



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 RET para la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Chavez Bravo, Liz Sara (ORCID:0000-0002-0889-5844)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA-PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

A Dios , por toda las oportunidades que me abrió en el camino para desarrollar mi tesis , por brindarme salud y tener a mi familia a mi lado en armonía.

A mis padres por ser los pilares primordiales en mi existencia y formación, aconsejándome siempre en los buenos y malos momentos, ayudándome en todo lo que realmente necesito para culminar con mi carrera, a mis hermanos, Inés y José que siempre están presentes y que son mi fuente de inspiración para ser un buen ejemplo a seguir para ellos.

A mis tutores, por guiarme y ayudarme en este camino para lograr la culminación de este trabajo con mucho éxito. A mis compañeros de tesis y amigos de buen corazón que encontré en el camino para el desarrollo de mi tesis y por hacer de este viaje de éxitos una bonita experiencia.

A mis tíos, por confiar siempre en mí, mis abuelitos que los llevo en mi corazón y a mi abuelita margarita que me acompaña siempre desde su tierra natal, ella es mi ángel, lo más cercano a Dios.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo por la adecuada formación académica.

A mi asesor Mg. José Luis Benites Zuñiga por la guía y exigencia constante durante el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

A nuestros compañeros de trabajo y amistades por su apoyo, confianza y colaboración a lo largo de nuestro proyecto de investigación.

## ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I.INTRODUCCIÓN.....	13
II.MÉTODO.....	51
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	52
2.2. Operacionalización de variables.....	54
2.3 Población, muestra y muestreo.....	56
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	57
2.5 Procedimiento.....	59
2.6 Método de análisis de datos.....	61
2.7 Aspectos éticos.....	61
III.RESULTADOS.....	62
IV.DISCUSIÓN.....	115
V.CONCLUSIONES.....	119
VI.RECOMENDACIONES.....	121
REFERENCIAS.....	123
ANEXOS.....	130



## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Materiales concernientes a las muestras Bituminosas(MAB).	24
<i>Figura 2.</i> Fases y/o etapas del factor asfalto (MAB)	25
<i>Figura 3.</i> Comportamiento del Asfalto (Consistencia Vs. Temperatura)	27
<i>Figura 4.</i> Polímero Elvaloy 4170 Ret30	
<i>Figura 5.</i> Acido poli fosfórico y polímero elvaloy 4170 ret	35
<i>Figura 6.</i> Asfalto Pen 60/70 puesta en horno a 180° C	37
<i>Figura 7.</i> Incorporacion del polimero elvaloy 4170 ret	38
<i>Figura 8.</i> Batido de asfalto Pen 60/70, polímero Elvaloy 4170 Ret y Acido poli fosfórico.	41
<i>Figura 9.</i> Asfaltos modificados con diferentes % del polimero Elvaloy 4170	
<i>Figura 10.</i> Tamices graduadas	45
<i>Figura 11.</i> Mapa político del Perú	46
<i>Figura 12.</i> Mapa político del departamento de Lima	48
<i>Figura 13.</i> Cantera Carapongo	50
<i>Figura 14.</i> Agregados instalados en el laboratorio del MTC	51
<i>Figura 15.</i> Curva granulométrica	53
<i>Figura 16.</i> Adherencia de los agregados (Riedel Weber)	60
<i>Figura 17.</i> Porcentaje cemento asfáltico vs Peso específico	65
<i>Figura 18.</i> Porcentaje cemento asfáltico vs Estabilidad	67
<i>Figura 19.</i> Porcentaje cemento asfáltico vs V.M.A	68
<i>Figura 20.</i> Porcentaje cemento asfáltico vs % Vacíos	69
<i>Figura 21.</i> Porcentaje cemento asfáltico vs Flujo	70
<i>Figura 22.</i> Porcentaje cemento asfáltico vs Vacíos llenos con C	72
<i>Figura 23.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Peso Especifico	73
<i>Figura 24.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Estabilidad	75
<i>Figura 25.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.M.A %	76
<i>Figura 26.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs % VACIOS	77
<i>Figura 27.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Flujo	78
<i>Figura 28.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.LL.C.A	79
<i>Figura 29.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Peso Especifico	80

<i>Figura 30.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Estabilidad	81
<i>Figura 31.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.M.A	82
<i>Figura 32.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs % Vacios	83
<i>Figura 33.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Flujo	84
<i>Figura 34.</i> Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.LL.C.A	87

### Índice de tablas

<i>Tabla 1.</i> Selección del tipo de cemento asfaltico	26
<i>Tabla 2.</i> Especificaciones del cemento asfáltico modificado con polímeros	30
<i>Tabla 3.</i> Número de esferas según la masa de carga	24
<i>Tabla 4.</i> Clasificación de suelos de acuerdo al IP obtenido	25
<i>Tabla 5.</i> Tamices aberturas (mm)	28
<i>Tabla 6.</i> Requerimientos para los agregados gruesos	30
<i>Tabla 7.</i> Requerimiento para agregados finos	41
<i>Tabla 8.</i> Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)	43
<i>Tabla 9.</i> Especificaciones del cemento asfaltico por penetración	45
<i>Tabla 10.</i> Parámetros para el diseño de MAC	46
<i>Tabla 11.</i> Operacionalización de la variable independiente	48
<i>Tabla 12.</i> Operacionalización de la variable dependiente	50
<i>Tabla 13.</i> Muestra de ensayos	57
<i>Tabla 14.</i> Juicio de expertos	59
<i>Tabla 15.</i> Resumen para evaluación de expertos	60
<i>Tabla 16.</i> Tabla de confiabilidad	61
<i>Tabla 17.</i> Resultados de calidad de agregados gruesos	63
<i>Tabla 18.</i> Resultados de calidad de agregados finos	65
<i>Tabla 19.</i> Granulometría determinada	66
<i>Tabla 20.</i> Resultados de la calidad de asfalto convencional	67
<i>Tabla 21.</i> Resultados de la calidad de asfalto modificado	68
<i>Tabla 22.</i> Materiales para el diseño de MAC	69
<i>Tabla 23.</i> Dosificación de agregados para el diseño MAC	70
<i>Tabla 24.</i> Diseño de mezcla asfáltica convencional (4.0 % Asfalto)	71

<i>Tabla 25.</i> Diseño de mezcla asfáltica convencional (4.5 % Asfalto)	73
<i>Tabla 26.</i> Diseño de mezcla asfáltica convencional (5.0 % Asfalto)	74
<i>Tabla 27.</i> Diseño de mezcla asfáltica convencional (5.5 % Asfalto)	75
<i>Tabla 28.</i> Diseño de mezcla asfáltica convencional (6.0 % Asfalto)	78
<i>Tabla 29.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (4.0 % Asfalto)	79
<i>Tabla 30.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (4.5 % Asfalto)	80
<i>Tabla 31.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.0 % Asfalto)	81
<i>Tabla 32.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.5 % Asfalto)	83
<i>Tabla 33.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (6.0 % Asfalto)	85
<i>Tabla 34.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (4.5 % Asfalto)	86
<i>Tabla 35.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.0 % Asfalto)	88
<i>Tabla 36.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.5 % Asfalto)	89
<i>Tabla 37.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (6.0 % Asfalto)	90
<i>Tabla 38.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (6.5 % Asfalto)	93
<i>Tabla 39.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (4% Asfalto)	95
<i>Tabla 40.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (4.5% Asfalto)	100
<i>Tabla 41.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (5 % Asfalto)	102
<i>Tabla 42.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.5% Asfalto)	103
<i>Tabla 43.</i> Diseño de mezcla asfáltica modificado (6 % Asfalto)	104

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal determinar que de manera la incorporación de polímeros ELVALOY mejora el comportamiento mecánico con respecto al asfalto convencional para la Av. José Granda. La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, dado que el estudio de la mezcla asfáltica se realizó mediante el uso de los indicadores.

Se especifican el uso del asfalto PEN 60/70 y agregados provenientes de la cantera “Carapongo-Huachipa”, las cuales han sido ensayadas de acuerdo a procedimientos y especificaciones indicados en las normas EG-2013 y EM-2016.

Se obtuvo los resultados deseados ; al comparar los resultados obtenidos se determinó que la mezcla asfáltica modificada con polímero Elvaloy presentó mejores resultados en cuanto al porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo. La estabilidad de la mezcla asfáltica convencional fue 1421.4 kg mientras que la mezcla modificada con polímeros Elvaloy fue 1566.4 kg una diferencia. Es decir, que el modificado tiene la capacidad de resistir desplazamientos y deformaciones bajo tráficos pesados. En cuanto al porcentaje de vacíos se tuvo 4.1 mm para ambos casos, sin embargo en la mezcla modificada se puede observar en el comportamiento de la curva que este presenta mayor porcentaje de vacíos. En cuanto al flujo para el asfalto modificado nos dio 4.6mm y para el convencional 3.4 mm, demostrando que con el polímero incorporado este tiene un mejor flujo por lo tanto la mezcla tendrá un mejor desempeño ante cargas existentes.

Por lo tanto la incorporación de polímeros Elvaloy a la mezcla asfáltica convencional, mejora notablemente sus propiedades físicas y mecánicas, así disminuir fallas comunes en pavimentos flexibles producidos por los efectos del clima y tráficos de cargas pesadas.

Palabras clave. Mezcla Asfáltica, Polímero, Elvaloy 4170 Ret.

## ABSTRACT

The main objective of this research project is to determine that in a way the modification of ELVALOY polymers improves the mechanical behavior with respect to conventional asphalt for Av. José Granda. The present investigation had a quantitative approach, since the study of the asphalt mixture was carried out through the use of the indicators.

The use of PEN 60/70 asphalt and aggregates from the “Carapongo-Huachipa” quarry is specified, which have been tested according to procedures and specifications indicated in EG-2013 and EM-2016 standards.

The desired results were obtained; When comparing the results obtained, it was determined that the asphalt mixture modified with Elvaloy polymer has better results in terms of the percentage of voids, stability and flow. difference That is, the modified one has the ability to resist displacements and deformations under heavy traffic. As for the percentage of voids it had 4.1 mm for both cases, however in the modified mixture it can be observed in the behavior of the curve that this presents a greater percentage of voids. As for the flow for the modified asphalt, it gave us 4.6 mm and for the conventional 3.4 mm, demonstrating that with the incorporated polymer it has a better flow so that the mixture will have a better performance against loads.

Therefore, the flexibility of Elvaloy polymers to the conventional asphalt mixture, greatly improves their physical and mechanical properties, thus decreasing common failures in flexible pavements produced by the effects of weather and heavy load traffic.

Keywords: Asphalt Mix, Polymer, Elvaloy 4170 Ret.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **Realidad problemática**

A medida que pasa el tiempo las vías de tránsito, como lo son las carreteras, son más protagonistas del desarrollo de los distintos pueblos, comunidades y ciudades en todos los países del mundo, por ello se debe proveer la construcción de una buena carretera, así como el buen mantenimiento de la misma pasado los años.

Si mencionamos la red vial nacional en el Perú podemos rescatar los distintos problemas que se presentan tanto en las vías no pavimentadas como en las pavimentadas, ya que existen limitaciones en los mantenimientos de parte del personal técnico constructivo y de los sistemas convencionales que permanecen en el mercado, así como la inexistencia de materiales adecuados para la construcción de la carpeta asfáltica. Por otro lado, sabemos que el instituto encargado de la supervisión de la ejecución de los proyectos de carreteras debe de contar con un método en la cual verifique que la vía sea duradera y al mismo tiempo rentable para aminorar gastos y ampliar el tiempo de vida útil del pavimento, por ende, se empieza con la investigación de métodos que puedan mejorar la estabilización o el mejoramiento de la mezcla asfáltica.

Con respecto a lo anterior mencionado, se debe realizar un buen estudio de la zona a trabajar, para así evitar futuros daños en pavimentos asfálticos al mismo tiempo la accidentabilidad y la parte económica no se vea muy elevada. Por lo tanto en la Av. José Granda una de las principales avenidas del distrito de San Martín de Porres, presentan factores elevados de deterioro en la carpeta de rodadura, tales como los llamados pie de cocodrilo, grietas, nivel de severidad medio, nivel de severidad bajo, corrugaciones, etc. Por ello el presente proyecto se enfoca en mejorar la mezcla asfáltica modificada con polímero Elvaloy 4170 para más adelante analizar el grado de desempeño de ellas, tanto de la mezcla asfáltica convencional y modificada.

## **Antecedentes nacionales**

Cahuana y Limas (2018), en su tesis titulada “*Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con betutec ic + aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional*” de la Universidad San Martín de Porres, cuyo objetivo general fue: Analizar mediante la comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con Betutec IC + aditivo Warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional con el fin de aportar estabilidad a la carpeta asfáltica. Aplico la metodología de diseño que agrupa algunas características de los materiales así como el estudio de algunas propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, así como también la valoración de una vida útil de la carpeta asfáltica, su población es la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica modificada ya siendo incorporado en distintas proporciones el Betutec IC más el aditivo mencionado y su muestra son 24 briquetas obtenidas mediante el ensayo de Marshall y concluyo lo siguiente : Aumento la estabilidad, fluidez, densidad de los agregados minerales así como redujo los espacios vacíos de la mezcla asfáltica, lo cual le da más vida útil al pavimento en reacción hacia los agentes negativos que puedan dañar la carpeta asfáltica.

Carrizales (2015), en su tesis titulada “*Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles*” de la Universidad Nacional del Altiplano, cuyo objetivo general fue: dar a conocer la técnica de esta nueva adición de material reciclado de llanta en una mezcla asfáltica para pavimentos flexibles para mejorar el comportamiento físico-mecánico de este. Aplico la metodología cuantitativa ,su población está conformada tanto por la mezcla asfáltica convencional como por la mezcla asfáltica modificada cuyos agregados son extraídos del río Cabanillas ubicado en el departamento de Puno y concluyo lo siguiente: La adición de caucho reciclado no mejoró el comportamiento físico-mecánico que se tenía como objetivo por otro lado si redujo la contaminación ambiental ya que reutilizo el caucho que no producirá efectos contaminantes ya que no será quemado; sin embargo no logro mejorar el comportamiento físico-mecánico del asfalto. Por lo tanto sugiere visitar las plantas recicladoras de neumáticos para fomentar el uso de llantas recicladas.



Pereda y Cubas (2015) en su tesis titulada ***“Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales”*** de la Universidad Privada Antenor Orrego, cuyo objetivo general fue: plantear un ensayo de laboratorio que permita definir apropiadamente el comportamiento físico-mecánico de la mezclas asfáltica así como las ventajas económicas que tiene a diferencia de un asfalto convencional en donde se requiere de mucho presupuesto para poder realizar dichos procedimientos . Aplico la metodología cuantitativa, su población es la mezcla asfáltica convencional y modificada, su muestra son los ensayos a realizar según lo que se quiere obtener y se concluyó lo siguiente: Incrementación de la resistencia a la deformación plástica de una mezcla asfáltica convencional RC/70, siendo el asfalto modificado 37% más recuperable que el asfalto inalterado. Por otro lado también el uso del asfalto modificado aumenta el punto de ablandamiento provocando que el asfalto tenga un buen comportamiento expuesto a altas temperaturas en diferentes partes dl mundo. Por lo tanto recomienda aplicar este método para reducir los espesores de la capa de rodadura y capacitar al personal que ejecuta estos procedimientos para mejorarlos y hacerlo más óptimo.

Ibáñez (2015) en su tesis titulada ***“Uso de polímeros en un nuevo diseño para mejorar las propiedades físico – mecánicas del asfalto: contribución para el tramo de la carretera Chilete – Cajamarca ”*** de la Universidad Nacional de Cajamarca , cuyo objetivo general fue: Mejorar las propiedades físico – mecánicas del asfalto convencional con la incorporación del polímero Elvaloy® 4170 y ácido poli fosfórico, que puedan ser utilizados como alternativas en la carpeta asfáltica de la carretera Chilete –Cajamarca. Aplico la metodología experimental ya que puede manejar de una mejor forma sus variables mediante ensayos en el laboratorio, su muestra son las briquetas ensayadas y concluyo lo siguiente: El ensayo de penetración al asfalto convencional arrojo un PEN de 135mm y el modificado un PEN de 92mm; que cumple cuando se compara con la normatividad nacional vigente. Por lo tanto se recomienda hacer uso de este tipo de asfalto modificado ya que mejora la rigidez del asfalto y aminora el mantenimiento de las vías así como el costo de la producción del mismo. La mezcla modificada óptima de la investigación quedó constituida por 1.3 % de polímero Elvaloy® 4170, 0.08 % de A.P en el peso del asfalto convencional. Se recomienda lleven a la práctica estos resultados; es decir, confirmarlos mediante una fase de experimentación.

Navarro (2017) en su tesis titulada *“Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de pet”* de la Universidad Señor de Sipan, cuyo objetivo general fue: ejecutar el diseño de una mezcla asfáltica modificada con PET, que permita la Estabilidad y Flujo para pavimentos flexibles, evaluando la variación de esta mezcla asfáltica con la tradicional. Aplicó la metodología científica ya que el objetivo es adicionar las partículas de plástico llamado PET (origen las botellas) en una mezcla asfáltica y compararlo con una mezcla convencional. Su muestra son 3 briquetas que serán ensayadas para diferentes tipos de tránsito. Obtuvo los siguientes resultados: Influyó positivamente el uso de las partículas de plástico reciclable para un determinado flujo vehicular el cual puede ser para un tránsito liviano. Concluyo lo siguiente: Los ensayos realizados nos dara las proporciones de agregados que se deben de utilizar para una mezcla asfáltica, la aplicación del PET sirve para un determinado tránsito en la carpeta asfáltica. Por lo tanto recomienda no menospreciar el uso del PET, ya que contribuye a mejorar el medio ambiente en el que vivimos y fomenta el reciclaje así como aporta a la vida útil de la vía de tránsito.

#### **Antecedentes internacionales**

Moreira y Ortiz (2016), en su tesis titulada *“Análisis del mejoramiento de la mezcla asfáltica, modificada con polímero elastomérico de butadieno látex”* de la Universidad Tecnica de Ambato de Ecuador ,fijo como objetivo: Analizar el comportamiento de la mezcla asfáltica modificada con polímero elastomérico de butadieno látex. El tipo de investigación a ser utilizado en el presente proyecto es descriptivo, exploratorio y experimental ya que se trabajara con distintos porcentajes tanto de asfalto como de latex para obtener un resultado optimo en flujo y resistencia. Concluyo lo siguiente: Según los ensayos ejecutados en los laboratorios se tiene un notable progreso en las propiedades mecánicas como en la estabilidad y el flujo, por lo que se puede confirmar que los deterioros viales van a aminorarse con el uso de esta mezcla asfáltica adicionando látex, ya que se tiene como resultado una mayor estabilidad (mayor capacidad de soporte) y un flujo mayor (mayor deformación), esto permite a que no se fisure la vía. La mezcla modificada óptima de esta investigación experimental quedó constituida por 55% de agregado grueso, 45% de agregado fino, 5,5% de asfalto y 1,5% de látex. En el caso de asfalto más látex se recomienda no usar un porcentaje mayor que el 2% de látex, ni asfalto mayor que 6% debido a que disminuye la estabilidad considerablemente.

Lozano ,Zambrano y Ruiz (2015), en su tesis titulada “*Estudio de la incidencia del Elvaloy en las propiedades reológicas del concreto asfáltico y del asfalto de la planta de barrancabermeja*” de la Universidad Católica de Colombia, tiene como objetivo general: Investigar como modifica la aplicación del polímero Elvaloy, l as propiedades iniciales del concreto asfáltico que es obtenido de una industria de Barranca. Aplico la metodología experimental ya que desarrollara sus pruebas en el laboratorio para llegar a un resultado, su muestra es la mezcla asfáltica convencional. Concluyo lo siguiente: En el ensayo de penetración se tuvo como resultado que la aplicación del polímero izo que aminore la penetración a 25 grados centígrados, lo que quiere decir que el asfalto presenta una mayor consistencia a T° intermedias, en el ensayo de punto de ablandamiento este tiene como producto un óptimo punto de ablandamiento lo cual le da más resistencia a la carpeta asfáltica en ambientes tropicales, en el ensayo de ductibilidad , este se manifiesta bajo, lo que se traduce como imperfecto cuando hay variación de T°, en el ensayo de recuperación elástica por torsión, se obtuvo más de lo que se requiere, en el ensayo de adhesividad de los ligantes bituminosos, se tuvo como resultado una mejor adherencia con el polímero, por consiguiente no habrá penetración del agua a la carpeta asfáltica. Por lo tanto se recomienda del polímero Elvaloy en zonas donde exista mucho los cambios de temperatura.

