno expandido	3%

Peso de Muestra	1417.8
Peso de C.A	67.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	637.875
Arena	779.63
Peso del Cemento	15
Peso de C.A	67.5

Materia	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	16.95	35.20
B Arena	62.14	57.43
C Filler	1	7.35

% Que Pasa al Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#40
100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.4	10.9
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17

Mezcla	ESPECIFICACIONES FVB
--------	----------------------

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	35.20	35.20	35.20	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	57.43	57.43	57.43	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% para malla #200)	%	1.91	1.91	1.91	
6	Peso específico aparente de cemento opéltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.411	2.411	
8	Peso específico aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.452	2.452	2.452	2.422
9	Peso específico bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
10	Peso específico aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm	6.85	6.87	7.02	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr	1212.18	1224.24	1236.92	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr	1251.72	1265.14	1278.5	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr	496.25	497.18	502.4	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	1.468	1.468	1.468	1.467
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 324)	gr/cc	2.892	2.892	2.892	2.892
18	Peso específico teórico máximo (fin) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 309)	gr/cc	2.969	2.969	2.969	2.965
19	Máxima densidad teórica de las agregados 100(1/2.95) + (2*(2/7.48) + 2(5/10))	gr/cc	2.969	2.969	2.969	2.965
20	N de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3303, MTC E 505)	%	5.75	5.31	5.94	5.60
21	Peso específico bulk del Agregado Total 100-21(1/3.71)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.496	2.496	2.496	
22	Peso específico aparente del agregado total 100-21(1/3.71)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.531	2.531	2.531	
23	Peso específico efectivo del agregado total 13-4) (1/3.9-8)+(4/9)+(5/11))	gr/cc	2.766	2.766	2.766	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	4.00	4.00	4.00	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3-4)*17/21	%	92.53	92.16	91.34	
26	% del volumen de asfalto efectivo / Volumen de briqueta 100-(23-20)	%	1.72	1.74	1.72	
27	% de vacíos del agregado mineral 100-25	%	7.47	6.84	7.56	7.33
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	0.80	0.80	0.80	
29	Relación betón vacíos (28/27)*100	%	23.06	25.37	22.44	23.62
30	Estabilidad sin coque (traba de calibración del anillo)	kg	2728	1816	1824	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.18	1.04	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	2842	1566	2936	2448
33	Lectura del Reómetro (D.01") (35/0.254)	psf	95	48	41	39
34	Fluencia	in.in	9.14	10.18	10.41	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m	3108	1541	2819	2490



Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T -245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferretafe
LUGAR : Chucayo - Lambayeque
TRÁFICO : Medcho - Mezcla modificada 5% (3% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filler)	1%
Perlas de poliestireno expandido	3%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1410
Peso de C.A	75
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	694.5
Arena	775.5
Peso del Cemento	15
Peso de C.A	75

Material	% Mezcla	Si. Densidad
A Grava Triturada	36.86	34.80
B Arena	62.14	56.77
C Filler	1	6.43

N. Que Pasa el Tamiz									
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº100	Nº200	
100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.4	16.9	4.8		
100	80-100	70-88	51-68	39-53	17-28	9-17	4-8		

Mezcla	
Especificaciones I/FB	

N	Descripción	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.6	5.6	5.6
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (masa/4)	%	34.80	34.80	34.80
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (masa/4)	%	56.77	56.77	56.77
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% peso masa #200)	%	1.89	1.89	1.89
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.024	1.029	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.431	2.411
8	Peso específico Aparente de la grava (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432	2.432	2.432
9	Peso específico Bulk de la arena (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451
10	Peso específico Aparente de la arena (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.85	6.98	6.79
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1114.07	1134.15	1127.91
14	Peso de la briqueta saturado superficialmente seco	gr.	1292.83	1296.35	1295.23
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	794.2	741.17	771.00
16	Volumen de la briqueta 14-15	cc.	458.6	465.18	461.9
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2728, MTC E 534)	gr/cc	2.429	2.458	2.455
18	Peso específico teórico máximo (fice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 506)	gr/cc	2.605	2.605	2.605
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/(1/2.65)+(3/2.7)+(7.49)/(4.19+10)	gr/cc	2.330	2.330	2.330
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18)	%	6.74	6.40	6.74
21	Peso específico Bulk del Agregado total 100-21/(1/2.33+1)	gr/cc	2.496	2.496	2.496
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21/(1/2.33+1)	gr/cc	2.531	2.531	2.531
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/(1/3.0+1)	gr/cc	2.839	2.839	2.839
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-5(23-21)/(23*21)	%	4.95	4.95	4.95
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)/17/21	%	90.98	91.29	91.91
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+26)	%	2.30	2.31	2.35
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	9.04	8.71	8.87
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla 2-(24/100)*(3+4)	%	1.06	1.06	1.06
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	25.47	26.53	26.84
30	Estabilidad sin carga (Tabla de calificación del asfalto)	kg	3717	3010	3252
31	Factor de estabilidad		1.19	1.19	1.16
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	4421	3582	3870
33	Lectura del péndulo (10-01) (35/0.254)	mil.	38	36	36
34	Fluencia	m.m.	6.65	6.14	6.64
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	4583	3917	4481



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA: Quesquén Liza Wilmer Neuser
CANTERA: Tres Tomas - Ferretafe
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Medio - Mezcla modificada 5.5% (3% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 3/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
Perlas de poliestireno expandido	8%

Peso de Muestra	3402.5
Peso de C.A.	82.5 (3.5%)
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	681.125
Arena	771.375
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	82.5

Material	% Masa	% Densidad
Grava Triturada	46.86	34.80
Arena	62.14	58.94
Filer	1	11.74

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
100	89.0	81.1	63.1	50.4	22.4	10.9	4.4
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	6-17	4-2

México	
Especificaciones / NB	

Nº	Descripción	1	2	3	Prom.
1	Número de brizqueta	N	1	2	3
2	C.A. en peso de la mezcla	N	5.6	5.6	5.6
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	N	34.80	34.80	34.80
4	% de arena combinada en peso de la mezcla (menor #4)	N	58.94	58.94	58.94
5	% de filer en peso de mezcla (mínimo 65% peso máx. #200)	N	4.72	4.72	4.72
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411	2.411	2.411
8	Peso específico aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.482	2.482	2.482
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451
10	Peso específico aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470
11	Peso específico aparente del filer	gr/cc	1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la brizqueta	cm	5.33	5.87	6.95
13	Peso de la brizqueta en el aire	gr	1119.55	1083.85	1105.4
14	Peso de la brizqueta saturada superficialmente seca	gr	1191.9	1168.51	1170.85
15	Peso de la brizqueta en el agua 25 °C	gr	726.95	720.6	722.33
16	Volumen de la brizqueta 24-25	c.c.	465.35	447.91	446.5
17	Peso unitario de la brizqueta 18/26 (ASTM D 2776, MTC E 514)	gr/cc	2.405	2.410	2.405
18	Peso específico teórico máximo (Rmax) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.588	2.588	2.588
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/[(2.75)(1.27+0.15)]	gr/cc	2.384	2.384	2.384
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3303, MTC E 505)	N	7.44	6.86	5.14
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/[(2.75)(1.27+0.15)]	gr/cc	2.575	2.575	2.575
22	Peso específico aparente del agregado total 100-21/[(2.75)(1.27+0.15)]	gr/cc	2.612	2.612	2.612
23	Peso específico efectivo del agregado total (1+4) [(1.27+0.15)/1.27]	gr/cc	2.881	2.881	2.881
24	Ajuste observado por el agregado total 100-62/[(2.75)(1.27+0.15)] (ASTM D 4469, MTC E 511)	N	5.59	3.99	3.50
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la brizqueta (1+4)*1/21	N	87.27	87.82	89.44
26	% del volumen de vacíos efectiva / volumen de brizqueta 100/(15+20)	N	5.28	5.32	5.42
27	% vacíos del agregado mineral 300-25	N	12.75	12.18	10.56
28	Ajuste objetivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*1+4	N	2.43	2.42	2.42
29	Relación Betón vacíos (28/27)*100	N	41.59	45.65	51.79
30	Estabilidad sin corrección (suma de calibración del anillo)	kg	2863	2930	1345
31	Factor de estabilidad		1.19	1.25	1.25
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	3407	3688	1706
33	Lectura del Perímetro (0.01") (15/0.254)	mil	99	85	94
34	Fluencia	mm	9.91	8.89	8.64
35	Relación Estabilidad / Fluencia	mm	3499	4148	1976



Henry Rivadeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSEIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

- TESIS** : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
- TESISTA** : Quesquen Liza Wilmer Neiser
- CANTERA** : Tres Tomas - Ferreñafe
- LUGAR** : Chiclayo - Lambayeque
- TRAFICO** : Medio - Mezcla modificada 65% (3% de poliestireno expandido)

Grava Chanzada 3/4"	45%
Arena Chanzada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
Perlas de poliestireno expandido	3%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1290
Peso de C.A.	90 0.0%
Peso del Cemento	35
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	627.75
Arena	767.25
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	90

Material	% Mezcla	% Deseño
A Grava Triturada	36.86	34.85
B Arena	62.14	54.88
C Filer	1	10.92

% Doseo Paso al Tamiz									
1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	AP10	AP40	AP60	AP80	AP200
100	88.0	81.1	81.1	80.6	22.4	10.9	4.8		
100	80 - 100	70 - 88	53 - 88	38 - 53	17 - 28	8 - 17	4 - 8		

#	Nombre de Ensayo	U	1	2	3	Prum.
1	C.A. en peso de la mezcla	%	5.6	5.6	5.6	
2	% de grava triturada en peso de la mezcla (grava/total)	%	34.80	34.80	34.80	
3	% de arena combinada en peso de mezclas totales (A)	%	54.88	54.88	54.88	
4	% de filer en peso de mezcla (muestra 65% masa multa #200)	%	1.78	1.78	1.78	
5	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
6	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.412	2.411	2.411	
7	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 137, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432	2.432	2.432	2.432
8	Peso específico Bulk de la arena(#4) (ASTM C 138, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451	2.451	2.451	
9	Peso específico Aparente de la arena(#4) (ASTM C 138, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.461
10	Peso específico aparente del filer	gr/cc	3.47	0.00	0.00	
11	Alfara aumentada de la briqueta	cm	6.77	7.16	6.88	
12	Peso de la briqueta en el aire	gr	1182.97	1095.28	1127.09	
13	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr	1158.01	1165.25	1157.11	
14	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr	676.30	711.17	699.98	
15	Volumen de la briqueta 34-25	c.c	467.71	494.08	487.1	
16	Peso específico teórico máximo (Theor) (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.422	2.413	2.413	2.418
17	Peso específico teórico máximo (Theor) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.587	2.587	2.587	
18	Máxima densidad teórica de la agregado (100/((1/2.587)*((100-4)*2.79+10)))	%	6.37	6.28	6.74	6.68
19	% de vacío con aire 100/((1-17/20)) (ASTM D 2041, MTC E 505)	%	6.37	6.28	6.74	
20	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-1)/((1/3.47)+(4.09/(2.511)))	gr/cc	2.548	2.548	2.548	
21	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((1/3.47)+(4.09/(2.511)))	gr/cc	2.584	2.584	2.584	
22	Peso específico efectivo del agregado total ((3-4)/((1/3.47)-(4.09/2.511))) (ASTM D 4499, MTC E 511)	%	3.83	3.83	3.83	
23	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (84)*17/21	%	88.04	88.46	88.49	
24	% del volumen de asfalto efectivo / Volumen de briqueta 100-(25*20)	%	4.78	4.76	4.76	
25	% de vacío del agregado mineral 100-21	%	11.16	11.54	11.51	11.40
26	Asfalto efectiva / peso de la mezcla 2 - (24/20)*17-4	%	2.16	2.16	2.16	
27	Relación betún vacío (26/27)*100	%	47.87	41.28	41.40	41.85
28	Estabilidad sin cargar (tablo de calibración del anillo)	kg	1509	1382	1497	
29	Factor de estabilidad		1.19	1.25	1.19	
30	Estabilidad corregida 21*42	kg	1551	1476	1382	1437
31	Lectura del flexómetro (1.0/17) (35 / 0.254)	mil	35	34	35	35
32	Fluencia	m.m	8.89	8.64	8.89	
33	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m	1744	1711	1442	1692

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Chiclayo - Lambayeque

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivas de la Cruz
 Obliuas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
 ENSAYO RICE AASHTO T-209 ASTM D-2041

- TESIS** : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
- TESISTA** : Quesquén Liza Wilmer Neiser
- CANTERA** : Tres Tomas - Ferreñafe
- LUGAR** : Chiclayo -Lambayeque
- TRÁFICO** : Medio - Mezcla modificada (3% de poliestireno expandido)

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	730	730	730	730	730
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2565	2565	2565	2565	2565
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2065	1987	1940	2035	2061
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3356.0	3485.0	3568.0	3412.0	3365.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1291	1498	1628	1377	1304
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	500	578	625	530	504
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.582	2.592	2.605	2.598	2.587





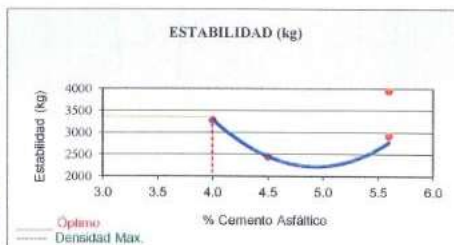
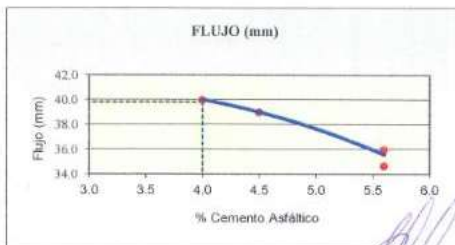
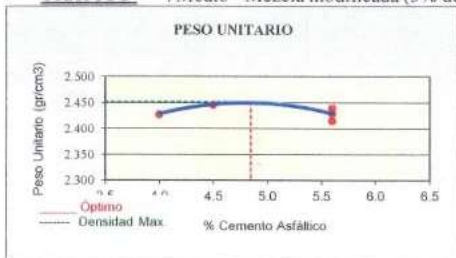
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo -Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada (3% de poliestireno expandido)



USAT
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	4.6
Peso Unitario (gr/cm ²)	2.451
Vacios (%)	5.60
Vacios del Agregado mineral (%)	14.20
Vacios Llenados de C.A (%)	60.00
Flujo (mm)	10.11
Estabilidad (Kg)	3350
Relación Polvo Asfalto	0.95

Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacíos al aire y Estabilidad

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS: "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido".
TESISTA: Quisquén Liza Wilmar Nejar
CANTERA: Trus Tomas - Perreñati
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRAFICO: Medio - Mezcla modificada (4%)

DATOS DE DISEÑO

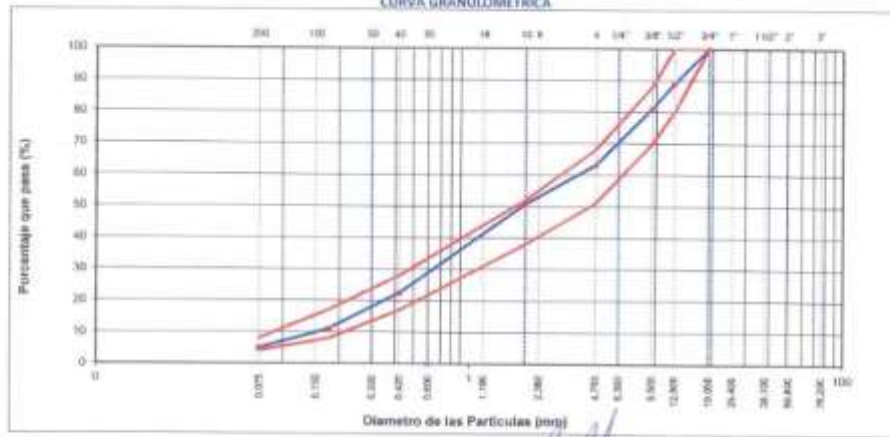
Grava Chica 3/4"	45%
Grava Chica 1/2"	50%
Cemento (Fier)	1%