Vega (2016), en la tesis titulada “*Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico*” de la Universidad Técnica de Ambato, tiene como objetivo principal: la especificación del uso del procedimiento en seco para la obtención del asfalto modificado con partículas de caucho reciclado de neumáticos. La metodología fue del tipo aplicada, ya que los resultados óptimos que resulten se aplicaran en el uso cotidiano, su población y muestra son 15 muestras ensayadas con asfalto convencional y 45 muestras ensayadas con el caucho reciclado. Concluyo lo siguiente: El uso de las partículas de caucho reciclado aminora la contaminación al medio ambiente ya que estas demoran en desintegrarse mucho tiempo, mejora significativamente el costo de la obtención de una mezcla asfáltica modificada con este tipo de elemento ya que los neumáticos reciclados se pueden conseguir en plantas recicladoras por un bajo costo, no se requiere de un tamaño definido del caucho reciclado a usarse, en los resultados de los ensayos Marshall se observa que la estabilidad está en caída mientras que el volumen de vacíos está en crecida.

Meneses y Páez (2017), en la tesis titulada “**Mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento a partir del uso y modificación de una mezcla drenante aplicado a vías rurales**” de la Universidad distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, tiene como objetivo principal: Evaluar la probabilidad de adaptar una mezcla asfáltica permeable como elemento estructural del pavimento flexible, mediante ensayos experimentales, para optimizar su resistencia, sin involucrar sus propiedades de permeabilidad de acuerdo con el capítulo 4 de la norma INV- 453–13 y la norma INV. E450-13. Aplico la metodología experimental ya que se realizaron ensayos en los laboratorios especializados para demostrar las hipótesis planteadas. Su población son 36 briquetas. Concluyó lo siguiente: La estabilidad de las mezclas permeables modificadas fue optimizada entre un 40% y 50% con respecto a la mezcla de control. La granulometría según el método Bailey fue la que obtuvo resultados más favorables en cuanto a esta variable, sin embargo el acomodamiento de partículas que se realiza con este método, a pesar de que redujo los vacíos de la mezcla en un 15%, no afectó la capacidad de drenaje, toda vez que cumplió con la prueba de permeabilidad. Al evaluar la relación estabilidad/flujo, ninguno de los especímenes cumplió con los requerimientos mínimos exigidos por la norma, causando que aún no se apruebe el uso de la mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento.

Contreras y Delgado (2017), en la tesis titulada “*Análisis costo-beneficio basado en el ciclo de vida útil de mezclas de asfalto modificado con polvo de caucho en la capa de rodadura*” de la Escuela superior politécnica del litoral en Guayaquil, tiene como objetivo principal: Proponer el asfalto modificado con caucho como una alternativa potencial de aditivación del ligante asfáltico para maximizar el desempeño de la capa de rodadura. Su población y muestra son las briquetas que se realizaran en el laboratorio. Sus conclusiones son: Las propiedades físicas no son incidentes en el comportamiento del pavimento, ya que las propiedades resultan similares ya sea un asfalto convencional o modificado. Por lo que se hace necesario revisar los resultados de las propiedades reológicas de la mezcla. En otros países aledaños el caucho ha ayudado a mejorar algunos problemas de ahuellamiento y fatiga. Este último mencionado, es el problema mayor que manifiestan las calzadas de las vías del pavimento flexible en el Ecuador. Al no cumplir con el periodo de diseño, se nota que la capa de rodadura carece de la resistencia necesaria para soportar el tráfico para el cual fue diseñado, por lo que se ve necesario mejorar la calidad de la mezcla en los criterios de fatiga sin llegar a afectar el módulo de rigidez.

## Antecedentes en ingles

Kotek y Florkova (2016), in the thesis to obtain the title of civil engineer “*Comparison of the Skid Resistance at Different Asphalt Pavement Surfaces over Time*” (“*Comparación de la resistencia al deslizamiento en diferentes superficies de pavimento de asfalto a lo largo del tiempo*”). The present thesis arose due to the problem of various faults found in pavements or roads at a national level and that the main characteristic that the entire pavement must have the slip resistance and not rise with the same Friction of the folder causing accidents to occur. Therefore, the main objective of the present investigation is to analyze all the parameters that influence the resistance to sliding on the base of traffic, loads and all laboratory tests to perform and analyze their resistance. Finally, I come to the conclusion that slip resistance is one of the most important issues and a characteristic of the fundamental characteristics of the information.

Pittman (2018), in the thesis entitled “*Isolated or coupled oxidative, moisture, and freeze-thaw effects on warm mix asphalt*” of the Mississippi State University has as purpose, reduce the use of fuels and reduce emissions from asphalt plants, as well as generate a more reliable and comfortable working environment. It has obtained the following results, the process of producing and applying the WMA has already become very common in the United States, which has given rise to a wide variety of additives and hot asphalt mixing processes that are normally classified into three scales of technologies. Hot mix (WMT): 1)foaming, 2) chemical additives and 3) organic wax additives. Según el autor con la presente investigación busca generar un impacto positivo no solo en la producción de una mezcla asfáltica a temperaturas bajas si no también generar un ambiente de trabajo más seguro y eficaz para los colaboradores, ya que al no trabajar con las temperaturas elevadas usuales se puede admitir una cobertura tolerable de agregados, trabajabilidad de la mezcla asfáltica y niveles de compactación a temperaturas menores de producción y construcción; así como también se puede aprovechar para expandir distancias largas de transporte, reforzar una compactación conveniente en la producción usual de HMA y expandir la temporada de pavimentación en climas más fríos.

Mazumder (2016), in the thesis entitled “*Performance properties of polymer modified asphalt (pma) binders containing wax additives*” of Texas State University has as purpose, indicate an experimental estimate of the rheological properties of the control and the binders of the polymer-modified asphalts (PMA) containing the wax additives and the complete differences between these types of binders. It has obtained the following results, To inspect the performance properties of the control and the PMA binders with the wax additives, hot PMA binders were produced using two wax additives, LEADCAP and Sasobit, artificially aged medium and long term in the laboratory several Superpave binder tests were carried out using the rotational viscometer, the DSR and the BBR to determine various properties (viscosity, furrow formation, fatigue cracking and cracking at a lower temperature) of the binders. Según el autor con la presente investigación pretende realizar una estimación mediante pruebas experimentales de las propiedades reológicas de aquellos agentes y los polímeros presentes en la mezcla asfáltica en los que se ha adicionado aditivos de cera.

Hellwig y Karri (2015), in the thesis entitled “*Comparing rubber modified asphalt to conventional asphalt*” of the Chalmers University of Technology has as purpose, compare conventional asphalt with modified asphalt (RMA), as well as analyze if this would also have the same behavior on Swedish roads, taking into account the different types of climates and the use of studded tires during the winter. It has obtained the following results, On the E6 in Gothenburg, located in climatic zone 2, the asphalt with polymers presents a better behavior unlike conventional asphalt. finally the wear of a million wheel steps was calculated to compare it with the previous traffic. Según el autor con la presente investigación tuvo como finalidad el análisis del estado actual de los pavimentos los cuales en la producción correspondiente se le adiciono caucho, así como también teniendo en cuenta el factor clima de Suecia, para en un futuro realizar análisis progresivos. Por otro lado es importante evaluar el impacto ambiental que produce la producción de mezclas asfálticas modificadas con caucho ya que no son tan altos a diferencia de la realización de asfaltos convencionales.

Kader (2017) in the thesis entitled “*Engineering properties of bituminous mixture using kaolin as a modifier*” of the University Technology Malaysia has as objective, investigate the effects caused by kaolin as a Modifier to modify the bitumen for an asphalt folder as well as specify the properties of modified bitumen with different percentages of kaolin. Conclusions: The research focused on both the physical and rheological properties of the modified asphalt mixtures, for which bitumen samples PEN 80/90 and 80/100 were used, Kaolin is a novel modifier for bitumen modification. Different percentages of kaolin were blended with the bitumen tales such as two, four, six, eight, ten and twelve percent in the weight of bitumen , pressure-proof aging vessel and dynamic rheometer test. The Marshall test was carried out to determine the optimum mixing ratio of the kaolin with the modified PEN 80/100. There is a significant result in the execution of tracks in rainy seasons with unfavorable weather conditions. The durability and densification of a layer under repetitive operations are found in the useful life of the bituminous asphalt binder. Según el autor en la presente invstigacion tiene como propósito realizar una asfalto modificado con Kaolin (mineral de arcilla) un modificador novedoso y que puede proporcionar diferentes propiedades resistentes a la mezcla asfáltica convencional.

### **Artículos científicos**

López, et al.(2016).En el artículo “Estudio de mezclas asfálticas templadas con emulsión super- estabilizada” de la Revista ingeniería de construcción, tiene como objetivo analizar la conducta del mezclado y de la compactación de mezclas *MAT* que se elaborara con emulsiones re-estabilizadas y estudiara sus propiedades mecánicas respecto de una mezcla *MAC*. Para el análisis de la elaboración del mezclado y compactación respectiva se realizó el ensayo Marshall. Se estimó las propiedades volumétricas como densidad y porcentaje de vacíos para un buen estudio. Se concluye lo siguiente: Hacer uso del compactador por impacto para densificar las mezclas asfálticas amonadas con emulsiones re-estabilizadas no permitió lograr llegar a las propiedades volumétricas que se logran con una mezcla asfáltica en caliente convencional. La resistencia de la mezcla asfáltica amonada con emulsión re-estabilizada, tuvo como resultado un menor desempeño que el asfalto en caliente y esto se explica por disminución de la temperatura de mezclado lo que acarrea un bajo envejecimiento inicial del asfalto. Según los autores, el propósito del articulo tiene como fin analizar las mezclas asfálticas amonadas con emulsiones super-estabilizadas para mejorar el comportamiento de las propiedades de una mezcla asfáltica.

Yung, et al.(2016). En el artículo “Evaluación del desgaste por abrasión de una mezcla drenante modificada con residuo de llanta triturada (GCR)” de la Revista Tecnura que tiene como objetivo, evaluar la resistencia al desgaste por abrasión, la resistencia bajo carga monotónica y la rigidez bajo carga cíclica que mejora una mezcla asfáltica drenante cuando es modificada por humedad con un sobrante de llanta molida GCR. Las conclusiones fueron: Al agregar el GCR por vía húmeda el cemento asfáltico aumento su rigidez y viscosidad. Al modificar con GCR aumenta la resistencia bajo una carga monotónica y también aumenta la rigidez bajo una carga cíclica de una mezcla drenante. Se obtuvo un buen comportamiento de la mezcla asfáltica cuando se utilizó c.a= 4.5 porcentaje en peso, gcr/ca=17 porcentaje en peso, temperatura de mezcla entre el asfalto y el gcr por vía húmeda de 170 grados y temperatura de mezcla entre el asfalto modificado y el agregado pétreo de 170 grados, con 160 grados de compactación. Según los autores del presente artículo tiene como fin propio estudiar y evaluar las resistencias de una mezcla asfáltica modificada por vía húmeda mediante los ensayos de Marshall, cantabro y ensayo de modulo re silente bajo cargas que son monotónicas.

Bustos et al.(2018). En el artículo “Fundamentos micro y macroscópicos de la modificación del asfalto convencional con polímeros: una revisión” de la Revista Inventum que tiene como objetivo, presentar los beneficios de incorporar los diversos polímeros para la modificación de una mezcla asfáltica así como dar a conocer las propiedades tanto físicas como mecánicas de estos. Concluyendo lo siguiente: el incorporar polímeros a una mezcla asfáltica convencional mejora el desempeño de sus propiedades teniendo algunas limitaciones en temperaturas y cargas. Mejorar las estrategias del uso de polímeros para aumentar el utilidad de los asfaltos. Cuando las modificaciones en los asfaltos se realizan individualmente se producen mejoras puntuales en las mezclas asfálticas modificadas. El desempeño de la carpeta asfáltica también dependerá de las características que presente el polímero a utilizarse. Por otro lado, para obtener un avance mejor y paralelo en las propiedades del asfalto se debe usar más de dos polímeros con características tales que permitan este objetivo, para así poder aplicarlos en temperaturas más cálidas o tropicales. Los autores de este artículo tiene como fin demostrar que el adicionar polímeros ya sean monótonos, binarios o múltiples, mejorar efectivamente el comportamiento de una mezcla asfáltica modificada ante el sometimiento de fuerzas como lo son las cargas de tránsito, ofreciendo un mejor desempeño.



Saeed y Karim. (2017). In his article "Performance evaluation of stone mastic asphalt and hot mix asphalt mixtures containing recycled concrete aggregate" in *Advances in Materials Science and Engineering*. This article the application of waste recycling of materials in the construction sector. Therefore not to generate an unfavorable impact is that the reuse of waste is required, the aggregate of recycled concrete (RCA) is produced by the grinding of concrete structures such as bridges, foundations and these could be used as subbase material in pavements. Said materials they are mostly organized according to their resources such as industrial byproducts (steel slag and coal ash), crushed by-products (concrete, tiles and bricks) and by-products of pavements such as RAP (recycled asphalt pavements) or RCP (recycled concrete pavements). Concludes the following: The application of excess asphalt cements in the upper part of the RCA can increase the absorption of the bitumen in the asphalt mixtures and reduce the adhesion between RCA and the binder. Los autores del presente artículo tienen como fin establecer el uso de concreto reciclado (RCA) para no generar un impacto desfavorable en el medio ambiente y sea una opción más favorable para las nuevas estructuras de una mezcla asfáltica.

Rondón et al.(2015). In his article "Behavior of a warm mix asphalt using a chemical additive to foam the asphalt binder" in *Advances in Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. The article indicates that one of the main outstanding capabilities of using warm asphalt mixtures (WMA) are for the environment as well as advantages in the economic and technical aspects. This article will evaluate the outcome of an empirical phase carried out in order to contrast the behavior that has a WMA mix unlike a conventional hot dense mixture. Concludes the following: Applying a lower content of additive (husil-ac = 1 percent), the changes occur in the rigidity and the PG rises to higher temperatures. In the development of compaction, it can be observed that there is greater workability and high rigidity of the binder, applying WMA technology allows to reduce fuel consumption, so it is emitted in smaller quantities in factories. Los autores del presente artículo tienen como objetivo la aplicación del aditivo químico para generar espuma en la mezcla aglutinante y mejorarlas propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica convencional, así como favorecer al medio ambiente con un menor uso de combustibles para su generación.

## **Teorías relacionadas al tema**

### **Asfalto**

Según Reyes, el asfalto tiene la apariencia oscura y muy importante al combinarlo con los agregados seleccionados para la carpeta asfáltica. Al aumentar la temperatura se toma una textura más líquida y suave y firme.(2003, p.45).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones afirma que: el asfalto está conformado por betunes que tiene como raíz natural y que esta obtenida de la refinación del petróleo, por lo que puede decirse que la naturaleza de estos componentes son en su mayoría de origen natural, los cuales serán modificados posteriormente.(2013 pág. 735).

Según Real sociedad española de química: todos los conceptos encontrados sobre el asfalto se podría decir que por medio de dos formas lo podemos encontrar las cuales una de ellas es en etapa natural y la otra por medio de la purificación del petróleo que es la más utilizada para la utilización de pavimentos flexibles en donde da una mejor simplicidad de transportes con muchas más excelencias. (2003 pág. 43)

#### **a) Producción del asfalto**

Según Wess, menciona que el asfalto se produce por medio de destilación no destructiva del petróleo bruto durante el proceso de refinado. La producción del asfalto esta diagnosticada por las especificaciones de utilidad tales como el asfalto para pavimentación y para techado. (2004, p.47).

Según la Coordinación del programa de cambio climático. Menciona que en el proceso de fabricación de asfalto y durante la ejecución de revestimiento de las carreteras existen emisiones de COVDM, así como también exposición de estos. (2002, p.97).

Según Espinoza, menciona que para la producción del asfalto existen plantas de asfalto con un alto o un bajo recorrido, que pueden ser más factibles en la parte operacional, óptima en la producción y más fácil de transportar. (2016, p.172).

## Composición química del asfalto

Según Asopac menciona que dando a conocer que el asfalto gracias a su composición química de los asfaltemos obtendremos una gran trabajabilidad por la dureza con el fin de poder soportar todo tipo de cargas en el pavimento. (2004,p. 10).

Según Rondón y Reyes, la composición química inicial de un asfalto base es muy importante para investigar el comportamiento que pueden tener los ligantes modificados, para así también saber los polímeros compatibles a usar.(2015,p.58)

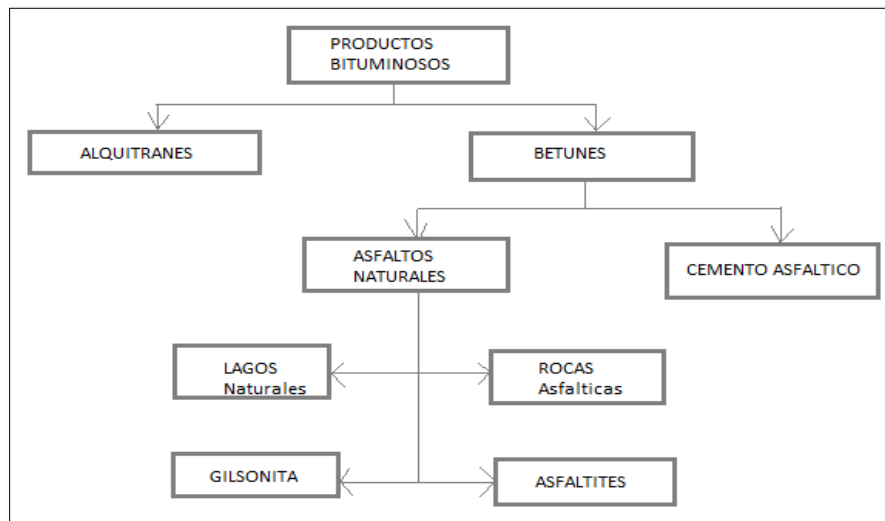


Figura 1. Materiales concernientes a las muestras Bituminosas(MAB).

Fuente: Propia

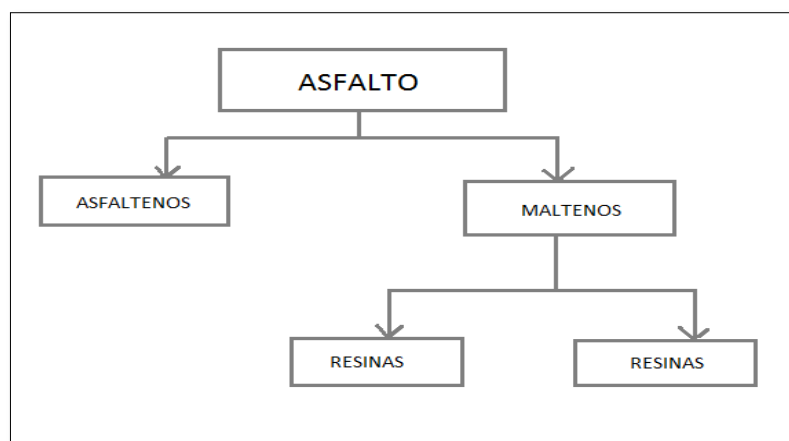


Figura 2. Fases y/o etapas del factor asfalto (MAB)

Fuente: Propia

## a. Propiedades físicas del asfalto

### 1) Durabilidad

Según Espinoza, la durabilidad de la carpeta asfáltica depende de la calidad del asfalto y ello depende de la calidad de los materiales tales como la granulometría, la limpieza de los mismos y el porcentaje de cada uno de ellos. (2016, p.179)

Es una de las características principales que asegura la permanencia de las propiedades físico mecánicas a través del tiempo.

### 2) Adhesión y cohesión

Según Fajardo, los agregados deben de adherirse al asfalto de una forma óptima para que puedan trabajar con éxito ante una carga determinada y la cohesión es la competitividad del asfalto para mantener fijo a los agregados en la carpeta asfáltica. (2014, p.11).

### 3) Susceptibilidad a la temperatura

Según D'Addario, los asfaltos tipos gel tiene baja susceptibilidad a los cambios de temperatura a diferencia de los asfaltos modificados, que a la temperatura elevada presenta una consistencia pastosa, lo que provoca que se pueda extender con simplicidad. (2010, p.125).