ELABORACION POR: []

TAMAÑO MÁXIMO: 3/4"
 Peso inicial seco: 4000 g

TAMANO	ASTM C136 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PERCENTAJE ACUMULADO	PERCENTAJE (DE PASA)	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0			100.0	MAC - 2	
3/4"	19.000	0			100.0	100	
1/2"	12.500	6.30	11.0	11.0	89.0	80 - 100	
3/8"	9.500	37.0	9.0	18.0	81.1	70 - 88	
Nº 4	4.750	74.0	17.9	36.9	63.1	51 - 68	
Nº 10	2.000	226.0	12.5	49.4	50.6	35 - 52	Observación:
Nº 40	0.425	500.0	28.2	77.6	22.4	17 - 28	
Nº 80	0.177	200.0	11.0	88.1	11.9	6 - 17	
Nº 200	0.075	100.0	6.0	95.2	4.8	4 - 8	
< Nº 200	FONDO	96.9	4.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry
 Rivas
 Obispo
 Ing. Civil
 USAT

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVERO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TERMINACION DE CONCRETO RESISTIVO
MÉTODO BÁSICO - ASTM D 3098 SECTION 7.048

TEM: Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de sílica seca con polietileno expandido?
TEMSTA: Quisquepa Liza Wilmar Ninos
CANTERA: Tiro Tiroso - Ferreñafe
LEGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO: Medio - Mezcla modificada 4% (4% de polietileno expandido)

Grava (tamado 1/4")	85%
Grava (tamado 3/4")	15%
Grava (tamado 1")	0%
Porcentaje de polietileno expandido	4%

Peso de Mezcla	1425
Peso de C.A.	60
Peso del Cemento	15
Peso Agua de %	
Mezcla Asfáltica	1350

Grava	1151.25
Grava	213.75
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	60

Gravilla	Nº 10 (75µ)	Nº 40 (425µ)
Grava (tamado 1/4")	35.40	35.40
Grava	62.28	35.40
Total	97.68	70.80

Súper Fino al Tercer									
1"	3/4"	1/2"	3/8"	3/16"	1/8"	1/16"	1/32"	1/64"	1/128"
100	89.9	83.2	69.2	50.8	34.4	20.0	12.0	6.0	3.0
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Nº	Descripción de la muestra	F	1	2	3	Presión
1	C.A. en peso de la muestra	%	4.2	4.2	4.2	
2	N. de arena (tamado en peso de la muestra) (grava #4)	%	25.28	25.28	25.28	
3	N. de arena (tamado en peso de la muestra) (grava #10)	%	74.00	74.00	74.00	
4	N. de arena en peso de muestra (tamado #10 como referencia)	%	9.80	9.80	9.80	
5	Peso específico aparente de concreto asfáltico	gr/cm³	1.024	1.024	1.024	
6	Peso específico de la grava (tamado #10) (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.413	1.413	1.413	
7	Peso específico aparente de la grava (tamado #10) (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.453	1.453	1.453	1.453
8	Peso específico de la arena (tamado #10) (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.401	1.401	1.401	
9	Peso específico aparente de la grava (tamado #10) (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.479	1.479	1.479	1.461
10	Peso específico aparente del filler	gr/cm³	1.47	1.47	1.47	
11	Módulo aparente de la muestra	cm	6.87	6.8	6.88	
12	Peso de la muestra en el aire	gr	1177.07	1174.08	1168.6	
13	Peso de la muestra saturada en agua (referencia seca)	gr	1201.61	1193.57	1184.7	
14	Peso de la muestra en el agua	25 %	gr	719.4	712.8	699.28
15	Gravamen de la muestra	10.00	s.s.	478.4	474.07	469.38
16	Peso unitario de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.479	1.469	1.473	1.461
17	Peso específico aparente de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.469	1.469	1.469	
18	Módulo aparente de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.712	1.712	1.712	
19	N. de arena en peso (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	5.37	5.37	5.37	5.48
20	Peso específico de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.712	1.712	1.712	
21	Peso específico aparente de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.757	1.757	1.757	
22	Peso específico aparente de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	gr/cm³	1.756	1.756	1.756	
23	Módulo aparente de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	1.20	1.20	1.20	
24	N. de arena (tamado) / Módulo aparente de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	96.29	95.28	96.42	
25	N. de arena (tamado) / Módulo aparente de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	3.20	3.86	3.51	
26	N. de arena (tamado) / Módulo aparente de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	13.40	14.41	13.18	13.38
27	Módulo aparente / peso de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	3.57	3.57	3.57	
28	Módulo aparente / peso de la muestra (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	42.28	41.68	41.64	40.80
29	Gravamen de la muestra	gr	123	120	120	
30	Gravamen en porcentaje (referencia de calificación del asfalto)	%	1000	1000	1000	
31	Gravamen en porcentaje	%	1.14	1.14	1.14	
32	Gravamen en porcentaje (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	1000	1000	1000	
33	Gravamen en porcentaje (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	99	99	99	99
34	Gravamen en porcentaje (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	9.91	10.47	10.51	
35	Gravamen en porcentaje (ASTM D 155, Método F, MTC y 200)	%	1000	1000	1000	



[Handwritten Signature]
 Henry
 Rodríguez
 Obispo
 Terc. Laboratorio
 USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada 4.5% (4% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	3%
Perlas de poliestireno expandido	4%

Peso de Muestra	1417.5
Peso de C.A	67.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	637.875
Arena	779.6
Peso del Cemento	15
Peso de C.A	67.5

Materia	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	35.20
B Arena	62.14	57.43
C Filler	1	7.36

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº100
100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.4	10.9	4.8
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

Mezcla		Especificaciones IVB	
1	Número de briquea	#	1 2 3 Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5 4.5 4.5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	35.20 35.20 35.20
4	% de arenas combinados en peso de mezcla (menor #4)	%	57.43 57.43 57.43
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	1.91 1.91 1.91
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023 1.023 1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.411 2.411 2.411
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.432 2.432 2.432 2.422
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.451 2.451 2.451
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.470 2.470 2.470 2.461
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47 1.47 1.47
12	Altura promedio de la briquea	cm	6.57 6.63 6.53
13	Peso de la briquea en el aire	gr	1184 1228.65 1129.32
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr	1210.35 1232.23 1136.2
15	Peso de la briquea en el agua 25 °C	gr	723.5 729.1 670.0
16	Volumen de la briquea 14-15	c.c	486.88 503.13 466.2
17	Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.432 2.442 2.422 2.432
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.584 2.584 2.584
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 \frac{(2.65)(3^2 + (7.8)(4^2) + 10)}{(2.65)(3^2 + (7.8)(4^2) + 10)}$	gr/cc	2.365 2.365 2.365
20	% de vacíos con aire $100 \frac{(1-17.8)}{(1-17.8)}$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.90 5.51 6.26 5.89
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $100 \frac{2}{(3/7) + (4/9) + (5/11)}$	gr/cc	2.496 2.496 2.496
22	Peso específico Aparente del agregado total $100 \frac{2.1}{(3/8) + (4/10) + (5/11)}$	gr/cc	2.531 2.531 2.531
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) \frac{1}{(3/8) + (4/10) + (5/11)}$	gr/cc	2.757 2.757 2.757
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 \frac{6(2.8-2.1)}{(2.8-2.1)}$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	3.88 3.88 3.88
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briquea $(3+4) \frac{17.21}{17.21}$	%	92.12 92.50 91.76
26	% del volumen de asfalto efectiva / volumen de briquea 100-(25+20)	%	1.98 1.99 1.98
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	7.88 7.50 8.24 7.87
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)(3+4)$	%	0.91 0.91 0.91
29	Relación betán vacíos $(26/27) \cdot 100$	%	25.17 26.58 23.99 25.25
30	Estabilidad sin carga (tabla de calibración del anillo)	kg	3972 4379 4192
31	Factor de estabilidad		1.09 1.04 1.19
32	Estabilidad corregida $31 \cdot 32$	kg	4329 4554 4588 4624
33	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil	39 32 32 34
34	Fluencia	m.m	9.91 8.13 8.13
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m	4371 5603 6137 5370



Henry Rivadeneira Obilitas
Téc. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wiltner Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada 5% (4% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
Perlas de poliestireno expandido	4%
CEMENTO ASFALTICO PENA 60770	

Peso de Muestra	1410
Peso de C.A.	75
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	634.5
Arena	775.5
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	75

Material	% Mezcla	% Diseño
A. Grava Triturada	36.86	34.80
B. Arena	62.14	56.77
C. Filer	1	8.43

Mezcla	
Especificaciones VA	

% Que Pasa al Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#80	N#200
	100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.4	10.9	4.8
	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	5.0	5.0	5.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	34.80	34.80	34.80
4	% de arenas combinados en peso de mezcla (menor #4)	56.77	56.77	56.77
5	% de filer en peso de mezcla (mínimo 65% para malla #200)	1.89	1.89	1.89
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.411	2.411	2.411
8	Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.432	2.432	2.432
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.451	2.451	2.451
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.470	2.470	2.470
11	Peso específico aparente del filer	gr/cc. 1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.89	6.46	7.01
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1097.26	1053.9	1114.00
14	Peso de la briqueta saturado superficialmente seco	gr. 1137.01	1073.34	1150.00
15	Peso de la briqueta en el agua	gr. 689.2	621.17	699.05
16	Volumen de la briqueta 14-25	c.c. 447.78	452.17	460.0
17	Peso unitario de la briqueta 13/26 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.450	2.331	2.422
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.565	2.565	2.565
19	Máximo densidad teórica de los agregados 100[(2/6)+(3/2)+(7+8)+(4/3)+(9+10)]	gr/cc. 2.330	2.330	2.330
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 4.45	9.12	5.56
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]	gr/cc. 2.496	2.496	2.496
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]	gr/cc. 2.531	2.531	2.531
23	Peso específico efectiva del agregado total (3+4) / [(3/8) - 8)/(4/10) - 10)]	gr/cc. 2.788	2.788	2.788
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/[23*21] (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 4.30	4.40	4.30
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	% 91.75	87.27	90.69
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100(25+20)	% 3.79	3.61	3.75
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 8.25	12.73	9.31
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	% 1.67	1.67	1.67
29	Relación betún vacíos (28/27)*100	% 46.01	28.35	40.27
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 1522	1531	3620
31	Factor de estabilidad	1.25	1.25	1.19
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 1903	1914	4308
33	Lectura del fleómetro (0.01") (35 / 0.254)	mil. 19	40	30
34	Fleuencia	m.m. 4.83	10.16	7.61
35	Relación Estabilidad / Fleuencia	m.m. 3942	1884	5653



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-245

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de via seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada 5.5% (4% de poliestireno expandido)

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 3/4"	55%
Cemento (Filler)	3%
Perlas de poliestireno expandido	4%
CEMENTO ASFALTICO PEN 50/70	

Peso de Muestra	1402.5
Peso de C.A	82.5 5.9%
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Piedra	631.125
Arena	771.375
Peso del Cemento	15
Peso de C.A	82.5

Materia	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	36.86	34.80
B Arena	62.14	53.94
E Filler	1	11.26

N° Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
100	89.0	81.1	61.1	50.6	22.4	10.9	4.8
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

Mezcla	
Especificaciones: IVB	

#	Descripción	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	5	5	5	
2	C.A. en peso de la mezcla	5.6	5.6	5.6	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	34.80	34.80	34.80	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	53.94	53.94	53.94	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% para malla #200)	4.72	4.72	4.72	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.411	2.411	2.411	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.432	2.432	2.432	2.422
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.451	2.451	2.451	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.470	2.470	2.470	2.461
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.99	6.57	6.84	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1243.47	1195.92	1203.3	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1271.27	1211.13	1203.27	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 760.35	739.6	712.33	
16	Volumen de la briqueta 14-25	c.c. 510.92	491.53	490.9	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.434	2.433	2.451	2.439
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.605	2.605	2.605	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/[(1/2.65)+(3/2.75)+(4/2.75)+(5/2.75)]	gr/cc. 2.394	2.394	2.394	
20	% de vacíos con aire 100*(1-1/2.75) (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 6.58	6.61	5.92	6.37
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]	gr/cc. 2.575	2.575	2.575	
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-2)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]	gr/cc. 2.612	2.612	2.612	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/(3/P+8)/(9*P-10)	gr/cc. 2.840	2.840	2.840	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6/23-21/23*21 (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 3.70	3.70	3.70	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	% 88.13	88.40	88.95	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(23+20)	% 5.09	5.09	5.13	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 11.67	11.70	11.05	11.47
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	% 2.32	2.32	2.32	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	% 43.63	43.52	46.42	46.52
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 3102	2544	3126	
31	Factor de estabilidad	1.00	1.09	1.09	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 3102	2773	3407	3094
33	Lectura del flexómetro (0.01") (35/0.234)	pal. 36	35	35	35
34	Fluencia	m.m. 8.14	8.89	8.89	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 3392	3119	3833	3448





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASHTO T-245

TESIS: Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido
TESISTA: Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA: Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR: Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO: Medio - Mezcla modificada 6% (4% de poliestireno expandido)

Grava Chancado 3/4"	45%
Arena Chancado 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
Perlas de poliestireno expandido	4%

Peso de Muestra	1295	
Peso de C.A.	90	6.9%
Peso del Cemento	15	
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	

Piedra	627.75
Arena	767.3
Peso del Cemento	15
Peso de C.A.	90

Materia	% Mezcla	% Óxido
A Grava Triturada	38.86	34.80
B Arena	62.14	54.88
C Filler	1	10.22

% Que Pasa al Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº100
100	89.0	81.1	63.1	50.6	22.4	10.9	4.8
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 57	17 - 28	8 - 17	4 - 8

Mezcla	IVB
Especificaciones	IVB

#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta	3	3	3	
2 C.A. en peso de la mezcla	5.6	5.6	5.6	
3 N. de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	34.80	34.80	34.80	
4 N. de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	54.88	54.88	54.88	
5 N. de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	3.78	3.78	3.78	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.411	2.411	2.411	
8 Peso específico Aparente de la grava (#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.432	2.432	2.432	2.422
9 Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.451	2.451	2.451	
10 Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.470	2.470	2.470	2.461
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	0.00	0.00	
12 Altura promedio de la briqueta	cm. 6.65	6.56	64.39	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr. 1211.1	1128.78	1111.76	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1225.02	1181.26	1149.04	
15 Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 730.30	721.17	695.98	
16 Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 494.72	460.09	453.1	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.448	2.453	2.454	2.452
18 Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.604	2.604	2.604	
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100/[(2/3)(1+2/3)+4/3+10]$	gr/cc. 2.372	2.372	2.372	
20 % de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 5.99	5.78	5.78	5.84
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $100-2/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc. 2.548	2.548	2.548	
22 Peso específico Aparente del agregado total $100-2/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc. 2.584	2.584	2.584	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3/8)+4/10]$	gr/cc. 2.838	2.838	2.838	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100-6[(23-21)/(23*11)]$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 4.10	4.10	4.10	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4)/1721$	% 89.78	89.98	90.00	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100-(25+20)$	% 4.23	4.24	4.24	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	% 10.22	10.02	10.00	10.08
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	% 1.92	1.92	1.92	
29 Relación betún vacíos $(26/27)*100$	% 41.39	42.19	42.37	42.02
30 Estabilidad sin correaje (tabla de calibración del análisis)	kg 2220	2841	2846	
31 Factor de estabilidad	1.09	1.19	1.25	
32 Estabilidad correjada 31*32	kg 2420	3382	3563	3161
33 Lectura del Resinómetro (0.01") (35 / 0.254)	gal. 36	39	36	37
34 Fluencia	m.m. 9.14	9.81	9.14	
35 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 2646	3414	4027	3363