Un asfalto mientras más baja sea su temperatura, su viscosidad será más alta por lo tanto se pondrá más dura, pero si aumenta la temperatura, tenderá a volverse más blando. Por ende es importante que el asfalto sea lo suficientemente fluido a temperaturas altas como para que pueda mezclarse bien con los agregados y al estar listos puedan desplazarse bien en la compactación para que puedan convertirse lo óptimamente viscoso a una temperatura ambiente manteniendo juntas las partículas del agregado. Ver figura 03:

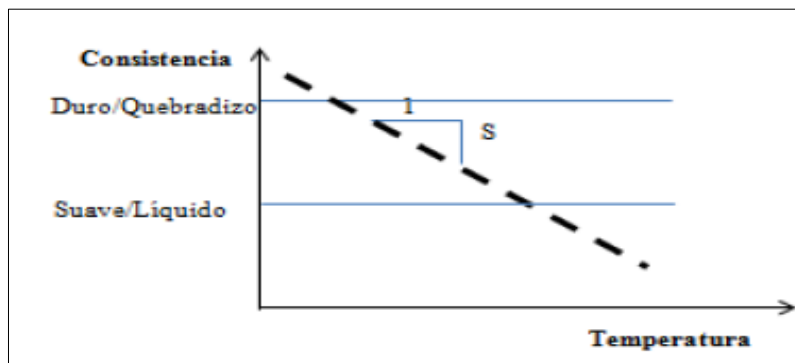


Figura 3. Comportamiento del Asfalto (Consistencia Vs. Temperatura)

Fuente: Propia

#### 4) Endurecimiento y envejecimiento

Según Reyes y Rondón, el endurecimiento es la propiedad que va a permitir que los agregados y el asfalto presenten resistencia ante agentes externos y el envejecimiento del asfalto estará directamente relacionado al bajo porcentaje de vacíos y al grado de consistencia. (2015, p.78).

#### Selección del tipo de cemento

Para elegir un tipo de cemento asfáltico, este debe estar en base al tipo de clima del lugar. En la presente investigación el asfalto modificado está proyectado a aplicarse en la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres.

**Tabla 1.** Selección del tipo de cemento asfáltico

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

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

#### b. Clasificación

Según al American Society for Testing and Materials (ASTM), la clasificación de asfaltos se dan en tres grupos y son las siguientes:

- 1) **Asfalto líquido:** Se conciben así por que están conformados y modelados por su misma característica líquida así como por solventes hidrocarbonados ubicados en variadas clases de destilación y a su vez estas abastecen distintos tiempos de corte y curado. Los curados más usados pueden ser el curado medio-rápido y el uso de emulsiones asfálticas convencionales modificadas con distintos polímeros según el mercado.
- 2) **Cemento asfáltico :** Se le llama así por que se utilizan proyectos viales y también por que tienen propiedades dúctiles a temperaturas ambiente y se clasifican en 2 clases:

-Por firmeza, según al grado de penetración a la que es sometido y también por su viscosidad.

-Por penetración a 25°C, recomendado para el desarrollo de los proyectos viales como son autopistas, carreteras, etc. Entre las propiedades de esta clase de cemento asfáltico se tiene su flexibilidad, durabilidad e impermeabilización.

- 3) **Emulsiones asfálticas:** Se le denomina como un derivado del cemento asfáltico que se encuentra mezclado con materiales hidricos (H<sub>2</sub>O) emulsificantes.

### **Polímeros**

Según APQUA, define que los polímeros están formados por un alto peso molecular compuesto por varias unidades químicas llamadas monómero que a su vez están unidas una tras otra. (1994, p.31).

Según Martínez define que “Todo monómero debe tener dos o más sitios de enlace, los cuales representan su funcionalidad; dependiendo de ésta, los monómeros que constituyen al polímero serán lineales o ramificados.” (1983, p.18).

Por lo tanto para distinguir la funcionabilidad del monómero esta debe de tener más de dos conexiones y deberán clasificarse en ramificados o lineales.

Según Beltrán y Marcilla definen que “Dependiendo de su origen los polímeros pueden ser naturales o sintéticos. Los sintéticos contienen normalmente entre uno y tres tipos diferentes de unidades que se repiten, mientras que los naturales o biopolímeros (como la celulosa, el ADN o las proteínas) presentan estructuras mucho más complejas. ” (2012, p.17).

Los polímeros naturales pueden encontrarse en algunos elementos cotidianos implantados dentro de nuestro organismo como el ADN, celulosa, entre otros, su composición es más elaborada.

Según Canavarolo, los polímeros son grandes moléculas que están compuestas por una o distintas unidades químicas denominadas monómeros que se repiten a lo largo de una cadena y en función a ello los polímeros se clasifican e homopolímero, copolímero que a su vez se clasifica en elastómero y plastómero.(2002,p.5).

## **Elastómeros**

Según Hermida, los elastómeros que también se les conoce como caucho o hules, se comportan térmicamente ya que pueden cambiar a un estado termo rígido según su estructura sea lineal o reticulada. Se dice que dicho polímero es capaz de deformarse más del 300 por ciento y ello es posible a que sus cadenas de gran longitud se encuentran enrolladas y cuando se aplican esfuerzos para estirarlas estas se desenredan. (2011, p.18).

Los polímeros más usados para las modificaciones de mezclas asfálticas son los elastómeros que una vez tensados y dejando de tensar, pueden volver a su posición original, por lo que son denominados elásticos y se clasifican en:

### a) Polímeros Naturales

Según Seymour menciona que: no existe alguna diferencia física en el comportamiento; los ensayos realizados aplicados a los polímeros sintéticos son los mismos que se aplican a los polímeros naturales, haciéndolos similares en el comportamiento que desempeñen. (2002, p. 181).

### b) Polímeros sintéticos

Según Gillespie, menciona que un polímero sintético se encuentra en casi cualquier objeto del día a día, tales como zapatos, tazas, maletas, teléfonos, mesas, sillas, entre otros. (1990, p.997).

### c) Polímeros Artificiales

Según Cabrerizo, et al, los polímeros artificiales existen en una gran variedad que va a depender del tipo de sustancia elegida y del proceso de unificación, lo que usualmente son procedentes del petróleo (2008, p.248).

Por otro lado se encuentran los plastómeros, que tienden a no volver a su estado inicial al tensarse y sobrepasarse la tensión de fluencia entre ellos se encuentran el EVA, Polietileno (óptima resistencia a la tracción y térmica), Polipropileno y el Poliestireno.

## **Plastómeros**

Según Matteini y Moles, los plastómeros son polímeros que sometidos a fuerzas de tracción en un inicio padecen de alargamientos reversibles y proporcionales a los esfuerzos, no obstante en un tiempo determinado el alargamiento se incrementa notablemente y queda fijo continuamente. (200, p. 482).

## **Asfalto modificado**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones asegura que: el asfalto modificado presenta una consistencia muy firme ya que se le adiciona al asfalto convencional los polímeros necesarios para que este responda mejor y las características puedan ser más óptimas a las usuales.(2013, p.367).

Según Infante y Reyes, mencionan que el asfalto modificado presenta mayores puntos de ablandamiento que un asfalto convencional por lo que se traslada de un estado sólido a un estado fluido.(2008,p.45).

Según Zanni, menciona a la hora de fijar un determinado asfalto modificado, recomienda hacer unas comparaciones en la elasticidad de dicho polímero a aplicarse así como el endurecimiento que este pueda aportar, y por último el costo que va a generar dicha aplicación.(2008,p.158).

## **Principales modificadores usados en el cemento asfáltico**

A raíz de diferentes daños que aparecen por los cambios climáticos, agentes químicos y sobre todo la exposición de cargas continuas que tiene una carpeta asfáltica es que se ha desarrollado a lo largos de estos años nuevas investigaciones referente al rubro que han descubierto novedosos materiales que aportan a optimizar el desempeño de una capa asfáltica.

### **a) Polímero SBS**

Según Ruiz, el polímero Estireno Butadieno Estireno (SBS) es un modelo modificador que incrementa el desempeño de las propiedades de una mezcla asfáltica convencional tanto en altas temperaturas como en bajas temperaturas, se encuentra formado por bloques de estireno en elastómeros radiales, que suelen ser usados en su mayoría en carpetas asfálticas de distintos alturas. (2010 pág. 39)

### **b) Elvaloy 4170 Ret**

Según Ibañez, es un tipo de Terpolimero Elastomérico Reactivo de Etileno (RET) material relativamente reciente diseñado exclusivamente para modificar un asfalto. En 1988 las compañías Chevron y DuPont se unieron para crear este polímero que modificaría el asfalto. (2015,p.30).



Según Zofka, el Elvaloy 4170 es un tipo de polímero que ha sido diseñado para mezclas modificadas en caliente así como también para modificar emulsiones. A dicho polímero se le adiciona ácido polifosfórico que funciona como un catalizador. Por otro lado el Elvaloy genera un gran desempeño ante un alto tránsito y una elevada durabilidad a diferencia de un asfalto convencional. (2013, p.18)



*Figura 4. Polímero Elvaloy 4170 Ret*

Fuente: Propia

c) Látex

Según Jácome y Vázquez, el latex es un tipo de modificador elastómero que incrementa las competencias de la mezcla asfáltica a menores temperaturas, por ellos se hace uso de este polímero cuando se quiere ejecutar un pavimento ubicado en lugares de temperaturas muy bajas. (2013 pág. 28)

d) Polímero EVA

Según Paucar, EVA es un tipo de polímero modificador que incrementa la resistencia de mezclas asfálticas, aminora la susceptibilidad térmica, presenta un mejor desempeño a temperaturas elevadas y es moldeable a menores temperaturas, lo que favorece a la estructura de un pavimento. (2013, p. 27).

e) Polímero PVC

Según Mendizábal y López, el pvc es la unión química de carbono, hidrógeno y cloro. Dicho polímero sometido a calor se vuelve muy flexible y puede tomar forma con facilidad, sin embargo al enfriarse vuelve a su consistencia inicial y adquiere una nueva forma y es duradero. (2015, p.42).

## **Ventajas del polimero Elvaloy 4170 Ret**

Salazar (2007), en su estudio “Evaluación de asfaltos modificados en laboratorio con distintos polímeros” ensayados en la Unidad de Investigación del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica, confirma que el Elvaloy Ret es el que mejor desempeño presenta frente a otros modificadores usados como el latex, sbs, Eastman, negro humo y asfaltita.

Una de las mayores ventajas del Polímero Elvaloy son las deformaciones elásticas ya que están muy por encima de otros polímeros, en cuanto asfalto modificado el Elvaloy le proporcione un 76% de recuperación elástica lineal 25°C y 40.8 % a 5 °C , al asfalto modificado.

Según Songhan Plastic Technology Co, “El asfalto modificado con polímero Elvaloy 4170 Ret resultante es muy estable y puede almacenarse durante períodos prolongados. ” (2003,p.2).

La estabilidad que se obtuvo como resultado del ensayo Marshall, fue de 1566.4 kg lo que aportará a que la carpeta asfáltica diseñada con la adición de este polímero pueda tener un mejor desempeño bajo ciertas cargas.

## **Desventajas del Polimero Elvaloy 4170 Ret**

Según Songhan Plastic Technology Co, menciona que el “Polimero Elvaloy 4170 RET es el más químicamente reactivo de los termopolímeros fabricados”.

El polímero Elvaloy al ser uno de los productos más reactivos, prevee la realización de ensayos químicos para ver el grado de inflamación que pueda provocar ante el contacto con otros productos y así evitar posibles accidentes.

Por la composición química del polímero es recomendable trabajar con vestimenta y equipos de seguridad necesarios para no tener accidentes , así como también ser precavidos con el alto fuego que pueda estar presente.

### **Ácido poli fosfórico**

Según Vichem, es un tipo de Catalizador, la obtención de un ácido poli fosfórico se da cuando igual o mayor a dos moléculas de ácido ortofosforico se juntan por condensación para conformar moléculas más grandes, de las cuales se excluye el H<sub>2</sub>O. Por otro lado este ácido también puede resultar de la deshidratación de una cantidad considerable de ácido fosfórico. (2002,p.1).

### **Función de catalizador**

Según Astruc, es un composición que posibilita una reacción química que usualmente no se visualiza sin la presencia de este. Por otro lado este compuesto permite modificar el recorrido de una reacción como puede ser acelerar o retardar.(2003,p.349).

### **Procedimiento de modificación**

Según Vachhania y Mishra la Preparación de modificados aglutinantes obedece los siguientes pasos:

A un recipiente metálico de capacidad de 1,5 litros, alrededor de 500 g el betún se calentó a estado líquido. La mezcla se realizó en el centro de investigación utilizando un pollo de engorde equipado con un agitador mecánico y pivotado a 1550 rpm para mezclar el betún y los modificadores. Para la preparación de mezclas de betún VG30 se calentó a una temperatura de 180° c. A él Elvaloy® 4170 (terpolímero de etileno reactivo) se agregaron al betún pellets blancos (1.5, 1.8 y 2%) para mezclar durante 80-90 min para hacer una mezcla homogénea (2014, p.4208).

En la investigación realizada para el proceso de aplicación se requirió los productos mencionados y lo único que se adaptó específicamente fue un equipo con un agitador mecánico que cumpla con 155 rpm para que el polímero pueda diluirse y mezclarse óptimamente con el betún VG30 a una temperatura de 180 ° c, los porcentajes del polímero son los propuestos por dicha investigación.

#### **a) Requisitos generales**

Para realizar la modificación del asfalto convencional Pen 60/70, en general se cumplió el siguiente proceso:

- 1) Temperatura de disolución y mezclado: La temperatura con la que se trabajó fue de  $180^{\circ}\text{C}$ , la cual permitió que el polímero tenga una óptima disolución con el asfalto, ambos finalmente en estado líquido, ya que el catalizador (Ácido polifosfórico) ya se encontraba en este estado.



Figura 5. Ácido polifosfórico y polímero Elvaloy 4170 ret

Fuente: Propia



Figura 6. Asfalto Pen 60/70 puesta en horno a  $180^{\circ}\text{C}$

Fuente: Propia

- 2) Equipo: El equipo con el que se contó para realizar una óptima mezcla fue adecuado con un sistema de velocidades y temperatura, para que el polímero incrementado pueda disolverse eficientemente.

#### **b) Compatibilidad de Polímeros**

Según Ibañez (2015), para modificar un asfalto se debe saber que tanto es compatible el asfalto con el polímero, para que puedan mezclarse óptimamente. Se menciona que estos son compatibles cuando la heterogeneidad no se puede visualizar al instante, los asfaltos que posean pequeños porcentajes de resinas y aromáticas serán los de mayor compatibilidad ya que esto permitirán una mejor disolución.

Para que el asfalto modificado tenga un comportamiento óptimo, se debe elegir un asfalto base bueno, la dosificación y un buen almacenaje del producto. El polímero Elvaloy Ret 4170 Ret no requiere molerse como en otros casos, ya vienen empaquetados listos para mezclarse con la agitación respectiva a una temperatura adecuada (180°C). Se puede observar visualmente la calidad de la mezcla modificada.

**c) Especificaciones requeridas para asfaltos modificados**

Según la EG, un asfalto modificado es un material bituminoso aglomerante, de consistencia sólida al cual se le adiciona un polímero para mejorar sus propiedades visco-elásticas, utilizados para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente. (2013, p.691).

Para realizar la modificación de un asfalto determinado se debe de cumplir lo especificado en la siguiente tabla, establecido por la NTP 3 149:2014, pag 8 de 8.

**Tabla2.** Especificaciones del cemento asfáltico modificado con polímeros

Ensayos	IV - A		IV - B		IV - C		IV - D		IV - E		IV - F	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
<b>Pruebas en producto original</b>												
Penetración, 25 °C, 100 g, 5 s; dmm	90		75		65		50		50		35	
Viscosidad, 60 °C, 1 s <sup>-1</sup> ; poise (1)	1250		4000		2500		6000		4500		8000	
Viscosidad, 135 °C; cSt		3000		3000		3000		3000		3000		3000
Punto de inflamación, Copa abierta Cleveland; °C	232		232		232		232		232		232	
Solubilidad en tricloroetano; %	99.0		99.0		99.0		99.0		99.0		99.0	
Separación, diferencia entre punto de ablandamiento anillo y bola de porción superior e inferior; °C (2)	Reportar		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
<b>Pruebas en el residuo de película fina y rotatoria (3)</b>												
Recuperación elástica, 25 °C, 10 cm de elongación; %	60		70		60		70		60		70	
Penetración, 4°C, 200 g, 60 s; dmm	20		20		15		15		10		10	

Fuente :NTP 321.149 (2003)

**d) Procedimiento de modificación de asfalto con polímero Elvaloy 4170 Ret**

Como se observa en la Figura 07 una vez que el asfalto convencional Pen 60/70 se encuentra a la temperatura requerida de 180°C se procede a verter el polímero en su estado natural.



*Figura 7.* Incorporación del polímero elvaloy 4170 ret

Fuente: Propia

Una vez incorporado el polímero se procede a batir por 1 hora y media la solución y posterior a ello se le adiciona el ácido poli fosfórico que funciona como un catalizador.



*Figura 8.* Batido de asfalto Pen 60/70, polímero Elvaloy 4170 Ret y Acido poli fosfórico.

Fuente: Propia

Una vez batido los 3 componentes por aproximadamente 2 horas, se puede verificar por el método de la vista, la nueva consistencia del asfalto modificado, la cual tiene un aspecto más viscoso según la cantidad de polímero a adicionar.



Figura 9. Asfaltos modificados con diferentes % del polímero Elvaloy 4170 Ret.  
Fuente: Propia

## Propiedades de una mezcla asfáltica modificada

### Vacíos

Comenta Avila Baray, que el contenido de vacíos es un factor que se debe evitar mediante el uso de aditivos, con la finalidad que el pavimento no se fisure posteriormente debido a la aplicación de tráfico vehicular. (2016, p.46).

Según que presente el vacío suficiente para evitar la posible expansión y exudación del asfalto.

Según Gamica, los vacíos pueden incrementarse en diferentes formas. Como un acercamiento general para lograr vacíos altos en el agregado mineral la graduación del agregado debe ajustarse mediante la adición de más agregado grueso o fino. (2004,p.124).

Según Alamilla, es también posible mejorar la estabilidad e incrementar el contenido de vacíos en el agregado de la mezcla, mediante el incremento del agregado grueso o reducción de la cantidad de material que pasa la malla No. 200.(2004,p.105).

## **Estabilidad**

Según Celestino, uno de los componentes de la mezcla asfáltica como lo son los betunes, se encuentran en la naturaleza en cierto estado líquido o en una consistencia blanduzca, por otro lado menciona que el petróleo tiene mas consistencia que algún otro tipo de Betune.(1859,p.251)

Según D Luca, menciona que a temperaturas más elevadas mejora la consistencia de la mezcla asfáltica lo que corresponde a una nivelación independiente de la estabilidad coloidal de sus asfaltos.(1973,p.118)

Según Fernández, menciona que a temperaturas más elevadas mejora la consistencia de la mezcla asfáltica lo que corresponde a una nivelación independiente de la estabilidad coloidal de sus asfaltos.(1973,p.118)

According Mwanza, et al., Many road agencies in developing countries in the future follow the properties of the consistency of asphalt binders to verify the specifications of the accessibility materials and the control of construction practices to build sustainable roads.(2011, p.214)

Muchas institutos de carreteras en los países en el desarrollo en el futuro obedecen a las propiedades de la consistencia de las carpetas de asfalto para cerciorarse las especificaciones de los materiales de accesibilidad y el control de las prácticas de construcción para construir carreteras que sean sostenibles.

According Choi, The Elastometer Consistency has been studied in relation to asphalt rutting. Although each of these parameters has its own unique functions , they are essentially related to the shear resistance of binder. This suggests that a binder with high values in these parameters would provide high shear resistance. (2011,p.768).

La consistencia del elastómetro ha sido estudiada en relación con la acumulación de asfalto. Aunque cada uno de estos parámetros tiene sus propias funciones únicas, están esencialmente relacionados con la resistencia al cortante del ligante. Esto sugiere que un aglomerante con valores altos en estos parámetros proporcionaría una alta resistencia al corte.



According Zhang, et al. The three types of hot mix agents (Advera®, LTA synthetic zeolite and 13X synthetic zeolite) make SBS modified asphalt hard and the consistency and deformation resistance capacity increase.(2019,p.1)

Los tres tipos de agentes de mezcla en caliente (Advera®, zeolita sintética LTA y zeolita sintética 13X) hacen que el asfalto modificado con SBS sea duro y la consistencia y la capacidad de resistencia a la deformación aumentan.