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T-209 ASTM D-2041

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada (4% de poliestireno expandido)

PORCENTAJE DE ASFALTO	4%	4.5%	5%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	730	730	730	730	730
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2565	2565	2565	2565	2565
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2014	2043	2016	2066	2012
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3449.0	3392.0	3424.0	3366.0	3452.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1435	1349	1408	1300	1440
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	551	522	549	499	553
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.604	2.584	2.565	2.605	2.604





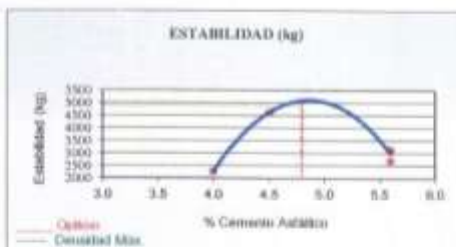
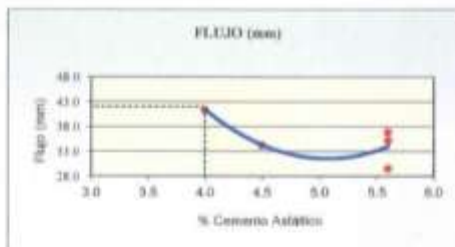
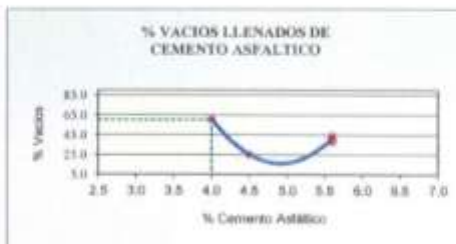
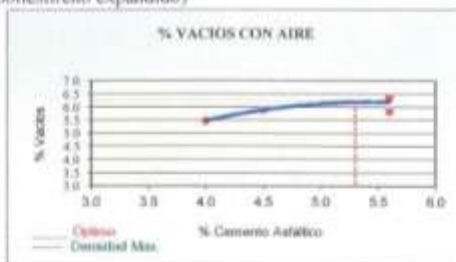
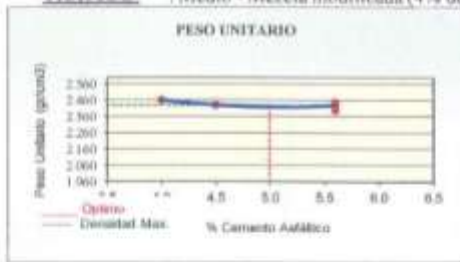
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 249

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
TRÁFICO : Medio - Mezcla modificada (4% de poliestireno expandido)



[Firma manuscrita]
 Director del Laboratorio
 USAT

RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.0
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.420
Vacios (%)	6.25
Vacios del Agregado mineral (%)	14.20
Vacios Llenados de C.A (%)	60.00
Flujo (mm)	10.67
Estabilidad (Kg)	4890
Relación Polvo Asfalto	1.05

Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacíos al aire y Estabilidad

REGISTRO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS
MTC E 515

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
CANTERA : Tres Tomas - Ferretife
MATERIALES : Agregados pétreos, filler y asfalto
TESISTA : Queraquén Liza Wämer Neisler

DATOS DE DISEÑO CONVENCIONAL

Grava Chancada 1/2"	66%
Arena Chancada 1/4"	34%
Cemento	1%
Perlas de poliestireno expandido	0%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

DATOS DE DISEÑO MODIFICADO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

Grava Chancada 1/2"	66%
Arena Chancada 1/4"	34%
(Filler)	1%
Polve de concreto	3%
Poliestireno expandido Optiano	2%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS

	Nº DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% DE FILLER	Nº DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
LIGERO	1	CONVENCIONAL	0%	300	25°C	1215.00	1025	15.64%	13.81%
	2	CONVENCIONAL		300	25°C	1165.00	998	14.33%	
	3	CONVENCIONAL		300	25°C	1180.00	1012	14.89%	
	4	CONVENCIONAL		300	25°C	1196.00	1072	10.37%	
MEDIO	1	CONVENCIONAL	0%	300	25°C	1196.00	1021	14.63%	13.32%
	2	CONVENCIONAL		300	25°C	1215.00	1063	12.51%	
	3	CONVENCIONAL		300	25°C	1178.00	1045	11.29%	
	4	CONVENCIONAL		300	25°C	1236.00	1102	10.84%	
LIGERO	1	CON ADICION AL 50%	2%	300	25°C	1200.96	1108	7.74%	6.69%
	2	CON ADICION AL 50%		300	25°C	1164.24	1125	3.37%	
	3	CON ADICION AL 50%		300	25°C	1078.86	1015	5.92%	
	4	CON ADICION AL 50%		300	25°C	1125.30	1016	9.71%	
MEDIO	1	CON ADICION AL 50%	2%	300	25°C	1175.60	1030	12.34%	9.07%
	2	CON ADICION AL 50%		300	25°C	1180.53	1090	7.67%	
	3	CON ADICION AL 50%		300	25°C	1235.63	1120	9.36%	
	4	CON ADICION AL 50%		300	25°C	1160.00	1080	6.90%	



NOTA:
El ensayo MTC E 515, no deberán ser superiores al 25%, a 25 °C
El ensayo (MTC E 515), tras ser sometidas las probetas a un proceso de hidratación durante 24 horas a 60°C, no podrá exceder del 40%

Henry Rivasnegra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE ENFERMEDADES Y CONTROL DE MATERIAS
USAT
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA TERESITA DE MOGROVEJO
TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
CANTERA : Tres Tomas - Ferrelafe
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
MUESTRA : Patrón - Trafico Ligero

DATOS	u	MUESTRAS SUMERGIDAS				Prom.	MUESTRAS SECAS				Prom.
		1	2	3	4		5	6			
D. Diámetro	cm	10.2	10.2	10.2	10.2		10.18	10.18	10.19		
I. Espesor	cm	6.39	6.29	6.34	6.21		6.285	6.918	6.913		
A. Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1107.9	1062.6	1022.1	1144.9	1064.3	1134.2	976.6	1000.0		1036.9
B. SSD de la Muestra	gr	1119.35	1073.47	1116.08	1153.09		1147.38	1060.38	1030.04		
C. Peso de la Muestra en Agua	gr	610.00	584.00	610.00	698.53		625.00	541.00	553.00		
E. Volumen (B-C)	cc	509.4	489.5	506.1	452.4		516.4	459.6	477.0		
F. Peso específico Bulk de la muestra (A/E)	gr/cc	2.175	2.171	2.030		2.1	2.196	2.125	2.096		2.1
G. Peso específico teórico máximo (Rice)	gr/cc	2.726	2.726	2.726		2.7	2.726	2.726	2.726		2.7
H. % de vacíos ((G-F)/G)*100	%	20.22	20.37	25.92		22.3	19.44	22.66	23.11		21.8
I. Volumen de vacíos ((H-E)/100)	cc	102.97	99.72	131.17			100.36	101.36	110.24		

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25°C											
B' SSD de la Muestra	gr	1119.35	1073.47	1116.08							
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	610.00	584.00	610.00							
E' Volumen de la Muestra (B'-C')	cc	509.4	489.5	506.1							
J' Volumen de Agua de Absorción (B'-A)	cc	11.4	10.9	94.0							
- Saturación (100*J'/I)	%	11.1	10.9	71.6							
- Hinchamiento (E'-E)*100/E	%	0.00	0.00	0.00							