## **Flujo**

Según Reyes y Rondon, cuando una lamina delgada de mezcla asfáltica es expuesta a la atmosfera, los ligantes inician un rápido endurecimiento hasta llevarlo a un comportamiento frágil. Este cambio se debe a la perdida de las fracciones más ligeras del ligante, originada por su volatilidad durante las fases de mezcla con los agregados.(2015,p.283)

Según las Especificaciones técnicas del asfalto, los asfaltos diluidos son mezclas solubles entre cementos asfálticos y solventes que mejoran las aplicaciones de los mismos a una temperatura media. Al ser aplicados el solvente se evapora y el cemento asfáltico recupera sus propiedades y este se vuelve más volátil.(2005)

Según Petroperú, si el solvente utilizado es muy volátil (Nafta o Gasolina) se obtendrá un Asfalto Líquido de endurecimiento rápido (RC). Si el solvente es de volatilidad intermedia (Kerosene) se obtendrá un Asfalto Líquido Intermedio (MC). Finalmente, si el solvente es poco volátil (un destilado pesado), el producto será un Asfalto Líquido de endurecimiento lento (SC). (2016)

According Laboratory results were related to personal exposure measurements during asphalt paving and roofing. A quantitative relationship for predicting the laboratory fume emission was derived, with bitumen volatility and temperature the only variables. Other results are discussed.(1999,p.182).

Se realizó experimentos en el laboratorio y como resultado se pudo relacionar con las mediciones de exposición personal durante la pavimentación y el techo de asfalto. Se derivó una relación cuantitativa para predecir la emisión de humo de laboratorio, con la volatilidad del bitumen y la temperatura como las variables.

According Saha, et al. quantitative estimates of thermodynamic parameters, such as volatility, refer to the capacity of some physical bodies to move to a gaseous state.(2009,p.16).

Las estimaciones cuantitativas de los parámetros termodinámicos como lo son volatilidad, mencionan que algunos cuerpos solidos tienen la capacidad de pasar de un estado solido a gaseoso sin pasar por el estado líquido necesariamente.

According Virginia Asphalt Association ,Asphalt is the heaviest part of the crude,what's left after all the volatile, light fractions are distilled off for products such as gasoline. Refined asphalt is graded for specific engineering properties and can be liquefied in three ways.(2018).

## **Ensayos en laboratorio**

### **Asfalto**

#### **a) Penetración a 25°C**

Según Céspedes, el fin es determinar la tenacidad y la consistencia del líquido asfáltico, por ende dicho ensayo se realiza en una distancia de penetración de forma vertical sometida a una cierta carga, tiempo y temperatura al asfalto. Se ensaya a 25°C durante 5 segundos. (2002,pág. 51).

#### **b) Punto de ablandamiento**

Según el Manual de ensayo de materiales, dicho ensayo tiene como fin calcular la consistencia y la equivalencia de la viscosidad sometida a cualquier temperatura definida por el método anillo y bola, que indica el valor del material a fluir a temperaturas elevadas. (2016, p.426).

#### **e) Viscosidad**

Según el Manual de ensayo de materiales, dicho ensayo tiene como objetivo instaurar el procedimiento para definir la viscosidad del bitumen, con el viscosímetro capilar de vacío a 60 grados centígrados. Es aplicado a materiales entre 0,036 y 200,000 poises.(2016, p.431).

**f) Ductilidad**

Según MTC El objetivo del ensayo es poder moldear en diferentes condiciones de temperatura el material asfáltico. Se sumerge en agua durante 30min a una temperatura establecida y es sometido a alargamiento. (2013).

**g) Recuperación elástica**

Según el Manual de ensayo de materiales, el ensayo tiene como objetivo determinar el grado de elasticidad que tienen los asfaltos modificados en particular con polímeros, de aplicación en construcción de carreteras.(2016,p.498).

**h) Punto de inflamación**

Según el Manual de ensayo de materiales, el objetivo de dicho ensayo es determinar el punto de inflamación en un vaso abierto de Cleveland para asfaltos sólidos, lo cual indicará el punto máximo que se puede calentar el material sin correr el riesgo de prender en llamas. Se realiza colocando el vaso y se calienta mediante un mechero o estufa eléctrica, permitiendo que la temperatura se eleve de forma ordenada hasta el punto de inflamarse. (2016, p.462).

**Agregados**

**a)Durabilidad a los sulfatos**

Según el Manual de ensayo de materiales, el fin de realizar dicho ensayo es determinar la resistencia que presentan los agregados tanto gruesos como finos a la desintegración por medio del sulfato de sodio o magnesio, durante un rango de tiempo no menor de 16hrs ni más de 18hrs, de tal forma que la solución cubra por completo, posteriormente se lleva al horno para secar y se repita el proceso variando el baño y el secado hasta tener el número de ciclos que se requiere.(2016,p. 329).

**b) Abrasión los Ángeles**

Según el Manual de ensayo de materiales, el fin de realizar dicho ensayo es determinar el desgaste o abrasión sufrido por la máquina de los Ángeles que rota en una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm, después será sarandeado sobre el tamiz N° 12 donde se verifica el porcentaje de desgaste. Se observa en la tabla 01 la cantidad de billas que será introducido en la máquina y la cantidad de muestra necesaria durante 500 revoluciones. (2016, p. 315). Mediante este ensayo se evaluó el porcentaje de degradación en los agregados minerales (grava), los cuales fueron sometidos al desgaste de impacto y molienda en el equipo de forma

cilíndrica con hueco para verter el material y a su vez giratorio.

El objetivo de este ensayo fue evaluar la resistencia al desgaste irreversible, la degradación que se puede dar por la compactación de la mezcla asfáltica. Por ende cuando la carpeta asfáltica sea sometida a cargas reales estas puedan soportar la carga vertical que puede liberar cualquier tipo de vehículo y así contar con un buen diseño con respecto a las condiciones requeridas de esfuerzo vs deformación.

**Tabla 3.** Número de esferas según la masa de carga

Gradacion	Numeros de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

Fuente. Manual de ensayos de Materiales (MTC)

### c) Ensayos de límites de consistencia

Los [...] límites de consistencia están basados en conceptos estas mayormente se aplican con partículas finas retenidas en la malla número 200, que se encuentran en el terreno natural, pueden hallarse en diferentes estados esto depende de la cantidad de agua que contengan. Así un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico. También son propiedades de índices de los suelos, con lo que se definen la plasticidad y se utiliza la clasificación del suelo (Gaspar, 2012, p.2).

Los límites de consistencia poseen diferentes conceptos de suelos, por lo que depende del contenido de agua, por otro lado se encuentra el índice líquido, plástico y contracción. Por ende es que el suelo se puede definir por la clasificación del suelo o por su plasticidad.

#### 1. Limite líquido

Mediante este ensayo se puede definir el contenido máximo de humedad que podría tener cualquier terreno natural así como también se aplica a las sub capas de una carpeta asfáltica en la cual según los análisis respectivos, la muestra ensayada no debe migrar de un estado plástico a uno líquido. Se puede revisar el manual de ensayos especiales del MTC.

#### 2. Limite plástico

El límite plástico se conceptualiza como la adquisición de cantidad mínima de humedad en una porción de muestra con la cual se obtiene resultados en condición plástica. Estado en las cuales el suelo es propenso a deformaciones sin tener una posible recuperación elástica ya que con dicho proceso este obtendrá cambios bruscos de volumen seguida de agrietamiento y/o desmoronamientos (Montejo, 2002, p.64).

El ensayo mencionado se realizó en base a lo especificado por las normas del MTC del manual de ensayos especiales. En el ensayo se observó que la atracción del límite plástico menor se da al moldear varillas de la muestra entre si de 3.2 mm en diámetro. Dichas varillas son formadas por fricción entre la palma de una mano con una superficie lisa.

Para realizar el cálculo del índice de plasticidad (IC) debemos conocer tanto el limite liquido como el limite plástico, ya que el IC nos demuestra la cantidad de humedad del terreno o de la muestra ensayada. En la fig, se denota la clasificación y característica del suelo según su IC.

**Tabla 4.** Clasificación de suelos de acuerdo al IP obtenido

INDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERISTICAS
IP>20	ALTA	Suelos muy arcillosos
7<IP≤20	MEDIA	Suelos arcillosos
IP<20	BAJA	Suelos poco arcillosos
IP=0	NO PLASTICO	Suelos exentos de arcilla

Fuente propia

#### **d) Gravedad específica y absorción**

Según el Manual de Ensayo de Materiales, el objetivo de este ensayo es determinar el peso específico, peso específico saturado, peso aparente y la absorción que se comprueba después de las 24hrs de estar sumergido en agua. (2016, p. 309).

#### **e) Equivalente de arena**

Según el Manual de Ensayo de Materiales, la finalidad de este ensayo es determinar la proporción relativa del limo o arcillas que son nocivos para el diseño de una mezcla asfáltica. Lo cual consiste en pasar el agregado fino por la malla N° 4, posterior a ello se coloca el material en cilindros transparentes y se agita por una agitadora mecánica, después se reposa

durante 20min y se lee la altura máxima de la suspensión de limos o arcillas. (2016, p. 91).

## f) Granulometría

Según el Manual de ensayo de materiales, el ensayo tiene como objetivo constituir el proceso para la preparación en seco de las muestras tal como se reciben del campo y que se utilizan para el ensayo de análisis granulométrico y determinar las constantes del suelo (2016, p.41).

Este ensayo es uno de los principales del estudio de la mecánica de suelos, tiene como fin clasificar el suelo según las diferentes aberturas de los tamices por pesos, clasificándolas entre gravas arenas y finos.

**Tabla 5.** Tamices aberturas (mm)

Tamiz	Abertura (mm)
3"	75
1 1/2"	38.1
3/4"	19
3/8"	9.5
N°4	4.76
N°8	2.36
N° 16	1.1
N°30	0.59
N°50	0.297
N°100	0.149
N°200	0.075

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos

En la Figura 10: se puede observar los tamices graduados según el orden del tamaño de mayor a menor.



*Figura 10.* Tamices graduadas  
Fuente: Propia

## Diseño de mezcla asfáltica en caliente

## Método Marshall

Según Sandoval, C y Garnica, P. como menciona en su investigación:

El método Marshall fue determinado por Bruce Marshall, este método es muy utilizado en los laboratorios para verificar la resistencia de la mezclas asfálticas, por ser más económico y fácil de obtener los resultados los cuales se compone de otros ensayos en donde se va a determinar la gravedad específica Bulk, el contenido de vacíos, luego si se procede a utilizar el equipo Marshall en el cual se ensayan las briquetas para determinar su estabilidad flujo, con todos esto, se determina la cantidad optima de asfalto necesario para la mezcla asfáltica, este resultado también dependerá del tipo de material y sus características. En mezclas y diseñadas ayuda a determinar si resisten o no y si las cantidades de materiales utilizados son los correctos (2005, p. 14).

El ensayo Marshall establece el óptimo contenido de asfalto para cierta cantidad de muestra, sin embargo los datos primordiales de este ensayo son el flujo y la estabilidad que da por consiguiente la resistencia.

Según el MTC, la calidad de una mezcla asfáltica podrá ser verificada mediante el ensayo de Marshall, algunas características que la mezcla asfáltica debe presentar son; Cantidad de asfalto, Porcentaje de vacíos, estabilidad y trabajabilidad. (2013, p.331).

**Tabla 6.** *Requerimientos para los agregados gruesos*

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
Absorción*	MTC E 206	1.0% máx.	1.0% máx.

Fuente: Manual de Carreteras- EG – 2013

**Tabla 7.** *Requerimiento para agregados finos*

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		<3.000	>3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
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
Absorción**	MTC E 205	0.5% máx.	0.5% máx.

Fuente: Manual de Carreteras- EG – 2013

**Tabla 8.** *Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)*

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N° 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N° 10)	29-45	38-52	43-61
425 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

Fuente: Manual de Carreteras- EG – 2013

**Tabla 9.** *Especificaciones del cemento asfáltico por penetración*

Tipo		Grado de Penetración									
Grado	Ensayo	PEN		PEN		PEN		PEN		PEN	
		40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
		mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
<b>Pruebas sobre el Material Bituminoso</b>											
Penetración a 25°C, 100 g, 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	
Índice de Penetración (Suceptibilidad Térmica)	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
<b>Pruebas sobre la Película Delgada a 163 °C, 3.2 mm, 5 h</b>											
Pérdida de masa, %	ASTM D 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, 5 cm/min, cm	MTC E 306			50		57		100		100	

Fuente: Manual de Carreteras- EG – 2013



**Tabla 10.** Parámetros para el diseño de MAC

Parámetros de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
<b>Marshall MTC E 504</b>			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53kN
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 (EG-2013)		
<b>Inmersión - Comprensión (MTC E 518)</b>			
1. Resistencia a la cmoprensión Mpa. Min	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	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	80 mín.		

Fuente: Manual de Carreteras- EG – 2013

## Formulación al problema

### Problema general

¿En qué medida la adición del polímero Elvaloy 4170 RET mejora el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019

### Problemas específicos

¿En qué aspecto influye la adición del polímero Elvaloy 4170 RET en los porcentajes de vacíos de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019?

¿Cómo interviene la adición del polímero Elvaloy 4170 RET en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019?

¿Cómo contribuye la adición del polímero Elvaloy 4170 RET en el flujo de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019?

## **Justificación del estudio**

El estudio de la tesis nos va a ser de mucha ayuda ya que conoceremos el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica convencional a través de la alteración de esta con el polímero Elvaloy 4170 RET.

Justificación Práctica: El estudio permite determinar la adición de polímeros para aminorar las posibles fallas en la carpeta asfáltica.

Justificación Económica: La aplicación de polímeros en la mezcla asfáltica convencional permitirá que los mantenimientos que se realizan usualmente en las vías sean con más tiempo de duración.

Justificación social: Permitirá que los ciudadanos puedan llegar con mayor rapidez y más estables a sus destinos, sin que el vehículo que manejen o en donde se transporten pase por las fallas que la vía presente.

## **Hipótesis**

Según Hernández, argumenta que la hipótesis indica el objeto de estudio, señalan los argumentos que se desea contrastar a través de interpretaciones experimentales del fenómeno, por ende se plantean hipótesis según sea el requerimiento para dicha investigación.(2014,p.120)

### **Hipótesis general**

La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET mejora el comportamiento de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

### **Hipótesis específicos**

La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET influye en los porcentajes de vacíos de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET interviene en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET contribuye en el aumento del flujo de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Definir de qué forma la aplicación de los polímeros Elvaloy 4170 RET modifica la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

### **Objetivos específicos**

Analizar cómo actúa la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

Evaluar como interviene la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

Demostrar como contribuye la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en el flujo de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

## **II.MÉTODO**

## **2.1 Tipo y diseño de la investigación**

### **Enfoque: Cuantitativo**

Según Sandoval, el enfoque cuantitativo es adaptable a la explicación y predicción de una realidad social vista bajo una perspectiva externa en un aspecto global en su intencionalidad. (2002, p.11)

Se considera el enfoque de la investigación expuesta, como lo menciona Sandoval cuantitativo, ya que tiene como principal función demostrar las hipótesis por medio del uso de instrumentos, mediciones numéricas y datos obtenidos por la experimentación.

### **Método: Científico**

Según Tamayo, menciona que la investigación científica tiene como objetivo obtener resultados verídicos para poder entender, corregir los procedimientos de la interrogante y ser más veraces en la demostración. (2004, p.37)

Por lo mencionado por Tamayo se puede decir que el método a usarse en la presente investigación es científico ya que se obtuvieron resultados concretos y veraces que permiten responder a las interrogantes planteadas en un inicio.

### **Tipo: Aplicada**

Se le denomina aplicada por el empleo de saberes investigados ya anticipados y conseguidos en la indagación básica y que se pueden aplicar a favor del círculo investigador en el desarrollo experimental.

[...]En la investigación básica se indaga información acerca de la metodología de funcionamiento del objeto a estudiar para su posterior aplicación en otro tipo de estudio. Este tipo de investigación tiene como función principal determinar las características y conocimientos previos de un objeto no estudiado para el beneficio de la investigación aplicada (Martínez, 2004, p.26).

Según lo mencionado por Martínez, la indagación básica es indispensable para usarlo en la investigación aplicada dado que en la investigación resultan características de suma importancia para su inmediato empleo.

Entonces se puede concluir que el tipo de investigación es aplicada, por tener como cimientos los conocimientos antecedentes los cuales son usados para aplicarse en el rendimiento de los demás.

## **Nivel: Explicativo**

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. nos menciona que

Las investigaciones explicativas son más minuciosas en dar una descripción de teorías, conceptos o anomalías, de posibles determinaciones que tengan una cierta relación con las teorías, por lo tanto, estas tienen que hacerse responsables de las respuestas que Dean y sociales. Puesto que su nombre lo señala, el interés que tiene que enfocarse en dar a entender el motivo de por qué suceden los fenómenos y de qué manera se presentan o porque ay relación entre variables (Hernández, 2010, p.83).

Para la investigación presentada el nivel de investigación es explicativo dado que se tiene la responsabilidad de dar respuestas a las hipótesis e interrogantes planteadas con los resultados expuestos.

## **Diseño: Experimental**

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. nos dice que:

El propósito de una búsqueda experimental se trata de darnos cuenta de las anomalías como se aprecian en su forma natural y así después realizarle un estudio minucioso. Cuando se realiza un experimento, el encargado de los estudios realiza una construcción juiciosa mente de manera que se ven involucrados muchos individuos (Hernández, 2010, p.149).

Este tipo de diseño plantea admitir que las irregularidades que se puedan presentar deben ser estudiadas detalladamente, para que se pueda generar un juicio con respecto a ello y realizar una mejora continua.

Tam, J, Vera, G. y Oliveros, R. (2008, p.6), nos dice que “En esta metodología la variable independiente se expone a manipulaciones ocasionadas por el investigador - X – por lo que se tiene el mayor control y evidencia de la causa - efecto”.

El diseñar un experimento es un largo proceso de movimientos ventajosos para obtener datos concisos que faciliten la mayor información validada para llegar al problema investigado. Por ende se recomienda que la persona que investigue deba ser conocedor del problema y de los objetivos específicos que plantea en su investigación.

Por ello basándonos en lo anterior mencionado, el diseño de la presente investigación es experimental dado que el investigador trabaja directamente con la variable independiente para que pueda estudiar los efectos sobre la variable dependiente.

## **2.2 Operacionalización de variables**

### **Variables**

Según Salkind, menciona que una variable es un sustantivo y simboliza un tipo de resultado que puede tener más de un valor. (1999, p.24).

Por lo mencionado en la teoría, se tiene dos tipos de variables en la investigación presentada, las cuales son : variable independiente y variable dependiente.

#### **Variable independiente:**

Valderrama nos ayuda a entender que la “[...] variable independiente es aquella cuyo funcionamiento existencial es relativamente autónomo” (2002, p. 157).

La variable independiente se puede resumir como una variable autosuficiente, ya que este no depende de ningún otro factor.

La investigación presentada tiene como variable independiente “Adición de polímeros Elvaloy 4170 RET para la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019”.

#### **Variable dependiente:**

La variable dependiente está en función de la variable independiente y una de las denotaciones que se toma para la vinculación de causa y efecto. Indicando que, la variable independiente causante de los efectos en la variable dependiente ya a la vez esta demostrará la hipótesis, al respecto Arnau, Anguera y Gómez nos manifiestan que: “[...] El registro y la consecuente medida de la V.I. Permitirá al experimentador la afirmación o negación de la suposición realizada en la hipótesis de que los cambios observados son consecuencia de la variación sistemática de la variable independiente [...]”. (1990, p. 37).

Por lo anterior expuesto se tiene como variable dependiente “Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional”

**Tabla 11.**Operacionalización de la variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones e indicadores	
			Dimensiones	Indicadores
Adición de Polímeros Elvaloy 4170 RET	Según Surfax, es un termo polímero elastómero que va producir que el desempeño del asfalto sea mejor ,le va a bridar la capacidad de contraerse y también expandirse y tiene un accesible tendido y compactado, así como es de fácil transporte.(2010,p.1)	Según Crespo,Los polímeros hacen que la carpeta asfáltica altere sus propiedades físicas aumentando su vida útil de la carpeta asfáltica dando así una buena correlación entre los agregados y el material bituminoso. Asimismo para mejorar la sensibilidad térmica y aminorar fallas.(2004,p.206)		1.1 % Elvaloy R. + 0.02% A.P
			% Elvaloy 4170 RET + % Acido polifosforico	1.4 % Elvaloy R. + 0.02% A.P
				1.7 % Elvaloy R. + 0.02% A.P

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12.**Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones e indicadores	
			Dimensiones	Indicadores
Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional	Según Reyes, el asfalto tiene la apariencia oscura y muy importante al combinarlo con los agregados seleccionados para la carpeta asfáltica. Al aumentar la temperatura se toma una textura más liquida y suave y firme.(2003, p.45).	Según Crespo, menciona que la carpeta asfáltica debe proporcionar una superficie óptima para que pueda haber un buen tránsito, como también aminorar con el tiempo el paso del agua en la carpeta asfáltica y resistir el paso de los vehículos con cargas muy pesadas.(2004,p.130)	vacíos	%
			estabilidad	kg
			flujo	mm

Fuente: Elaboración Propia



## 2.3 Población, muestra y muestreo

### Población:

Para Henry (1982, p.147). La población se define como “El agregado de todos los elementos”.

El autor nos refiere a que toda población es el conjunto colectivo de lo que se desea indagar, por ello la población del presente tema de investigación son los materiales a utilizarse como el Pen 60/70, polímero Elvaloy 4170 Ret y el ácido poli fosfórico.

### Muestra:

Según Jiménez F. (1983) nos menciona:

[...] que la muestra es una parte de una población un sub conjunto del universo. Su característica más importante es que pertenece a una parte típica de la población”. (p. 237).

Por ello según a lo mencionado por el autor, la investigación desarrollada tiene como muestra las 60 briquetas preparadas en el laboratorio de estudios especiales del MTC.

**Tabla 13.** Muestra de ensayos

Nombre de ensayo	N° de briquetas	Detalle de briquetas	Total de briquetas	Norma
ENSAYO MARSHALL	15	Briquetas de asfalto convencional PEN 60/70	60	MTC E 504
	15	Briquetas de asfalto modificado con 1.1 % Elvaloy R. + 0.02% A.P		
	15	Briquetas de asfalto modificado con 1.4% Elvaloy R. + 0.02% A.P		
	15	Briquetas de asfalto modificado con 1.7 % Elvaloy R. + 0.02% A.P		

Fuente: Elaboración Propia

## **Muestreo:**

Pimienta Lastra menciona que:

Normalmente conocido como muestreo de modelos, la muestra diferenciada según su tipología no pasa a ser muy representativas por el tipo de selección, son informales o arbitrarias y se basan en conceptos supuestos generales sobre la distribución de las variables en la población (2000, p.265).

Por lo anterior mencionado se rescata que el tipo de muestreo es no probabilístico, dado que esta no es representativa por ser improvisadas o no veraces.

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

### **Técnicas**

En la actual investigación presentada se hace uso de la técnica de la observación con el fin de la recolección de datos para alcanzar mayor información.

Por ende es que mediante el uso de la técnica de observación, se tomaron datos y resultados ejecutados en el laboratorio de estudios especiales del MTC.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Se hizo uso de un instrumento para la recolección de datos correspondiente, en la cual se puede visualizar las dimensiones planteadas, indicadores y el análisis de las respuestas.

Según Muñoz, menciona que en las dichas fichas se registran todos los datos vinculados con la observación, pruebas y experimentos del tema a investigar. (1998, p.161).

La ficha como instrumento que se utilizó, permite visualizar a detalle las partes a estudiar y evaluar.

### **Validez**

Hurtado y Toro nos dan a entender que "[...] La validez es un requisito importante para todo tipo de diseño de investigación, ya que la validez, permitirá localizar la relación verídica que se pretende analizar, por consiguiente dar respuesta a las preguntas planteadas [...]". (2007, p.98).

La investigación presentada cuenta con las fichas técnicas validadas por los 3 ingenieros civiles con sus respectivas firmas.

**Tabla 14.** *Juicio de expertos*

<b>Validez</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Experto 1</b>	0.95
<b>Experto 2</b>	0.85
<b>Experto 3</b>	0.9
<b>Promedio</b>	0.9

Fuente:Propia

### **Confiabilidad**

Según E.Tolley, "[...] la confiabilidad es la medida con la cual se pueden desarrollar los resultados, estableciendo si estos son dignos de crédito [...]". (2006.p.24).

El autor nos menciona que la confiabilidad está directamente relacionada con los resultados desarrollados, por lo tanto los resultados obtenidos están bajo certificados de calidad firmados y visados por los ingenieros responsables de cada laboratorio del Ministerio de transportes por la cual cuentan con la confiabilidad estimada.

**Tabla 15.** *Resumen para evaluación de expertos*

<b>PROMEDIO (%)</b>	0.95	0.85	0.9
<b>PROMEDIO FINAL DE VALORACIÓN (%)</b>	0.9		

Fuente:Propia

**Tabla 16.** *Tabla de confiabilidad*

<b>0,53 a menos</b>	<b>Confiabilidad nula</b>
<b>0,54 a 0,59</b>	<b>Confiabilidad baja</b>
<b>0,60 a 0,65</b>	<b>Confiable</b>
<b>0,66 a 0,71</b>	<b>Muy Confiable</b>
<b>0,72 a 0,99</b>	<b>Excelente confiabilidad</b>
<b>1.0</b>	<b>Confiabilidad perfecta</b>

Fuente:Propia

## 2.5 Procedimiento

-Para el desarrollo de la presente investigación se realizaron las siguientes actividades:

1. Se realizó una visita técnica al laboratorio de TDM asfaltos para adquirir 3 galones de Pen 60/70 , 3 galones de asfalto modificado con polímero Elvaloy, 300gr del polímero Elvaloy en granos y 100gr de ácido polifosforico.
2. Se procedió a visitar la cantera Carapongo ubicado el Huachipa para adquirir 115 Kg de agregado grueso y 128 Kg de agregado fino para la ejecución de ensayos en el laboratorio.
3. Se procedió a trasladar los agregados, galones de asfalto convencional Pen 60/70 ,asfalto modificado con Elvaloy e insumos a usar, al laboratorio de estudios especiales del Ministerio de transportes .
4. Se realizó los ensayos de calidad de agregados para el material grueso y fino como lo estipula la norma EG. 2013 y el manual de ensayo de materiales.
5. Se realizó el método del cuarteo y se tomaron muestras representativas de 200gr a 500gr para realizar los siguientes ensayos para el agregado grueso,los cuales fueron:
  - Durabilidad (al sulfato de Magnesio)
  - Abrasión Los Ángeles (gradación B)\*
  - Partículas chatas y alargadas
  - Caras y fracturas
  - Peso específico
  - Absorción
  - Análisis granulométrico
  - Adherencia de los agregados
  - Sales solubles Totales
6. Se realizó el método del cuarteo y se tomaron muestras representativas de 500 gr para realizar los siguientes ensayos para el agregado fino los cuales fueron:
  - Equivalente de arena
  - Índice de plasticidad (malla N° 40)
  - Índice de plasticidad (malla N° 200)
  - Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)

- Gravedad específica
  - Absorción
  - Adhesividad de los ligantes ( Riedel Weber)\*
  - Sales solubles Totales
  - Azul metileno
7. Según las especificaciones se determinó a través de la granulometría el tipo de gradación un MAC-2.
  8. Teniendo como diseño de mezcla un 40 % de agregado grueso y un 60% de agregado fino.
  9. Los pesos de agregados a utilizar para el diseño de mezcla asfáltica tanto para el convencional como para el modificado fueron 444.3 gr de grava ret.n°4, 19.7 gr de grava < n°4, 696.0 gr de arena chancada y 0.5% del peso del cemento asfáltico de aditivo mejorador de adherencia.
  10. Para empezar con los ensayos en el laboratorio de asfalto se procedió a realizar el ensayo de Riedel Weber en la cual se verifica según los resultados que cumple con el desprendimiento requerido.
  11. Con el resultado anterior, se puede proseguir con la ejecución de briquetas a partir del diseño de mezcla asfáltica con los pesos de cemento asfáltico establecidos y los pesos de los agregados tanto grueso como fino.
  12. Se realizaron 60 briquetas de asfalto, 15 briquetas de asfalto convencional pen 60/70, 15 briquetas de asfalto modificado con 1,1% de elvaloy +0.02% de ácido polifosforico, 15 briquetas de asfalto modificado con 1,4% de elvaloy +0.02% de ácido polifosforico y 15 briquetas de asfalto modificado con 1,7% de elvaloy +0.02% de ácido polifosforico.
  13. Posterior a realizar las briquetas, estas fueron pesadas tanto saturadas superficialmente seco en aire, como superficialmente seco en agua, para calcular el peso del agua absorbido.
  14. Siguiendo a ello las briquets fueron llevadas a baño maria a 150°C , para posteriormente ser ensayadas por el equipo de Marshall.

15. Paralelo a ello se realizó el ensayo Rice que sirve para determinar el peso específico máximo de la mezcla asfáltica.
16. Al realizar los ensayos correspondientes se determinó que el asfalto modificado óptimo fue el que tenía 1.4% de Elvaloy + 0.02% de ácido polifosfórico y que el comportamiento mecánico mejoró notoriamente a diferencia de la mezcla asfáltica convencional.

## **2.6 Método de análisis de datos**

En la presente investigación se utilizó el método hipotético-deductivo, en donde se comenzará con las hipótesis para concluir de manera general. Se tomó en cuenta los siguientes pasos:

- Se identificó mediante la observación, el problema, lo que se va a estudiar.
- Se realizó la formulación de la hipótesis para dar a conocer la razón del por qué existe el mencionado problema (origen). La hipótesis viene a ser una suposición temporal que será resuelta posteriormente comprobándose o negándose.
- Se realizó el análisis de posibles consecuencias a partir de la hipótesis formulada, aquí es donde se proponen las posibles soluciones al problema.
- Finalmente cuando se verifique la veracidad de la hipótesis, esta debe ser comprobada con la experiencia mediante una contrastación.

## **2.7 Aspectos éticos**

El proyecto de investigación presentado está trabajado en base al sistema ISO de la Universidad Cesa Vallejo, junto a los datos presentados por los resultados, mediante tablas y figuras.

Según Avila, Como estudio de la moral, la ética es un concepto directo de filosofía cuya práctica va relacionado a la solución de conflictos no planteadas. Y es precisamente ese largo trecho que queda por recorrer la que demanda una urgente y constante reflexión ética. (2011, p.53).

Por ello como próximos ingenieros civiles se debe mantener una buena conducta ética tanto con nuestro prójimo como con el entorno social al que tenemos que servir con mucha responsabilidad.

### **III.RESULTADOS**

### 3.1 Descripción de la zona de ubicación

#### a. Ubicación

##### Ubicación Política

El actual proyecto de investigación se ubica en:

País: Perú

Departamento: Lima

Provincia: Lima - Norte

Distrito: San Martín de Porres



Figura 11. Mapa político del Perú  
Fuente: Propia



Figura 12. Mapa político del departamento de Lima  
Fuente: Propia

#### Ubicación geográfica:

UBICACIÓN:

DEPARTAMENTO: LIMA

PROVINCIA: LIMA

DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES

LUGARES: AV. JOSE GRANDA



## Calidad de agregados y diseño de mezcla asfáltica en caliente-método: uso de equipo Marshall

### Elección del material

Los agregados adquiridos tienen procedencia de la cantera Carapongo en Huachipa, de donde se extrajeron 115 Kg de grava y 128 Kg de arena gruesa.



*Figura 13.* Cantera Carapongo-Huachipa  
Fuente: Propia



*Figura 14.* Agregados instalados en el laboratorio del MTC  
Fuente: Propia

### 3.2 Análisis de resultados

#### Calidad de agregados

Se recurrió a la norma EG-2013 vigente para la valoración pertinente con respecto a la calidad de los agregados tanto gruesos como finos. Se trabajó con agregados pasantes del tamiz de 1” hasta el tamiz N°200 de la cantera Carapongo-Huachipa. Los resultados se podrán verificar en las siguientes tablas, así como también se anexaran los reportes de cada ensayo correspondiente.

**Tabla 17. Resultados de calidad de agregados gruesos**

Ensayo	Norma	Especificación	Resultados
		Altitud (msnm) ≤3.00	
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% max.	1.7
Abrasión Los Ángeles (gradación B)*	MTC E 207	40% max.	17
Partículas chatas y alargadas	MTC E 223	10% máx.	3.5
Caras y fracturas	MTC E 210	85/50	97.1/96.8
Peso específico	MTC E 206	....	2.786
Absorción	MTC E 206	1.0% máx.	0.68
Análisis granulométrico	MTC E 204	...	<b>Cumple especificaciones</b>
Adherencia de los agregados	MTC E 517	.+95	.+95
Sales solubles Totales	MTC E 219	0.5% min	0.06%

Fuente: Propia

**Tabla 18.**Resultados de calidad de agregados finos

Ensayo	Norma	Especificacion	Resultados
		Altitud (msnm) ≤3.00	
Equivalente de arena	MTC E 114	60	77%
Índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	4 max	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	4%
Gravedad específica	MTC E 205	....	2.808
Absorción	MTC E 205	0.5 max	1.08%
Adhesividad de los ligantes ( Riedel Weber)*	MTC E 220	4 min.	<b>Cumple con las especificaciones</b>
Sales solubles Totales	MTC E 219	0.5% max.	0.122%
Azul metileno	AASTHO TP 57	8 max.	0.0011%

Fuente: Propia

Según las especificaciones técnicas se determinó a través de la granulometría el tipo de gradación, ver Tabla 8. Se tiene como diseño de mezcla un MAC-2.

**Tabla 19.**Granulometría determinada

Mallas serie americana	Granulometría resultante			
	Abertura (mm)	Retiene (%)	Pasa (%)	Grad. mac-2
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050		100.0	100
1/2"	12.700	8.1	91.9	80 - 100
3/8"	9.525	10.2	81.7	70 - 88
1/4"	6.350	15.7	66.0	
N° 4	4.760	4.3	61.7	51 - 68
N° 6	3.360	4.3	57.4	
N° 8	2.380	8.2	49.2	
N° 10	2.000	3.6	45.6	38 - 52
N°16	1.190	10.8	34.8	
N° 20	0.840	5.4	29.4	
N° 30	0.590	5.4	24.0	
N° 40	0.426	4.2	19.8	17 - 28
N° 50	0.297	3.0	16.8	
N° 80	0.177	4.8	12.0	8 - 17
N° 100	0.149	1.8	10.2	
N° 200	0.074	4.8	5.4	4 - 8
- N° 200		5.4	-	

Fuente: Propia

Se obtuvo el tamaño respectivo de los agregados tanto gruesos y finos a través de los tamices que cumplen con las especificaciones establecidas para el diseño MAC 2 y consecuentemente establecer el peso de la grava y la arena.

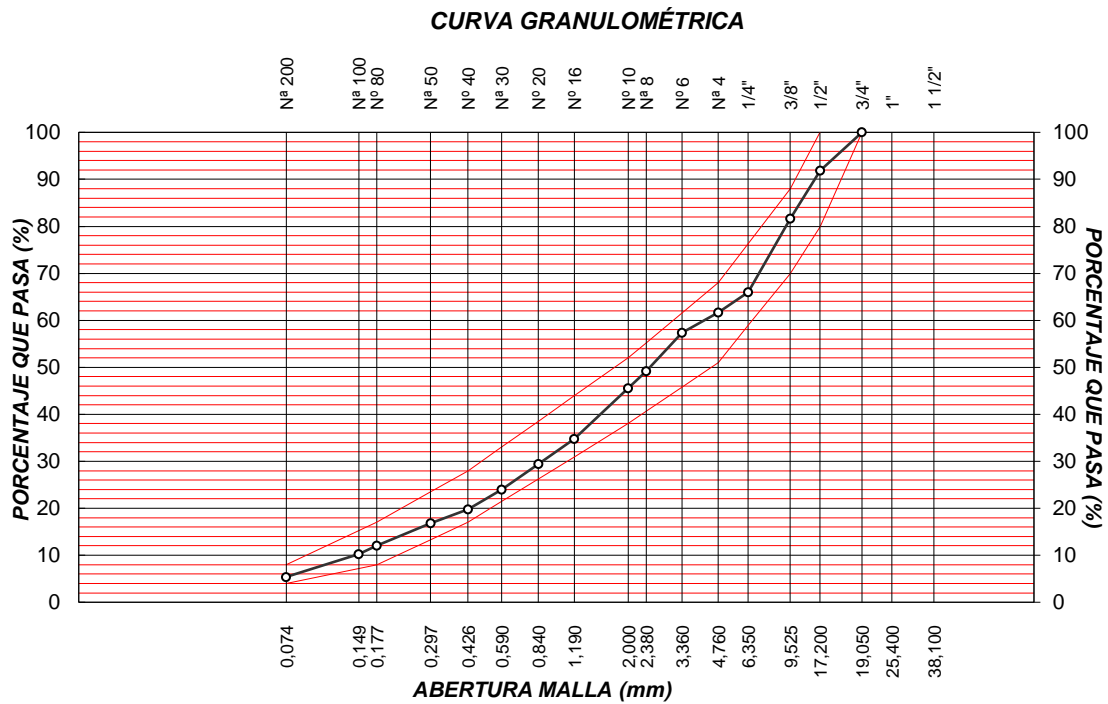


Figura 15. Curva granulométrica

Fuente: Propia

Tabla 14. Proporciones de mezcla de agregados

Resumen de ensayo	
<p style="text-align: center;">PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS</p> <p>(1) Cantera "Carapongo-Huachipa" (grueso) = 40%</p> <p>(2) Cantera "Carapongo-Huachipa" (fino) = 60%</p>	
<p style="text-align: center;">PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE</p> <p>- AGREGADO GRUESO = 38%</p> <p>- AGREGADO FINO = 62%</p>	
<p>OBSERVACIONES :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificaciones del MTC EG-2000</li> <li>- Procedente de la cantera : Carapongo-Huachipa</li> </ul>	

Fuente: Propia

### Porcentaje de polímero que se adiciono en el asfalto convencional

El porcentaje del polímero Elvaloy empleado para modificar un asfalto convencional optimo se ejecutó y establecio en los interiores del laboratorio de TDM Asfaltos con un

porcentaje optimo de 1.4% Elvaloy + 0.02% A.P. Segun Ibañez (2015) se puede trabajar con porcentajes aledaños no tan extremos para establecer el óptimo contenido de Elvaloy, por lo cual se realizó con 1.1% y 1.7% de Elvaloy 4170.

### Calidad de cemento asfáltico

El cemento asfáltico PEN 60/70 fue brindada por Repsol ubicado en la refinería La Pampilla S.A.A. Carretera a Ventanilla km 25 S/N Ventanilla,Lima-Peru.. Se adjunta ficha de calidad de asfalto (ver anexo, figura 24).Los ensayos de calidad correspondientes se pueden visualizar en la norma EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### Ensayos de calidad de asfalto convencional (PEN 60/70)

Se realizó los ensayos que se establecen en la norma de EG-2013 , para obtener la calidad de dicho asfalto convencional.

**Tabla 20.**Resultados de la calidad de asfalto convencional

Asfalto convencional pen 60/70				
Ensayo	Norma	Unidades	Especificacion	Resultados
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	dmm	60 - 70	67
Punto de inflamación	MTC E 312	°C	232	296
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	cm	100	>105
Viscosidad Cinemática 135°C	ASTM D-2170	cSt	200	400
Viscosidad Cinemática 100°C	ASTM D-2170	cSt	...	3683
Ensayo de Película Fina a 163°C, 3, 2 mm, 5h (TFOT)				
Perdida por calentamiento	ASTM D-1754	%	0.8 máx.	0.39
Ductilidad 5cm/min, cm	MTC E 306	cm	50	54.7
Penetración retenida	MTC E 304	% original	52	61.2

Fuente propia

## Ensayos de calidad de asfalto modificado

La modificación del cemento asfáltico con polímeros Elvaloy, se llevó a cabo en los interiores del laboratorio de TDM Asfalto en la cual se adicionaron diferentes porcentajes que varían desde 1.0% a 2.0 % en la cual se determinó internamente el óptimo contenido de Elvaloy el cual fue 1.4 % que es el porcentaje con el que actualmente se trabaja. Se anexa la carta de viscosidad de temperatura de mezcla y compactación (ver anexo, figura 26).

**Tabla 21.** Resultados de la calidad de asfalto modificado

Asfalto modificado con polímero Elvaloy 4170 Ret				
Ensayo	Norma	Unidades	Especificación	Resultados
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	dmm	50- 75	54
Punto de inflamación	MTC E 312	°C	232	297
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	cm	100	150
Punto de ablandamiento	MTC E 307	°C	min 60	70.2
Recuperación elástica a 25°C	ASTM D-6084	%	min 60	76
Viscosidad Absoluta 60°C	ASTM D-2170	cSt	5000	18871
Viscosidad Cinemática 100°C	ASTM D-2170	cSt	3000 max	1483.5
Ensayo de la Película Fina a 163°C, 3, 2 mm, 5h (TFOT)				
Recuperación elástica a 25°C	ASTM D-6084	%	min 60	68
Penetración 4°C, 200 g, 60 s	MTC E 304	dmm	min 13	24
Separación, diferencia	MTC E 307	°C	10 max	2.5

Fuente: Propia

A continuación se mostraron algunas figuras representativas de las propiedades del cemento asfáltico ensayadas en el laboratorio, lo cual se realizó para contrastar la calidad del bitumen.