NO SE LECTA

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60°C - Baño de María											
I'' Espesor	cm	6.4	6.5	6.3							
B'' SSD de la Muestra	gr	1119.35	1073.47	1116.08							
C'' Peso de la Muestra en Agua	gr	610.00	584.00	610.00							
E'' Volumen (B''-C'')	cc	509.4	489.5	506.1							
J'' Volumen de Agua de Absorción (B''-A)	cc	11.4	10.9	94.0							
- Saturación (100*J''/I)	%	11.1	10.9	71.6							
- Hinchamiento (E''-E)*100/E	%	0.00	0.00	0.00							
- Carga Máxima Kg	kg	140	160	195	275		205	210.0	185	310	
- Carga Máxima N	N	1373.400	1569.600	1912.950		1618.650	2011.050	2090.100	1814.850		1962.0
- Fuerza Tensible KPA	kg/cm ²	1.37	1.54	1.94		1.62	2.06	1.90	1.67		1.88

NO SE LECTA

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TRS) = 86.262%

NOTA:
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

Honorable
 Rivaldo
 Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
USAT
 Universidad Católica del Norte de Chile
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASHTO T 283)

TESTE : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"

CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe

TESTISTA : Quesada Liza Wilmar Néiser

MUESTRA : Modificado con poliestireno expandido - Tráfico Ligero

DATOS	MUESTRAS HEMERJIDAS					MUESTRAS SECAS				
	#	1	2	3	Prom.	4	5	6	7	8
D Diámetro	mm	10.2	10.2	10.2		10.1	10.14	10.24		
E Espesor	mm	6.57	5.98	5.98		6.47	6.63	5.99		
A Peso de la muestra seca al Aire	gr	1074.4	952.3	866.4	1017.7	1077.3	1066.0	970.9		1044.7
B SSD de la Muestra	gr	1097.00	1013.83	1017.91		1097.70	1099.87	999.89		
C Peso de la Muestra en Agua	gr	589.00	545.00	544.00		597.00	598.00	539.00		
E Volumen (B-C)	cc	508.0	468.8	474.0		500.7	510.8	460.9		
F Peso específico Real Bulk de la muestra (A/E)	gr/cc	2.117	2.117	2.081	2.1	2.152	2.126	2.107		2.1
G Peso específico relativo mínimo (B-C)	gr/cc	2.726	2.726	2.726	2.7	2.726	2.726	2.726		2.7
H % de vacíos [(G-F)/G]*100	%	22.42	22.36	23.00	22.8	21.88	22.82	22.75		21.9
I Volumen de vacíos [(H/E)*100]	cc	113.90	104.85	112.13		105.54	112.48	104.76		

Muestra Saturada en Vacío con 19 a 20° Hg. - De 2 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C										
B' SSD de la Muestra	gr	1097.00	1013.83	1017.91						
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	589.00	545.00	544.00						
E' Volumen de la Muestra (B'-C')	cc	508.0	468.8	474.0						
F' Volumen de Agua de Absorción (B'-A)	cc	22.6	21.3	31.8						
- Saturación (100*F'/E')	%	19.8	20.3	28.2						
- Absorción (E'-E)/100E	%	0.00	0.00	0.00						

NO SE EJECUTA

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de Mar										
E'' Espesor	mm	6.57	5.98	5.98						
B'' SSD de la Muestra	gr	1097.00	1013.83	1017.91						
C'' Peso de la Muestra en Agua	gr	589.00	545.00	544.00						
E'' Volumen (B''-C'')	cc	508.0	468.8	474.0						
F'' Volumen de Agua de Absorción (B''-A)	cc	22.6	21.3	31.8						
- Saturación (100*F''/E'')	%	19.8	20.3	28.2						
- Absorción (E''-E'')/100E	%	0.00	0.00	0.00						
- Campo Máximo Wp	%	421	405	423		420	420.0	400		
- Campo Máximo N	%	4130.010	3873.030	4169.230	4098.770	3795.500	5181.200	4806.990		5884.2
- Fuerza Tensohídr KPa	kg/cm2	0.01	4.24	4.43	4.24	3.16	4.91	5.09		5.12

NO SE EJECUTA

BADIN DEL ESFUERZO A TENSÓN (TSR) = 82.797%

NOTA:
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

Rector
 Oficina de Asesoría
 Tec. USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe
TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
MUESTRA : Modificado - Tráfico Medio

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS					MUESTRAS SECAS				
- Número de briqueta	n	1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.		
D Diámetro	cm	10.2	10.2	10.2		10.17	10.13	10.17			
t Espesor	cm	6.08	6.6	6.5		6.58	6.8	6.14			
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1098.5	1176.9	1018.7	1098.0	1174.1	1072.4	1116.7	1121.1		
B SSD de la Muestra	gr	1105.28	1183.07	1027.03		1184.29	1081.28	1126.29			
C Peso de la Muestra en Agua	gr	618.00	661.00	580.00		668.00	610.00	634.00			
E Volumen (B - C)	cc	487.3	522.1	447.0		516.3	471.3	492.3			
F Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	gr/cc	2.254	2.254	2.279	2.3	2.274	2.275	2.268	2.3		
G Peso específico teórico máximo (Rice)	gr/cc	2.726	2.726	2.726	2.7	2.726	2.726	2.726	2.7		
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	17.31	17.31	16.41	17.0	16.59	16.54	16.79	16.6		
I Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	84.36	90.37	73.36		85.64	77.93	82.67			

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C									
B' SSD de la Muestra	gr	1105.28	1183.07	1027.03					
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	618.00	661.00	580.00					
E' Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	487.3	522.1	447.0					
J' Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	6.8	6.1	8.3					
- Saturación (100*J'/E)	%	8.1	6.8	11.3					
- Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.00	0.00	0.00					

NO SE EJECUTA

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María									
t' Espesor	cm	6.08	6.6	6.5					
B'' SSD de la Muestra	gr	1105.28	1183.07	1027.03					
C'' Peso de la Muestra en Agua	gr	618.00	661.00	580.00					
E'' Volumen (B'' - C'')	cc	487.3	522.1	447.0					
J'' Volumen de Agua de Absorción (B'' - A)	cc	6.8	6.1	8.3					
- Saturación (100*J''/E)	%	8.1	6.8	11.3					
- Hinchamiento (E'' - E)*100/E	%	0.00	0.00	0.00					
- Carga Máxima Eg	kg	425	420	410		520	510.0	490	310
- Carga Máxima N	N	4109.250	4120.200	4022.100	2697.730	4163.850	5101.200	5003.100	4708.800
- Fuerza Tensible EPA	kg/cm2	4.38	3.98	3.94	2.50	4.10	4.95	4.71	4.59

NO SE EJECUTA

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSÓN (TRS) = 84.459%

NOTA:
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

[Handwritten Signature]
 Rivas
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"

CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe

TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser

MUESTRA : Patrón - Tráfico Medio

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS				
- Número de brujeta	n	1	2	3	Prom.	4	5	6		Prom.
D Diámetro	cm	10.2	10.1	10.1		10.14	10.22	10.14		
t Espesor	cm	5.74	6.17	6.28		6.00	6.04	6.31		
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	997.5	1080.2	1097.8	1058.5	1048.7	1049.8	1099.1		1059.9
B SSD de la Muestra	gr	1005.22	1090.83	1108.45		1058.08	1061.20	1118.06		
C Peso de la Muestra en Agua	gr	557.00	599.00	610.00		587.00	590.00	621.00		
E Volumen (B - C)	cc	448.2	491.8	498.5		471.1	471.2	498.1		
F Peso específico Bulk de la brujeta (A/E)	gr/cc	2.225	2.196	2.202	2.2	2.226	2.228	2.207		2.2
G Peso específico teórico máximo (Rise)	gr/cc	2.726	2.726	2.726	2.7	2.726	2.726	2.726		2.7
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	18.37	19.44	19.22	19.0	18.35	18.28	19.05		18.6
I Volumen de vacíos ((I/E)*100)	cc	82.34	95.61	95.78		86.44	86.13	94.90		