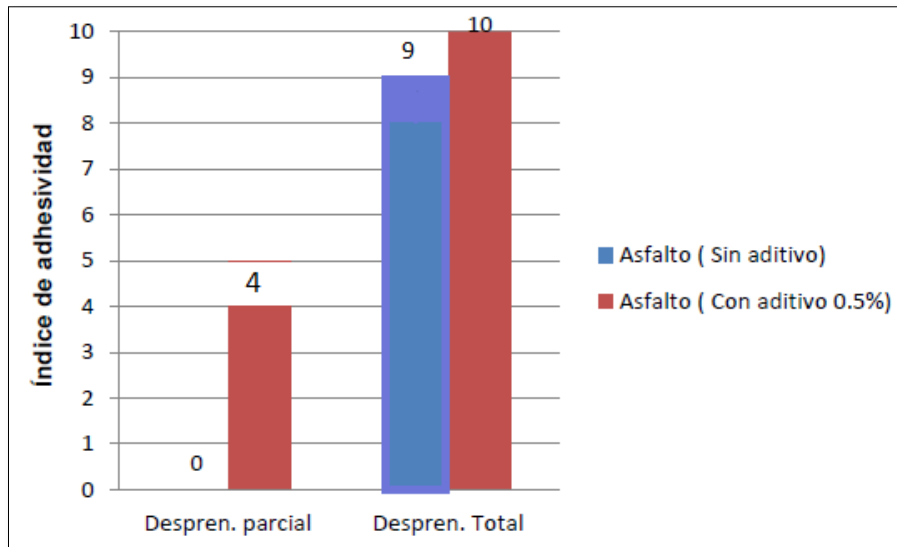


Figura 16. Adherencia de los agregados (Riedel Weber)

Fuente: Propia

En la Figura 16, se puede visualizar que el asfalto que no presenta aditivo tiene un desprendimiento parcial de 0, las cuales no cumple con la norma especificada MTC E 220, en consecuencia se adiciono un aditivo de adherencia de la marca QUIMIBOND 30 con un óptimo de 0.5% obteniendo un desprendimiento parcial de 4 y un total de 10.

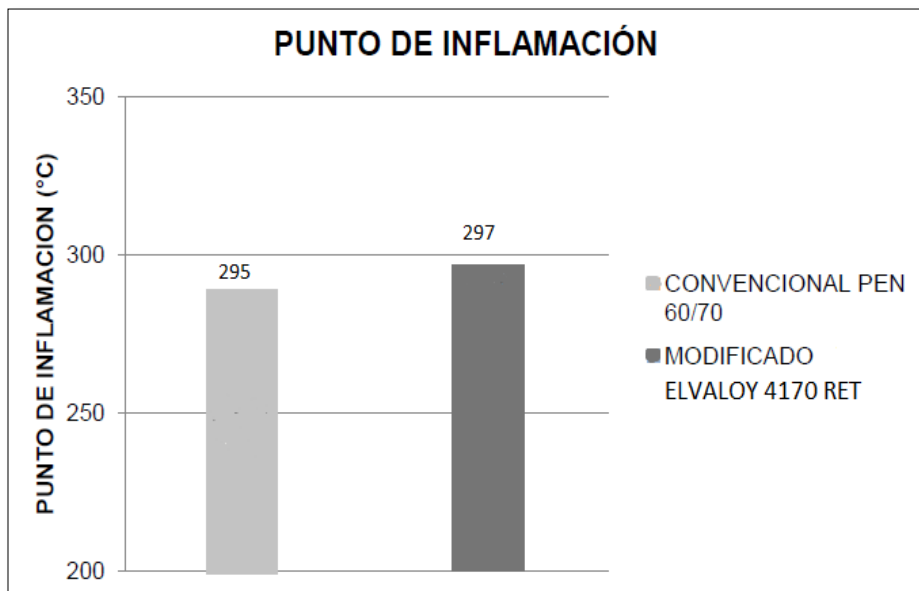


Figura 16. Punto de inflamacion

Fuente: Propia

Como se puede observar en el gráfico presentado, con el asfalto modificado el punto de inflamación es más elevado a comparación del convencional, lo que significa que este puede trabajarse a altas temperaturas sin estar sometidos a riesgos que lleven a generar puntos de llamas.

### **Evaluación para el diseño de mezcla**

Para proceder con la evaluación de los diseños de mezclas asfálticas en caliente se recurrió a lo que indica el manual de ensayos de materiales MTC E 504, los cuales obtendremos resultados de % de vacíos, estabilidad y flujo. Los agregados a utilizar serán menores a 1'' (25,400 mm) para probetas de 2 ½'' (6.35cm) de espesor y 4'' (10cm de diámetro), la dosificación a trabajar será la presentada a continuación.

**Tabla 22.** *Materiales para el diseño de MAC*

Materiales	Características	Procedencia
AGREGADOS	GRAVA RET.N°4	CANTERA CARAPONGO-HUACHIPA
	GRAVA < N°4	
	ARENA CHANCADA	
ADITIVO MEJORADOR DE ADHRENCIA	QUIMIBOND 300	DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES
ASFALTO CONVENCIONAL	PEN 60/70	REPSOL
ASFALTO MODIFICADO CON POLÍMERO	ELVALOY 4170 RET	TDM ASFALTOS

Fuente: Propia



A continuación se presenta la tabla con la proporción correspondiente a los agregados tanto gruesos como finos para realizar las mezclas asfálticas.

**Tabla 23.** *Dosificación de agregados para el diseño MAC*

Materiales	Características	Gr.
GRAVA RET.N°4	38.00%	444.3 gr
GRAVA < N°4	2.00%	19.7 gr
ARENA CHANCADA	60.00%	696.0 gr
ADITIVO MEJORADOR DE ADHRENCIA (QUIMIBOND 300)	0.50%	...

Fuente: Propia

A continuación se procedió a pesar 1160 gr de agregados y se llevó a secar al horno a temperatura de 105°C-110°C , así como el cemento asfáltico (ya incluido el aditivo de adherencia). Para realizar el diseño de mezcla se prepararon 3 briquetas por cada porcentaje de asfalto que aumentaba cada 0.5% desde 4.0% hasta 6.5% tanto para el asfalto convencional como modificado , por otro lado la compactación se realizó manualmente dándose 75 golpes por cada lado de la briqueta. Posteriormente se procede a desmoldar las briquetas, para realizar los pesos específicos y absorción. Finalmente se realiza la rotura de las briquetas la cual nos arrojará estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos entre otro.

## Diseño de mezcla convencional (PEN 60/70)

Tabla 24. Diseño de mezcla asfáltica convencional (4.0 % Asfalto)

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
Nº	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	4.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.40			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.60			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.24	6.28	6.28	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,198.2	1,196.2	1,196.2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,201.2	1,198.2	1,198.2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	695.0	689.2	689.2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3.0	2.0	2.0	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	506.2	509.0	509.0	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.59	0.39	0.39	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.367	2.350	2.350	2.356
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.582			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8.3	9.0	9.0	8.8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.7	17.3	17.3	17.1
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	50.2	48.1	48.1	48.8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.761			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.43			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.57			
25	FLUJO (mm)	2.8	2.8	3.0	2.9
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,168.0	1,168.0	1,168.0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.00	1.00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,215.0	1,168.0	1,168.0	1,184
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4348.6	4180.4	3832.0	4120

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 4.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 2. Diseño de mezcla asfáltica convencional (4.5 % Asfalto)**

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	4.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.20			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.30			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.22	6.22	6.22	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,203.6	1,202.8	1,204.0	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,205.2	1,207.4	1,206.0	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	701.0	703.0	702.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1.6	4.6	2.0	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	504.2	504.4	504.0	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.32	0.91	0.40	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.387	2.385	2.389	2.387
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.561			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6.8	6.9	6.7	6.80
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.5	16.6	16.4	16.5
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	58.8	58.5	59.0	58.8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.761			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.43			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.07			
25	FLUJO (mm)	3.0	3.0	3.0	3.00
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,252.3	1,257.0	1,270.9	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,302.0	1,307.0	1,322.0	1,310.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4,271.7	4,288.1	4,337.3	4,299.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 4.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 26. Diseño de mezcla asfáltica convencional (5.0 % Asfalto)**

Ensayo Marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1A	3B	3C	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	5.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.00			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.00			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.09	6.23	6.26	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,193.8	1,212.0	1,214.2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,195.8	1,214.4	1,216.2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	702.0	709.0	709.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2.0	2.4	2.0	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	493.8	505.4	507.2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.41	0.47	0.39	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.418	2.398	2.394	2.403
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.541			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4.9	5.6	5.8	5.40
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	15.8	16.5	16.7	16.3
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	69.2	65.9	65.3	66.8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.761			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.43			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.57			
25	FLUJO (mm)	3.3	3.0	3.3	3.2
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,332.8	1,332.8	1,323.3	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.09	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,453.0	1,386.0	1,376.0	1405.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4,400.4	4,547.2	4,167.2	4372.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 5.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 27.** Diseño de mezcla asfáltica convencional (5.5 % Asfalto)

Ensayo Marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
Nº	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	5.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	37.80			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	56.70			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.19	6.19	6.19	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,211.2	1,212.9	1,213.6	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,212.0	1,214.2	1,214.2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	710.0	712.0	712.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0.8	1.3	0.6	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	502.0	502.2	502.2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.16	0.26	0.12	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.413	2.415	2.417	2.415
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.521			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4.3	4.2	4.1	4.2
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.5	16.4	16.3	16.4
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	74.0	74.4	74.6	74.3
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.761			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.43			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.07			
25	FLUJO (mm)	3.6	3.6	3.3	3.5
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,365.7	1,370.4	1,361.0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,420.0	1,425.0	1,415.0	1420.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	3,993.3	4,007.3	4,285.3	4095

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 5.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 28. Diseño de mezcla asfáltica convencional (6.0 % Asfalto)**

Fuente: Propia

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	6.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	37.60			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	56.40			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	7.000			7.000
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.25	6.20	6.17	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,224.4	1,221.2	1,214.8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,224.8	1,221.8	1,215.6	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	718.0	719.0	715.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0.4	0.6	0.8	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	506.8	502.8	500.6	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.08	0.12	0.16	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.416	2.429	2.427	2.424
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.501			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3.4	2.9	3.0	3.1
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.8	16.3	16.4	16.5
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	79.8	82.3	81.9	81.3
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.761			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.43			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.57			
25	FLUJO (mm)	3.6	3.6	3.6	3.6
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,262.1	1,266.8	1,266.8	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,313.0	1,317.0	1,317.0	1316
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	3,692.4	3,703.6	3,703.6	3700

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 6.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

Seguidamente de lograr los datos de los puntos, se realizó las gráficas correspondientes para medir la resistencia de la mezcla bituminosa.

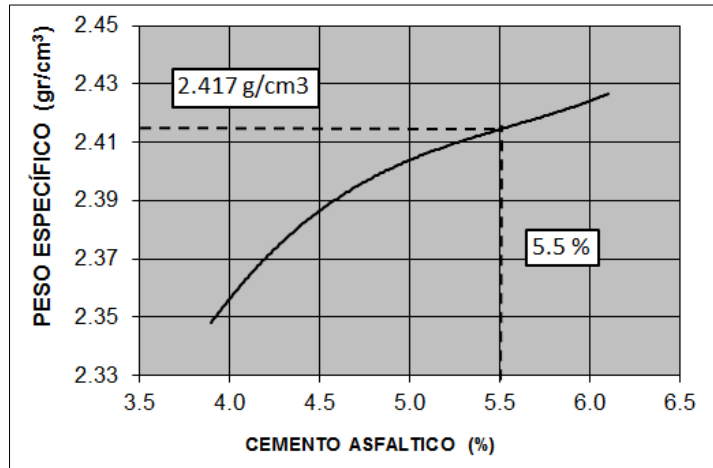


Figura 17. Porcentaje cemento asfáltico vs Peso específico  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 5.5% óptimo de asfalto para un 2.417 g/cm³ de peso específico.

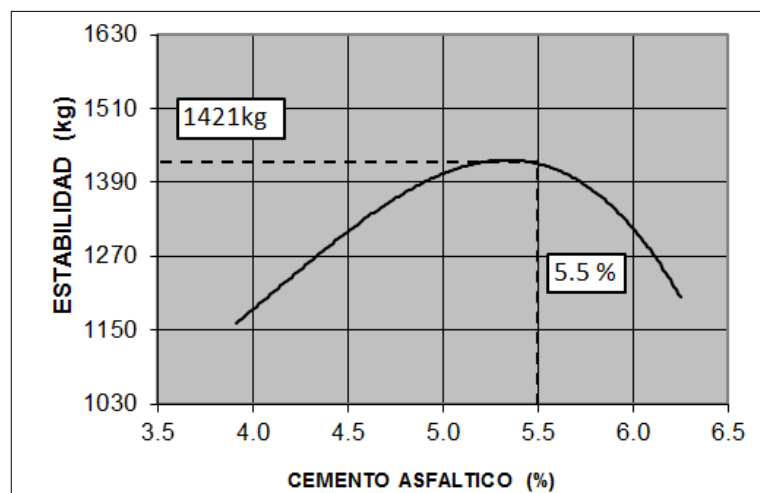


Figura 18. Porcentaje cemento asfáltico vs Estabilidad  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 1421 kg de estabilidad para un 5.5% de asfalto.

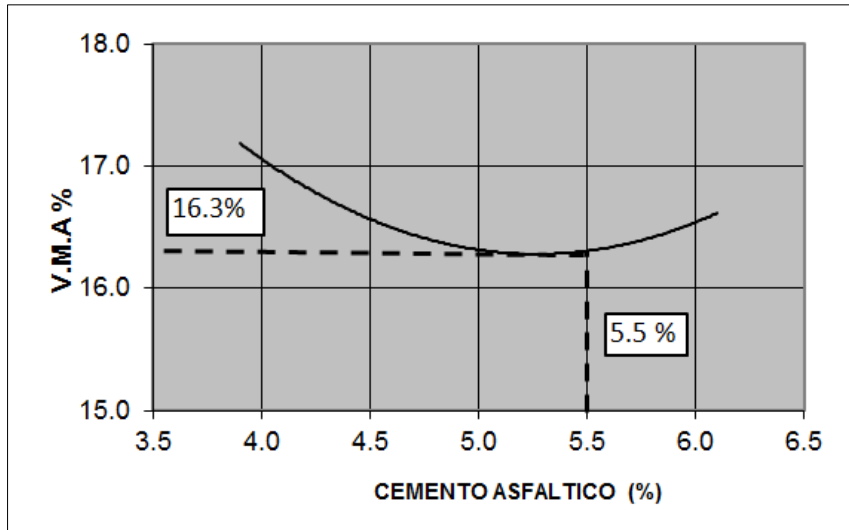


Figura 19. Porcentaje cemento asfáltico vs V.M.A  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 16.3% de agregado mineral para un 5.5% de asfalto.

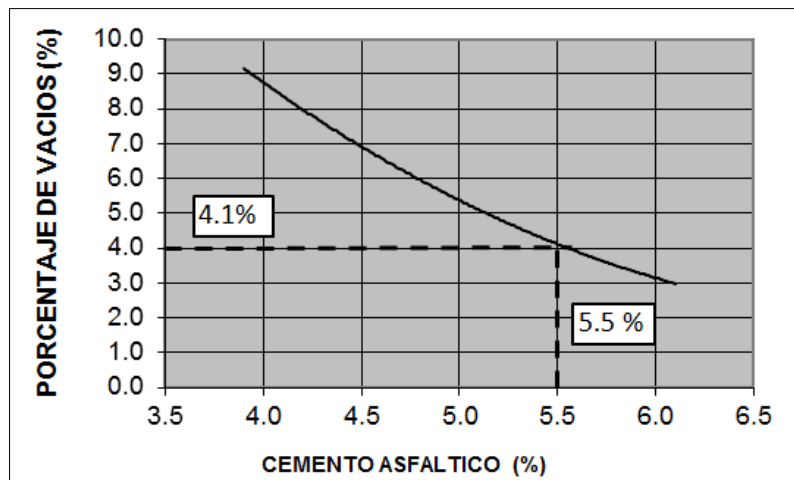


Figura 20. Porcentaje cemento asfáltico vs % Vacíos  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 4.1% de porcentaje de vacíos para un 5.5% de asfalto.



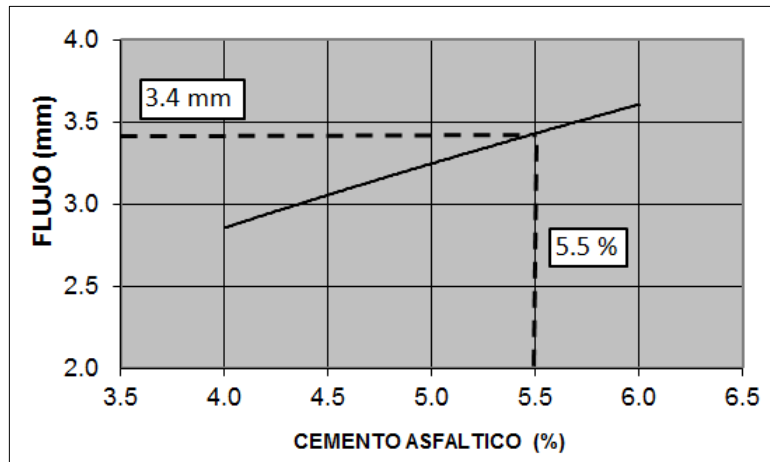


Figura 21. Porcentaje cemento asfáltico vs Flujo  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 3.4 mm de flujo para un 5.5% de asfalto.

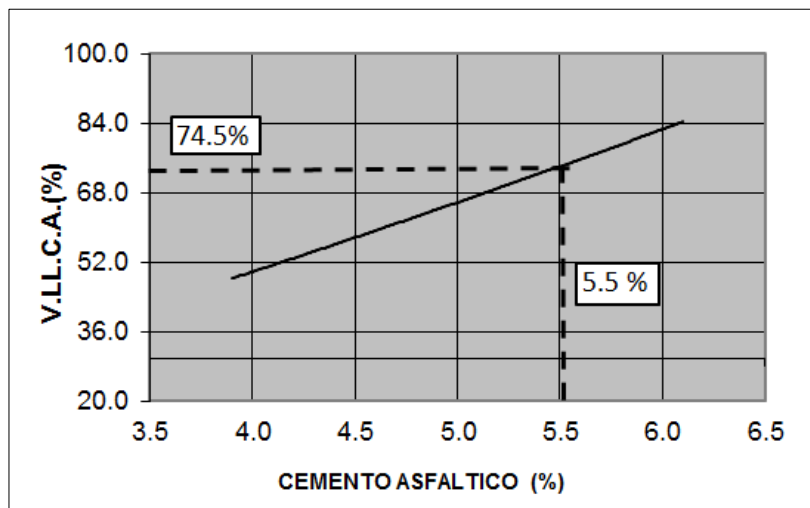


Gráfico 22. Porcentaje cemento asfáltico vs Vacíos llenos con C  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 74.5 % de vacíos llenos con cemento asfáltico para un 5.5% de asfalto.

## Diseño de mezcla asfáltica modificado con Polímero Elvaloy 4170 Ret

### Diseño de mezcla con 1.1 % de Polímero Elvaloy

Se presenta el diseño de mezcla asfáltica modificada con el 1.1% del polímero Elvaloy 4170 Ret la cual sus porcentajes de asfalto variaron entre 4.0% - 6.0%, a continuación se observa las siguientes tablas.

**Tabla 29:** *Diseño de mezcla asfáltica modificado (4.0 % Asfalto)*

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	4.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.40			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.60			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.20	6.20	6.21	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,195.6	1,193.6	1,193.6	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,198.8	1,198.8	1,198.8	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	695.8	696.0	695.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2.2	5.2	5.2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	503.0	502.8	503.8	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.44	1.03	1.03	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.379	2.374	2.369	2.374
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.559			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7.0	7.2	7.4	7.2
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	18.500			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.3	16.5	16.7	16.5
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	56.8	56.2	55.6	56.2
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.734			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.06			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.94			
25	FLUJO (mm)	2.8	2.8	2.8	2.8
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,191.5	1,168.0	1,177.4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,239.0	1,215.0	1,224.0	1,226.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4434.5	4348.6	4380.8	4388.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 4.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 30:** Diseño de mezcla asfáltica modificado (4.5 % Asfalto)

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	4.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.20			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.30			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.22	6.21	6.20	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,203.8	1,199.2	1,199.5	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,209.2	1,202.4	1,202.6	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	705.0	699.0	700.2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	5.4	3.2	3.1	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	504.2	503.4	502.4	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.07	0.64	0.62	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.388	2.382	2.388	2.386
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.540			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6.0	6.2	6.0	6.1
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.4	16.6	16.4	16.5
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	63.4	62.6	63.4	63.1
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.735			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.08			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.42			
25	FLUJO (mm)	3.3	3.3	3.3	3.3
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,252.3	1,275.5	1,294.0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,302.0	1,327.0	1,346.0	1,325.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	3,943.1	4,018.8	4,076.3	4,013.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 4.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 31.** Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.0 % Asfalto)

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	5.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.00			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.00			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.18	6.22	6.20	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,207.8	1,213.2	1,213.5	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,214.8	1,215.8	1,214.9	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	714.0	711.6	712.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	7.0	2.6	1.4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	500.8	504.2	502.9	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.40	0.52	0.28	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.412	2.406	2.413	2.410
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.533			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4.8	5.0	4.7	4.80
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.0	16.2	16.0	16.1
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	70.2	69.2	70.5	70.0
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.751			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.29			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.71			
25	FLUJO (mm)	3.3	3.6	3.6	3.5
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,412.8	1,412.8	1,427.0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,469.0	1,469.0	1,484.0	1474.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4,448.8	4,131.0	4,173.2	4251.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 5.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 32. Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.5 % Asfalto)**

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	5.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	37.80			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	56.70			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.23	6.17	6.18	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,216.8	1,210.6	1,210.9	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,219.8	1,214.6	1,215.0	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	715.0	714.0	714.2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3.0	4.0	4.1	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	504.8	500.6	500.8	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.59	0.80	0.82	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.410	2.418	2.418	2.416
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.515			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4.2	3.9	3.9	4.0
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.5	16.3	16.3	16.4
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	74.8	76.4	76.3	75.8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.754			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.33			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.17			
25	FLUJO (mm)	3.8	3.8	3.8	3.8
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,299.8	1,262.1	1,285.7	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,352.0	1,313.0	1,337.0	1334.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	3,548.6	3,446.2	3,509.2	3501.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 5.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 33.** Diseño de mezcla asfáltica modificado (6.0 % Asfalto)

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	6.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	37.60			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	56.40			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.19	6.20	6.23	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,220.0	1,219.0	1,219.5	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,220.4	1,228.0	1,234.2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	718.5	725.0	729.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0.4	9.0	14.7	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	501.9	503.0	505.2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.08	1.79	2.91	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.431	2.423	2.414	2.423
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.495			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	2.6	2.9	3.3	2.9
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.3	16.5	16.9	16.6
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	84.2	82.6	80.8	82.5
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.753			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.33			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.67			
25	FLUJO (mm)	4.1	4.1	4.1	4.1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,177.4	1,191.5	1,177.4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,224.0	1,239.0	1,224.0	1229.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	3,011.8	3,048.7	3,011.8	3024.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 6.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

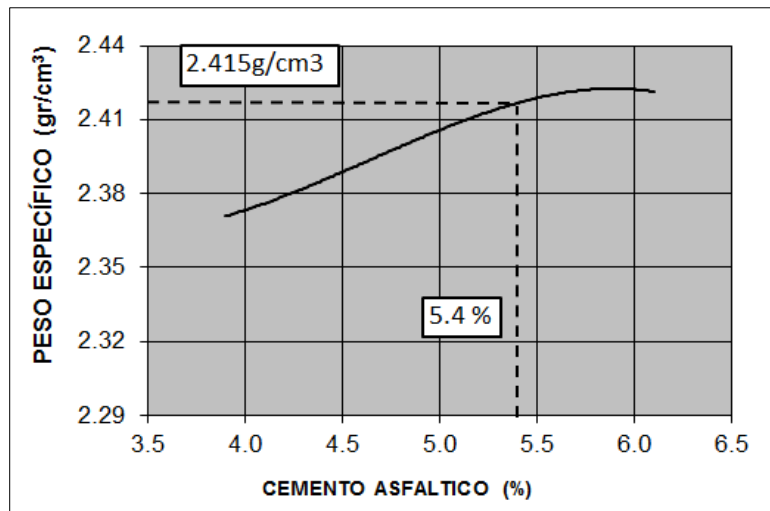


Figura 23. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Peso Especifico  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 2.415 g/cm<sup>3</sup> de peso específico para un 5.4% de asfalto.

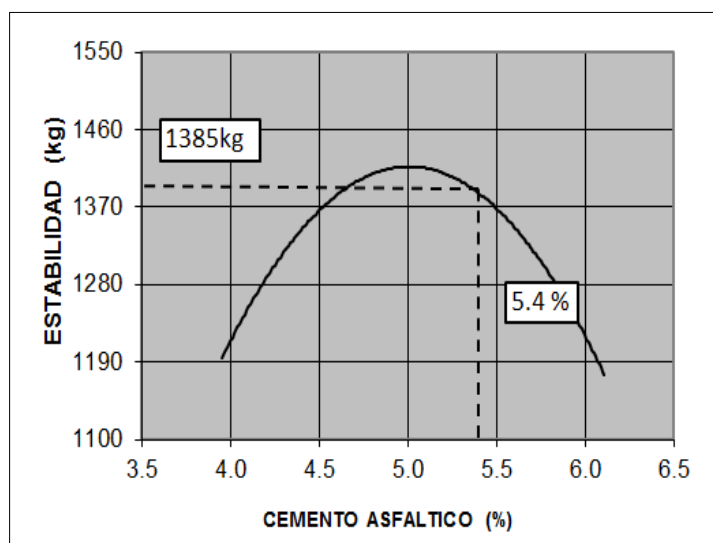


Figura 24. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Estabilidad  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 1385 kg de estabilidad para un 5.4% de asfalto.

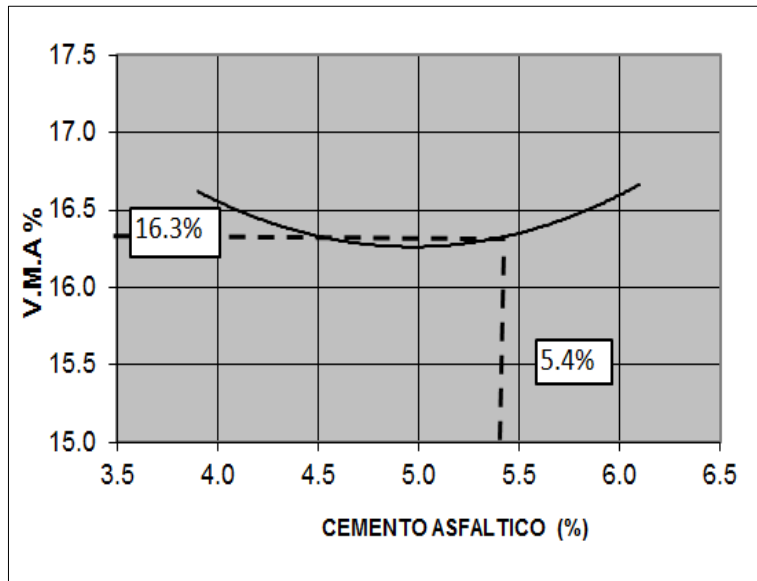


Figura 25. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.M.A %  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 16.3% de vacíos del agregado mineral para un 5.4% de asfalto.

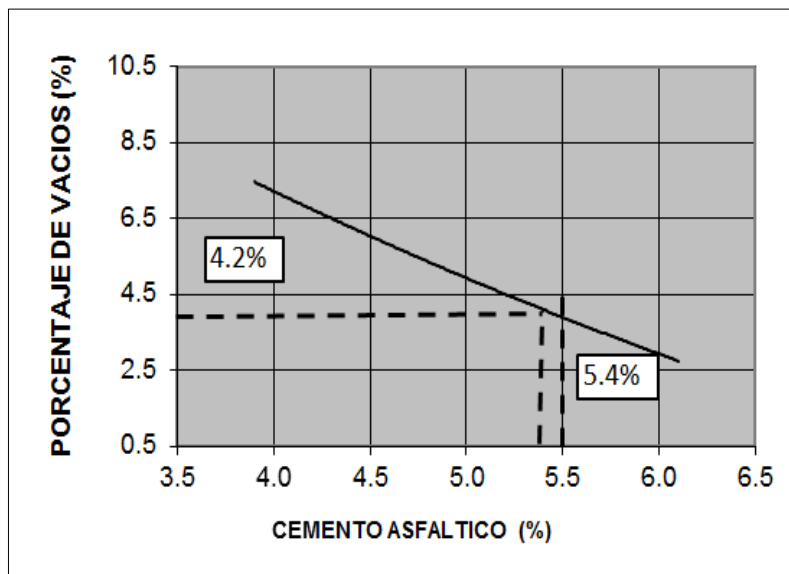


Figura 26. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs % VACIOS  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 4.2 % de porcentaje de vacios para un 5.4% de asfalto.



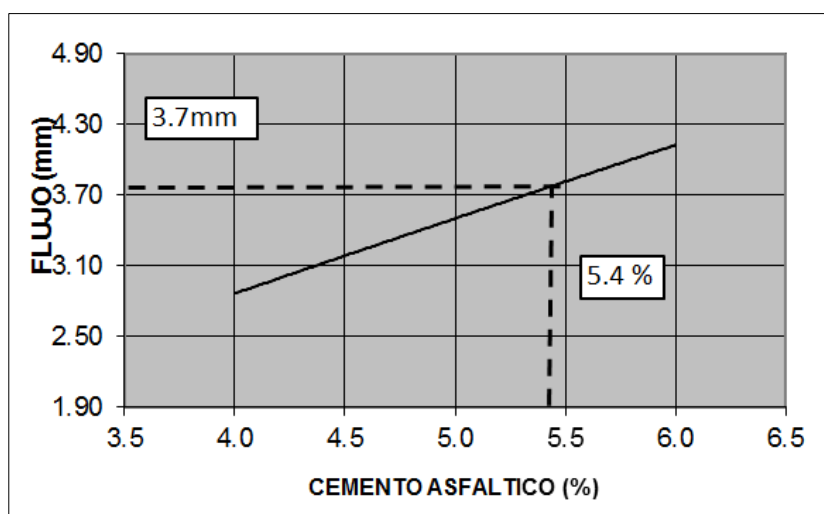


Figura 27. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Flujo  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 3.7 mm de flujo para un 5.4% de asfalto.

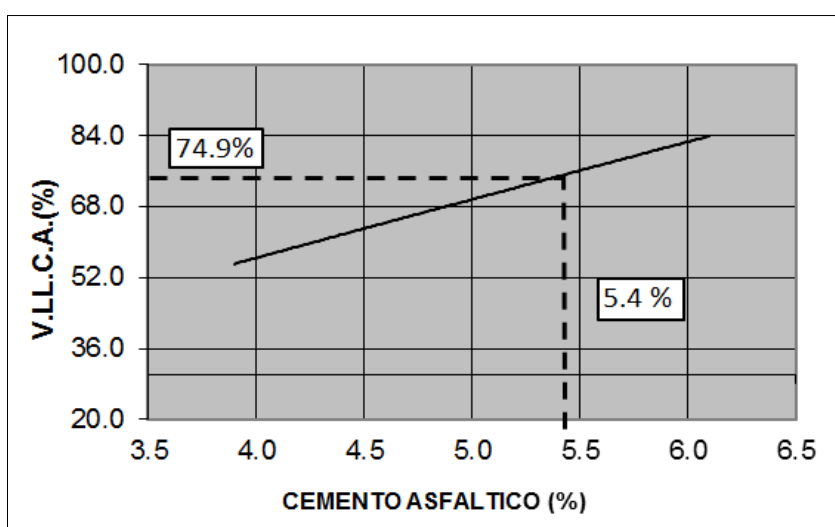


Figura 28. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.L.L.C.A.  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 74.9% de vacíos llenos de cemento asfáltico para un 5.4% de asfalto.

### Diseño de mezcla con 1.4 % de Polímero Elval

Se presenta el diseño de mezcla asfáltica modificada con el 1.4% del polímero Elvaloy 4170 Ret la cual sus porcentajes de asfalto variaron entre 4.5% - 6.5%, a continuación se observa las siguientes tablas.

**Tabla 34:** *Diseño de mezcla asfáltica modificado (4.5 % Asfalto)*

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
Nº	Denominación	1A	2B	3C	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	4.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.20			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.30			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.32	6.37	6.37	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,205.6	1,205.6	1,203.4	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,209.2	1,212.6	1,205.8	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	696.6	696.4	689.2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3.6	7.0	2.4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	512.6	516.2	516.6	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.70	1.36	0.46	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.352	2.336	2.329	2.339
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.574			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8.6	9.3	9.5	9.1
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	18.500			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	17.7	18.3	18.5	18.2
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	51.2	49.4	48.6	49.7
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.777			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.63			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.87			
25	FLUJO (mm)	3.3	3.8	3.8	3.6
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,488.3	1,346.9	1,356.3	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,488.0	1,347.0	1,356.0	1,397.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4506.4	3535.4	3559.1	3867.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 4.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 35:** Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.0 % Asfalto)

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
Nº	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	5.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.00			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.00			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.28	6.27	6.30	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,211.2	1,213.4	1,211.6	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,215.2	1,215.2	1,215.4	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	706.0	706.8	705.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	4.0	1.8	3.8	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	509.2	508.4	510.4	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.79	0.35	0.74	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.379	2.387	2.374	2.380
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.553			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6.8	6.5	7.0	6.8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	17.2	16.9	17.4	17.2
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	60.3	61.5	59.7	60.5
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.776			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.63			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.37			
25	FLUJO (mm)	4.3	4.1	4.1	4.1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,446.9	1,451.5	1,451.5	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.04	1	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,447.0	1,510.0	1,452.0	1,470
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	3,351.1	3,715.6	3,572.8	3,546.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 5.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 36. Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.5 % Asfalto)**

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)						
N°	Denominación		1a	3b	3c	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)		5.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)		37.80			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)		56.70			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)		0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE		1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")		2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE		-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)		6.20	6.20	6.17	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)		1,217. 2	1,217. 0	1,211. 2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)		1,218. 4	1,217. 6	1,212. 2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)		716.0	715.0	712.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)		1.2	0.6	1.0	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )		502.4	502.6	500.2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)		0.24	0.12	0.20	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )		2.423	2.421	2.421	2.422
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041		2.533			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)		4.3	4.4	4.4	4.40
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )		2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)		16.1	16.2	16.2	16.2
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)		73.1	72.9	72.9	73.0
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.776			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.63			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4.87			
25	FLUJO (mm)		4.6	4.1	4.6	4.4
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)		1,469. 4	1,469. 4	1,469. 4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD		1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)		1,528. 0	1,528. 0	1,528. 0	1528.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)		3,342. 1	3,759. 8	3,342. 1	3481.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 5.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 37:** Diseño de mezcla asfáltica modificado (6.0 % Asfalto)

ENSAYO MARSHALL ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	6.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	37.60			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	56.40			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.23	6.24	6.19	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,218.2	1,223.0	1,213.6	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,219.0	1,224.8	1,214.2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	713.8	719.0	712.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0.8	1.8	0.6	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	505.2	505.8	502.2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.16	0.36	0.12	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.411	2.418	2.417	2.414
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.513			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4.0	3.8	4.1	3.9
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.9	16.7	16.3	16.8
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	76.2	77.5	74.6	76.7
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.776			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.63			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.37			
25	FLUJO (mm)	4.6	4.6	4.8	4.7
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,497.7	1,493.0	1,592.0	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,558.0	1,553.0	1,656.0	1589.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	3,407.7	3,396.8	3,431.4	3412.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 6.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 38.** *Diseño de mezcla asfáltica modificado (6.5 % Asfalto)*

Ensayo marshall ( astm d 1559 – mtc e 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	6.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	37.40			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	56.10			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.29	6.30	6.30	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1,229.4	1,233.0	1,233.0	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1,230.2	1,243.2	1,234.2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	720.2	723.8	723.8	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0.8	1.2	1.2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	510.0	510.4	510.4	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.16	0.24	0.24	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.411	2.416	2.416	2.414
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.493			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3.3	3.1	3.1	3.2
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	17.4	17.2	17.2	17.3
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	81.0	82.0	82.0	81.7
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.776			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.63			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.87			
25	FLUJO (mm)	5.1	5.1	5.1	5.1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,502.4	1,691.1	1,502.4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,502.0	1,691.0	1,502.0	1565.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	2,956.7	3,328.7	2,956.7	3081.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 6.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

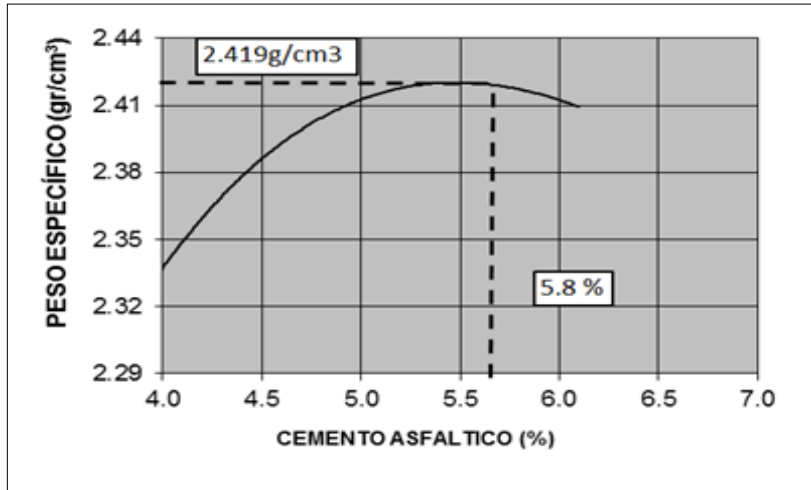


Figura 29. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Peso Especifico  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 2.419 g/cm<sup>3</sup> de peso específico para un 5.8% de asfalto.

Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Estabilidad

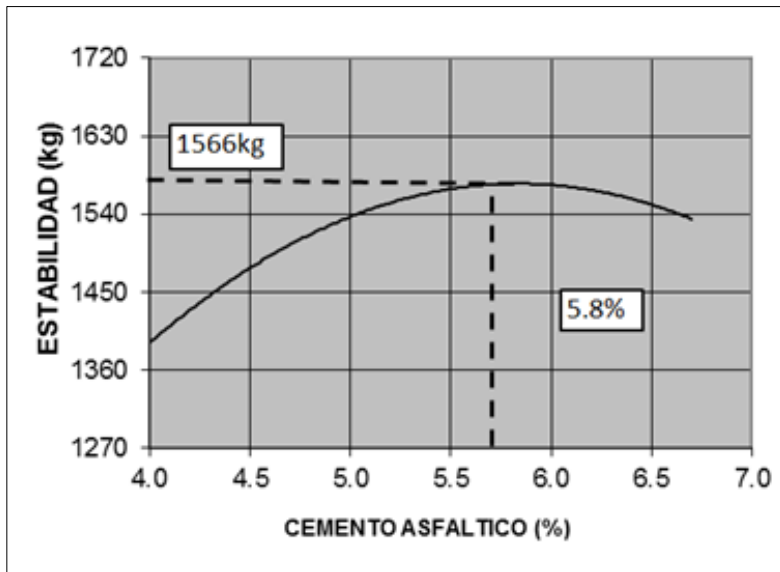


Figura 30. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Estabilidad  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 1566 kg de estabilidad para un 5.8% de asfalto.

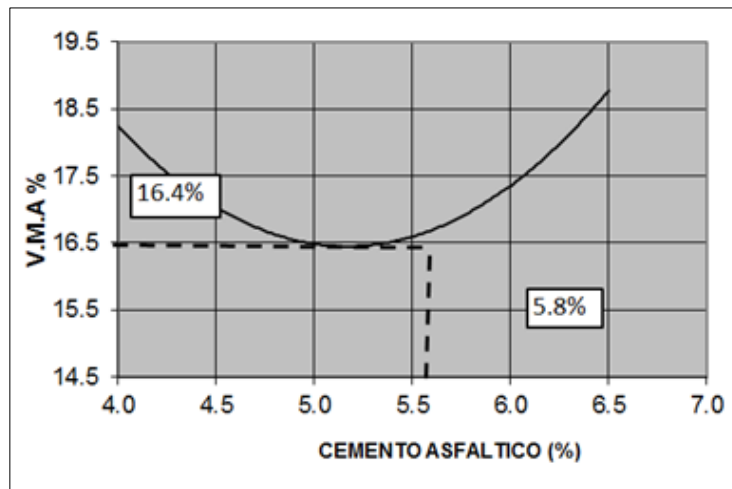


Figura 31. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.M.A  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 16.4% de vacíos del agregado mineral para un 5.8% de asfalto.