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28° Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C										
B' SSD de la Muestra	gr	1005.22	1090.83	1108.45						
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	557.00	599.00	610.00						
E' Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	448.2	491.8	498.5						
J' Volumen de Agua de Absorción (B' - A')	cc	7.7	10.6	10.7						
- Saturación (100*J'/I)	%	9.4	11.1	11.1						
- Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.00	0.00	0.00						

NO SE EJECUTA

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María										
I* Espesor	cm	6.4	6.5	6.3						
B* SSD de la Muestra	gr	1005.22	1090.83	1108.45						
C* Peso de la Muestra en Agua	gr	557.00	599.00	610.00						
E* Volumen (B* - C*)	cc	448.2	491.8	498.5						
J* Volumen de Agua de Absorción (B* - A)	cc	7.7	10.6	10.7						
- Saturación (100*J'/I)	%	9.4	11.1	11.1						
- Hinchamiento (E* - E)*100/E	%	0.00	0.00	0.00						
- Carga Máxima Kg	kg	240	260	280	275	280	285.0	310	310	
- Carga Máxima N	N	2354.400	2550.000	2746.800	2550.600	2746.800	2795.850	3041.100	3041.100	2861.3
- Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	2.34	2.51	2.79	2.55	2.93	2.94	3.08		2.98

NO SE EJECUTA

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TRS) = 85.361%

NOTA:
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

[Handwritten Signature]
 R. Quesquén Liza
 T. Laboratorio
 USAT
 una universidad católica
 comprometida con la vida

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
USAT
 una universidad católica
 comprometida con la vida
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

TESISTA : Quesquén Liza Wilmer Neiser
ESCUELA : Escuela de Ingeniería Civil
TESIS : "Influencia de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas por proceso de vía seca con poliestireno expandido"
LUGAR : Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

**Penetración de los Materiales Bituminosos
(NORMA: MTC E 304)**

REFERENCIA DE LA MUESTRA
PROVEEDOR : REPSOL
Aplicación : ASFALTO

MUESTRA M-01

PENETRACION	0 a 49	50 a 149	150 a 249	250 a 500
Maxima diferencia entre la penetración más alta y la más bajas	3	7	11	19


Rhinodanyra
C. Jimas
TEL. 051 0541
USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

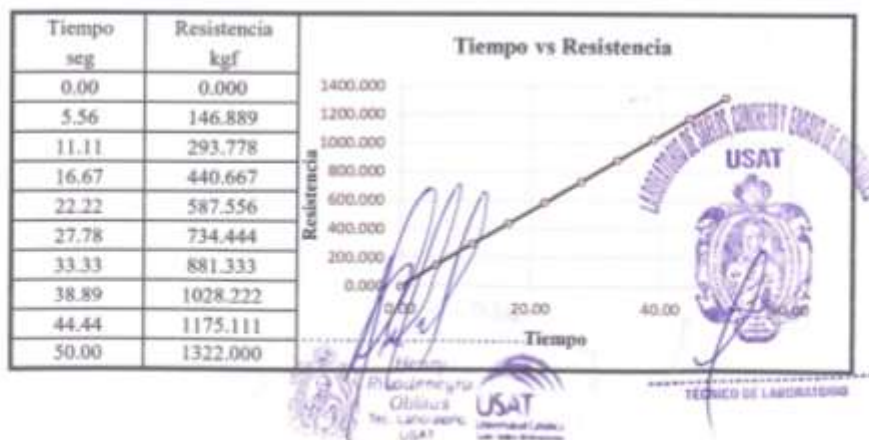
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO : LIGERO - C.ASFALTICO 4% (2%)

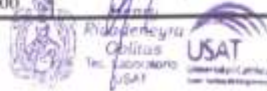




UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 4.5% (2%)





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 5% (2%)



[Signature]
 Henry
 Rodríguez
 Ochoa
 INGENIERO
 USAT

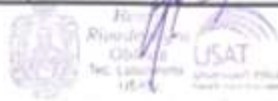
[Signature]
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 5.5% (2%)



TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 6% (2%)



Handwritten signatures and official stamps of the USAT laboratory. One stamp includes the text 'LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS' and 'USAT'.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 4% (3%)



Henry Rosalenyra Obilias
 T.C. Laboratorio USAT

SECRETARIO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"

UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 4.5% (3%)



Oficina de Laboratorio



TERCERO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 5% (3%)



Hirby
 Vasdeneyra
 Oblitas
 Ing. Laboratorio
 USAT



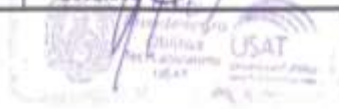
TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 5.5% (3%)



TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 6% (3%)

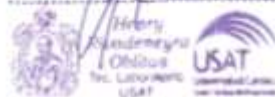
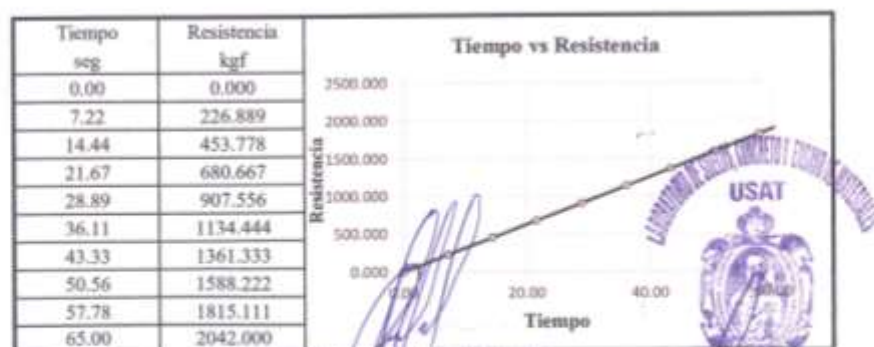
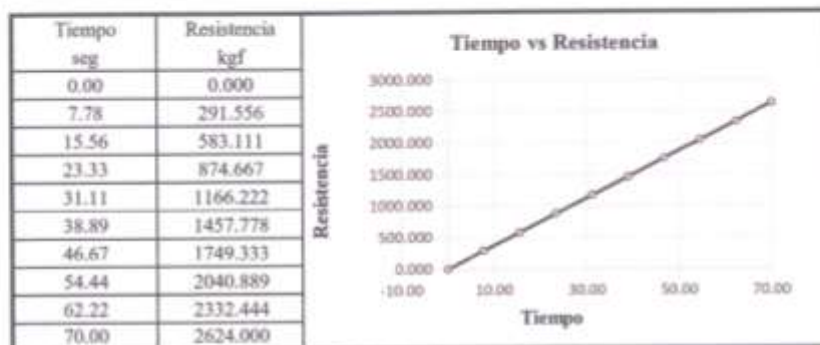




UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO : LIGERO - C.ASFALTICO 4% (4%)



UNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"

UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO : LIGERO - C.ASFALTICO 4.5% (4%)



RECIBIDO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDEDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO : LIGERO - C.ASFALTICO 5% (4%)



Handwritten signature and stamp of the laboratory.

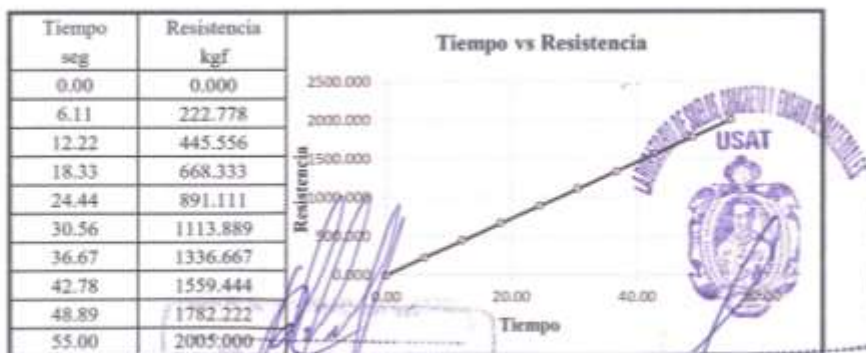
Stamp: LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : LIGERO - C.ASFALTICO 5.5% (4%)

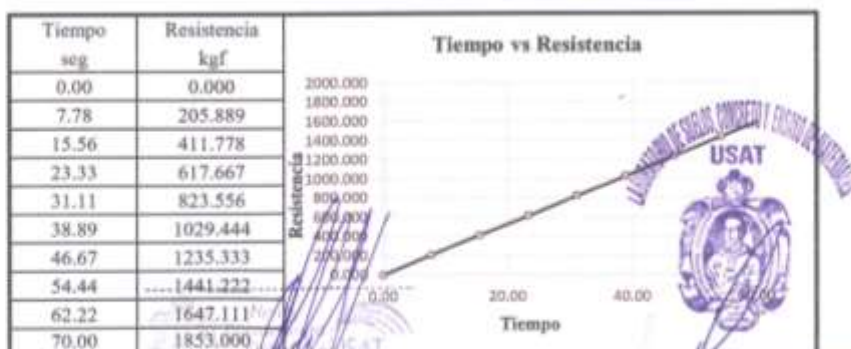




UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO : LIGERO - C.ASFALTICO 6% (4%)



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 4% (2%)



Wilmer Neiser
 Obtuvo el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 USAT

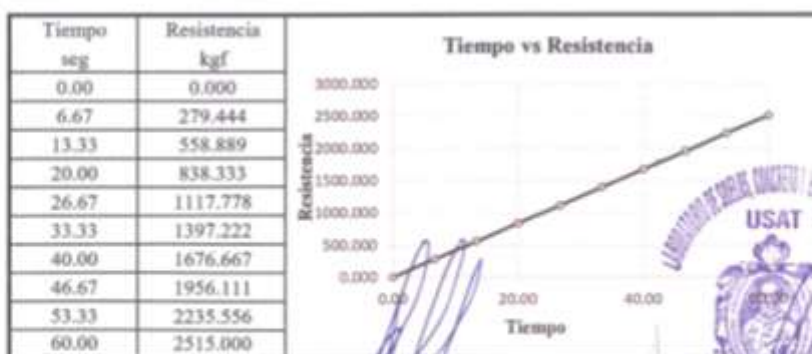
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 4.5% (2%)



Handwritten signature and blue stamp of the USAT laboratory. The stamp includes the text 'LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS' and 'USAT'.





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 5% (2%)





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"

UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 5.5% (2%)



Ingeniero

 Clínica

 Tel. Laboratorio

 USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

 TECNICA DE LABORATORIOS



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 6% (2%)



Henry Rudnegra Oblass
M. Laboratorio USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"

UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 4% (3%)



Wilmer Neiser
 Alumno
 Tercer Laboratorio
 USAT

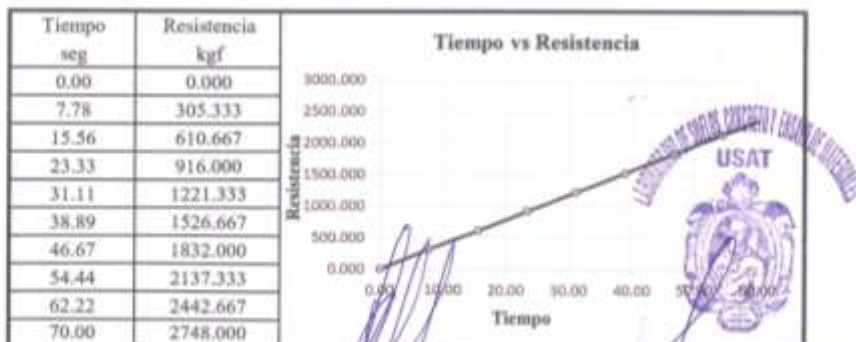
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 4.5% (3%)



Henry Rosademyra
 Oblitus
 Fac. Labor. en Ing.
 USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 5% (3%)





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 5.5% (3%)



Handwritten signature
 Wilmer Neiser
 Obispo
 del Laboratorio
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 6% (3%)



Henry
Pizarro
Gómez
ING. CIVIL
USAT

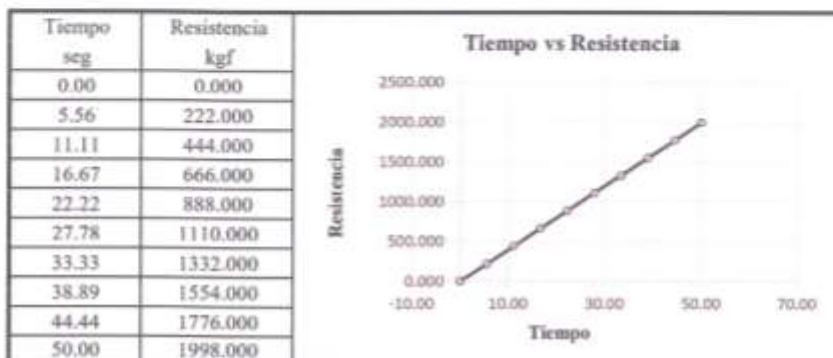
TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO : MEDIO - C.ASFALTICO 4% (4%)



[Firma]
 Wilmer Neiser
 Obisus
 Tec. Laboratorio
 USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 4.5% (4%)



Henry Alvarado Obiluz
 Tec. Laboratorio USAT

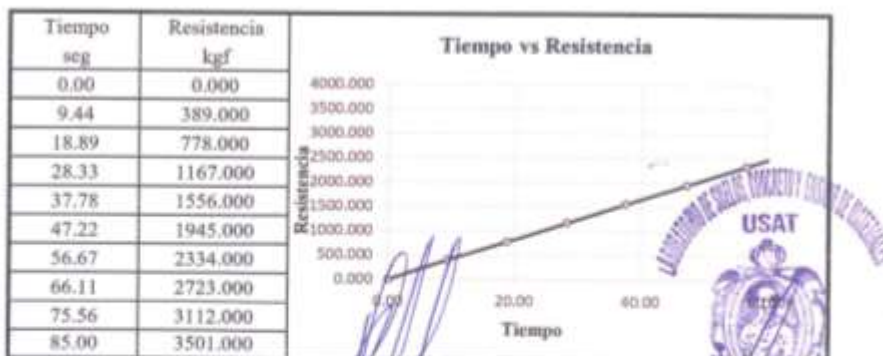
USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 5% (4%)



Henry Obilias
 Laboratorio USAT



TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 5.5% (4%)



Wilmer Neiser
 Ingeniero Civil
 Laboratorio USAT



TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



TESISTA : QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER
FACULTAD : FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS : "INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VIA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO"
UBICACIÓN : CHICLAYO, LAMBAYEQUE
ENSAYO : ESTABILIDAD Y FLUJO DE MARSHALL (MTC E 504)
TRÁFICO: : MEDIO - C.ASFALTICO 6% (4%)



Henry
R. Llanuñeyra
O'Hillos
Tec. Laboratorio
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

CONFORMIDAD DE ASESOR
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Chiclayo, 21 de mayo del 2025.

Señores

DOCENTE DE LA ASIGNATURA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE COORDINADOR DE TESIS
Escuela Profesional de Ingeniería Civil-USAT
Presente.

Le expreso mi saludo y en mi condición de asesor doy mi **CONFORMIDAD** a la tesis titulada: **“INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS POR PROCESO DE VÍA SECA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO”**

presentado por el estudiante **QUESQUÉN LIZA WILMER NEISER**

de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, de esta manera se cumple con uno de los requisitos para su pase a sustentación del informe de tesis de acuerdo con el art.32 de reglamento de elaboración y sustentación del trabajo de investigación para optar el título profesional.

Atentamente.



Ing. Luis Quiroz Quiñones
Docente Asesor