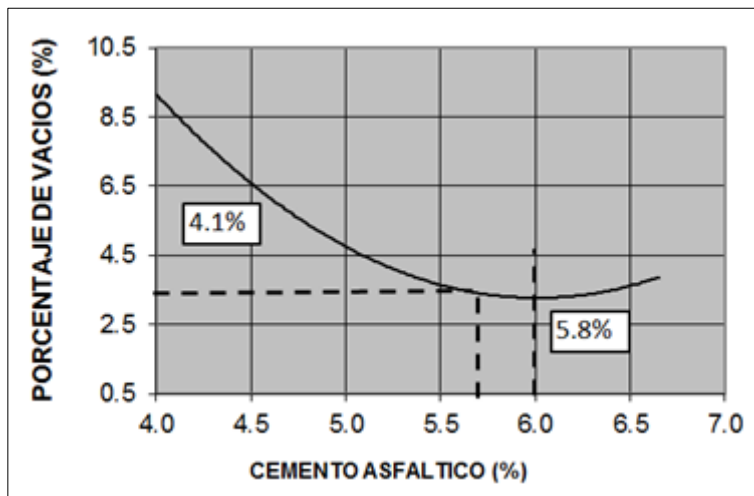


Figura 32. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs % Vacios  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 4.1% de vacios para un 5.8% de asfalto.



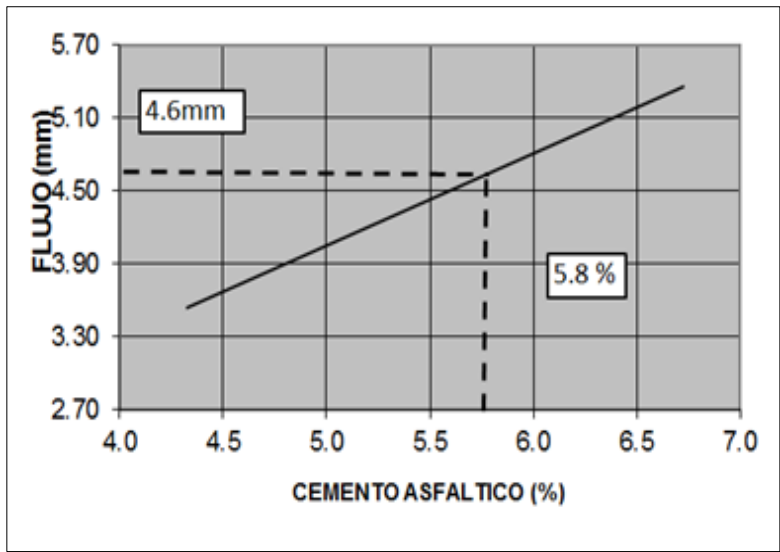


Figura 33. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Flujo  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 4.6mm de flujo para un 5.8% de asfalto.

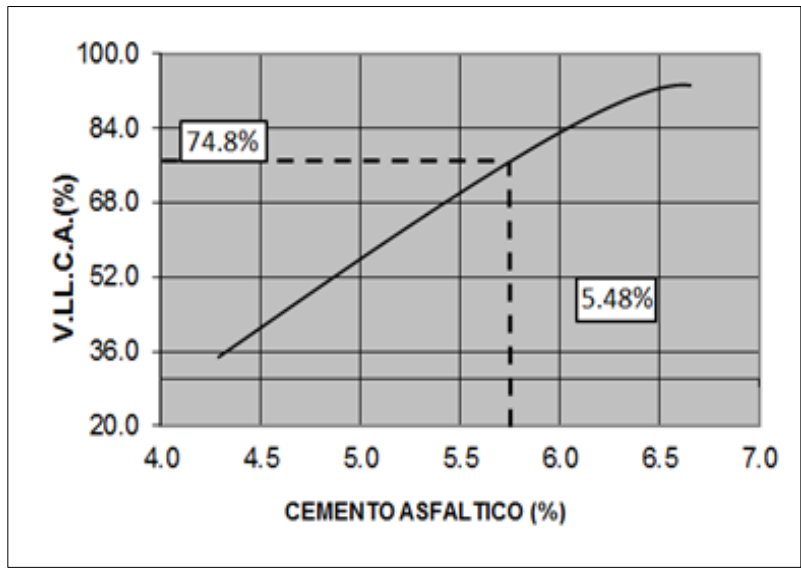


Figura 34. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.L.L.C.A  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 74.8% de vacios llenos de cemento asfaltico para un 5.8% de asfalto.

## Diseño de mezcla con 1.7 % de Polímero Elvaloy

Se presenta el diseño de mezcla asfáltica modificada con el 1.7% del polímero Elvaloy 4170 Ret la cual sus porcentajes de asfalto variaron entre 4%- 6%, a continuación se observa las siguientes tablas.

**Tabla 39:** Diseño de mezcla asfáltica modificado (4% Asfalto)

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	4.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.4			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.6			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.17	6.16	6.16	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1200.2	1196.8	1200.5	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1202.4	1203.3	1205.2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	702.5	704.1	705.6	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2.2	6.5	4.7	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	499.9	499.2	499.6	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.44	1.30	0.94	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.401	2.397	2.403	2.400
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.592			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7.4	7.5	7.3	7.4
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	15.5	15.7	15.5	15.6
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	52.5	52.2	53	52.6
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.773			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.59			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.41			
25	FLUJO (mm)	2.8	2.8	3.0	2.9
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1332.8	1295.1	1309.2	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1386.0	1347.0	1362.0	1565.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4960.6	4821.0	4468.5	4750.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 4% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 40:** Diseño de mezcla asfáltica modificado (4.5% Asfalto)

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	4.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.2			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.3			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.15	6.16	6.15	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1198.8	1202.2	1199.2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1202.6	1205.8	1200.5	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGÜA (g)	704.2	706.5	702.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3.8	3.6	1.3	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	498.4	499.3	498.5	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.76	0.72	0.26	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.405	2.408	2.406	2.406
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.555			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	5.9	5.8	5.9	5.8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	15.8	15.7	15.8	15.8
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	62.9	63.3	63.0	63.1
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.753			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.33			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.17			
25	FLUJO (mm)	3.0	3.0	3.3	3.1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1409.9	1409.9	1414.5	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1466.0	1466.0	1471.0	1468.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4809.7	4809.7	4454.9	4691.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 4.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 41. Diseño de mezcla asfáltica modificado (5 % Asfalto)**

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1a	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	5.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	38.0			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	57.0			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.15	6.17	6.17	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1207.0	1209.8	1209.8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1210.6	1213.2	1213.2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	712.2	713.2	713.2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3.6	3.4	3.4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	498.4	500.0	500.0	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.72	0.68	0.68	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.422	2.420	2.420	2.420
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.539			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4.6	4.7	4.7	4.7
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	15.7	15.8	15.8	15.8
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	70.6	70.3	70.3	70.4
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.759			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.40			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4.60			
25	FLUJO (mm)	3.6	3.6	3.6	3.6
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1474.1	1474.1	1474.1	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1533.0	1533.0	1533.0	1533.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	4311.0	4311.0	4311.0	4311.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 5.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 42.** *Diseño de mezcla asfáltica modificado (5.5% Asfalto)*

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	5.5			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	37.8			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	56.7			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.00			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			-
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.21	6.22	6.23	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1216.8	1216.9	1217.2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1218.0	1224.8	1220.0	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	714.5	720.2	715.0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1.2	7.9	2.8	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	503.5	504.6	505.0	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.24	1.57	0.55	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.417	2.412	2.410	2.413
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.506			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3.6	3.8	3.8	3.7
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.3	16.5	16.5	16.4
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	78.2	77.2	76.8	77.4
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.742			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.18			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.32			
25	FLUJO (mm)	3.8	3.8	3.8	3.8
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1309.2	1356.3	1332.8	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1362.0	1411.0	1386.0	1386.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	3574.8	3703.4	3637.8	3639.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 5.5% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

**Tabla 43.** Diseño de mezcla asfáltica modificado (6 % Asfalto)

Ensayo marshall ( ASTM D 1559 – MTC E 504)					
N°	Denominación	1	2	3	Promedio
1	CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	6.0			
2	AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	37.6			
3	AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	56.4			
4	FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA (%)	0.0			
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO - APARENTE	1.010			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (< 1")	2.734			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.725			
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	-			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.20	6.21	6.24	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (1) (g)	1218.4	1224.0	1225.0	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1223.4	1224.2	1225.9	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	721.0	720.5	720.2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	5.0	0.2	0.9	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm <sup>3</sup> )	502.4	503.7	505.7	
15	PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.00	0.04	0.18	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.425	2.430	2.422	2.426
17	PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO (RICE)-ASTM2041	2.492			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	2.7	2.5	2.8	2.7
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )	2.729			
20	VACÍOS DE AGREGADO MINERAL (V.M.A.) (%)	16.5	16.3	16.6	16.5
21	VACÍOS LLENADOS CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	83.8	84.7	83.2	83.9
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.750			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.28			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.72			
25	FLUJO (mm)	4.1	4.1	4.1	4.1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1168.0	1191.5	1177.4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1215.0	1239.0	1224.0	1226.0
29	RELACIÓN ESTAB./FLUJO (kg/mm)	2989.7	3048.7	3011.8	3017.0

Fuente: Propia

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos por el ensayo Marshall, se trabajó con 6.0% de asfalto y a continuación se obtuvo como resultado; porcentajes de vacíos, estabilidad y flujo, así como el índice de rigidez a los 75 golpes.

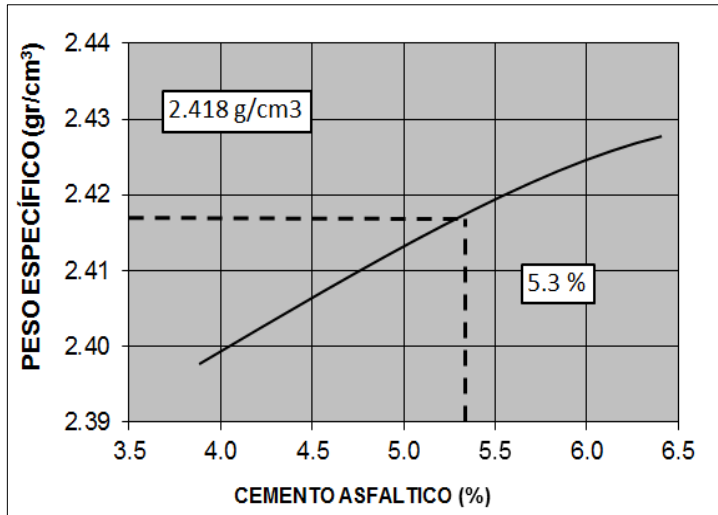


Figura 35. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Peso específico  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 2.418 g/cm<sup>3</sup> para un 5.3% de asfalto.

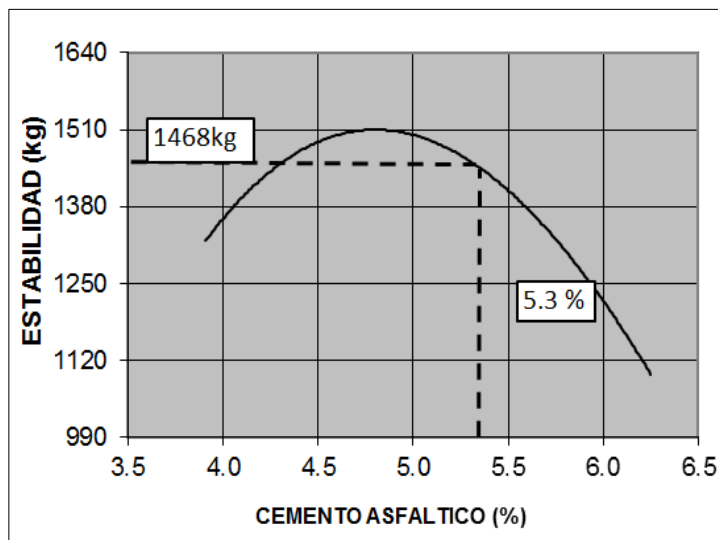


Figura 36. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Estabilidad  
Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo 1468 kg de estabilidad para un 5.3% de asfalto.

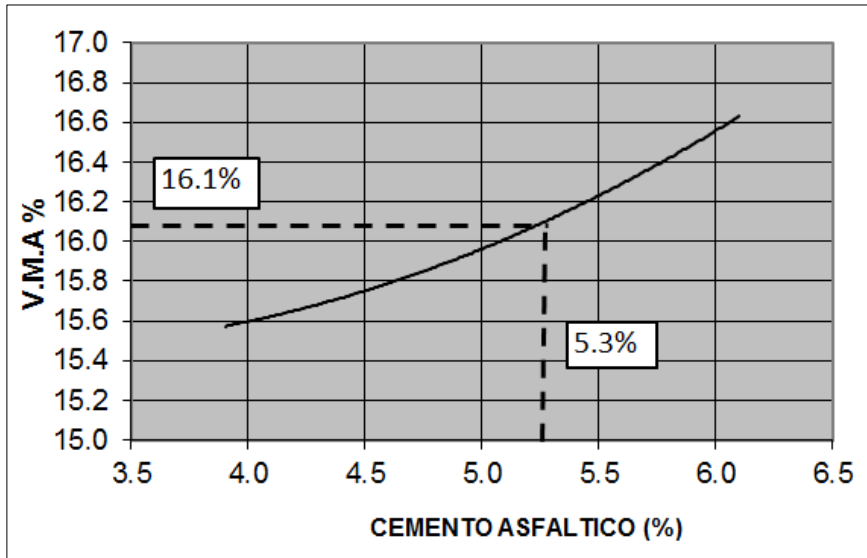


Gráfico 37. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.M.A %  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 16.1% de V.M.A para un 5.3% de asfalto.

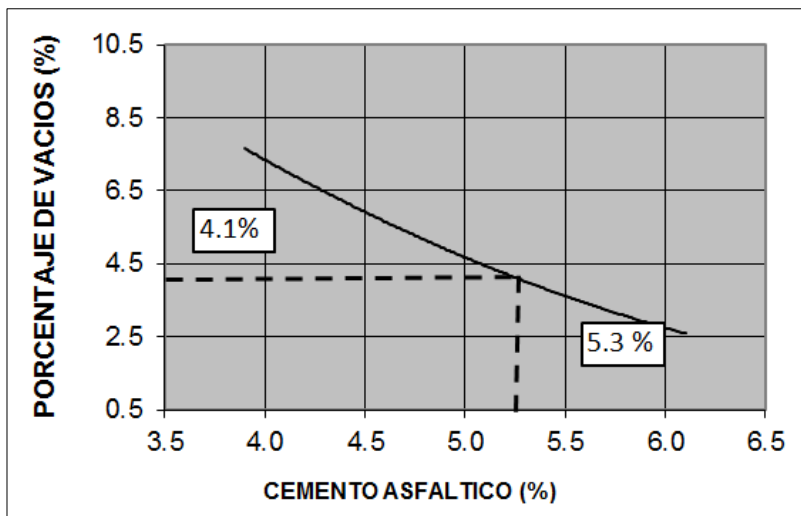


Gráfico 38. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs % Vacíos  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 4.1% de porcentaje de vacíos para un 5.3% de asfalto.



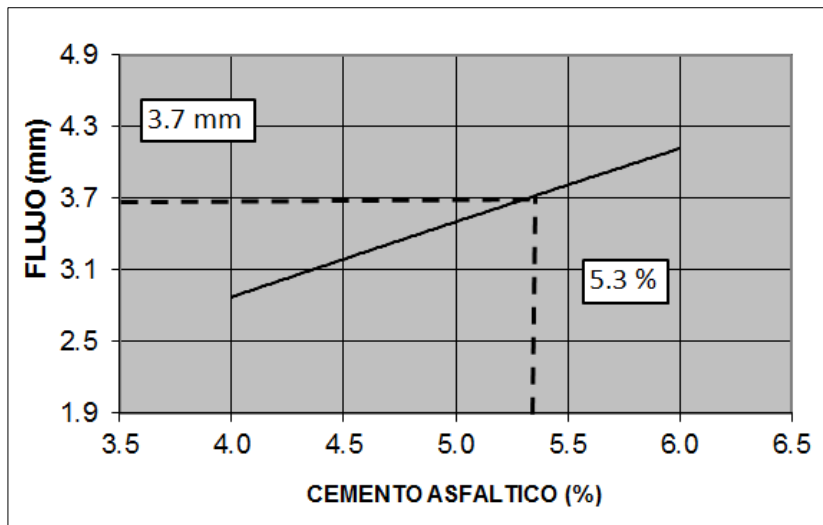


Gráfico 39. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs Flujo  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 3.7 mm de flujo para un 5.3% de asfalto.

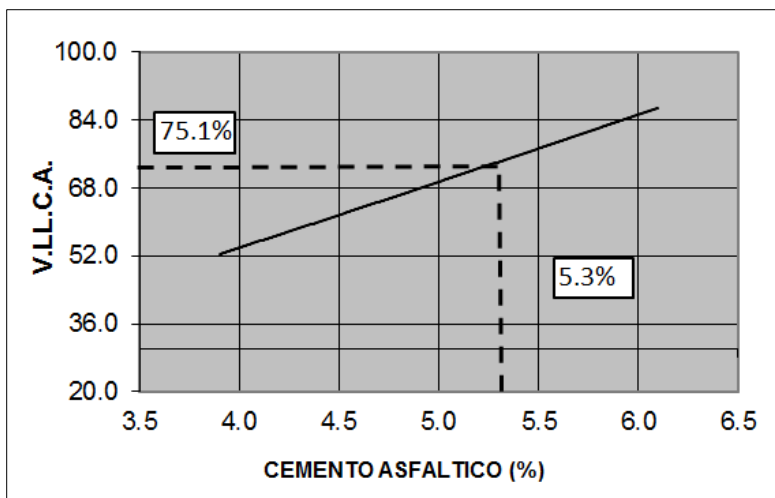


Gráfico 40. Porcentaje de cemento asfáltico modificado vs V.L.L.C.A.  
 Fuente: Laboratorio (Dirección de Estudios Especiales)

Se obtuvo un 75.1% de porcentaje de vacíos llenos de cemento asfáltico para un 5.3% de asfalto.

## Resultados comparativos

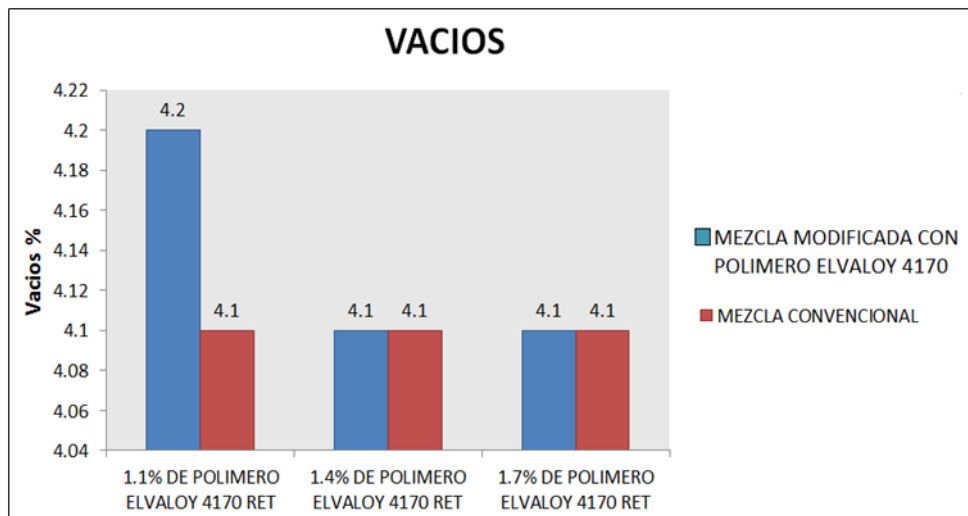


Figura 35. % de vacíos en mezclas asfálticas  
Fuente:Propia

Interpretación: Como se puede visualizar, se presenta el porcentaje de vacíos para los 4 diseños de mezclas asfálticas tanto convencional como modificadas. El porcentaje de vacíos se mantiene constante con 4.1% de vacíos en las mezclas modificadas con 1.4% y 1.7%, tomaremos un valor promedio al porcentaje de mezcla con 1.4% de Elvaloy ya que es un porcentaje más estable para trabajar.

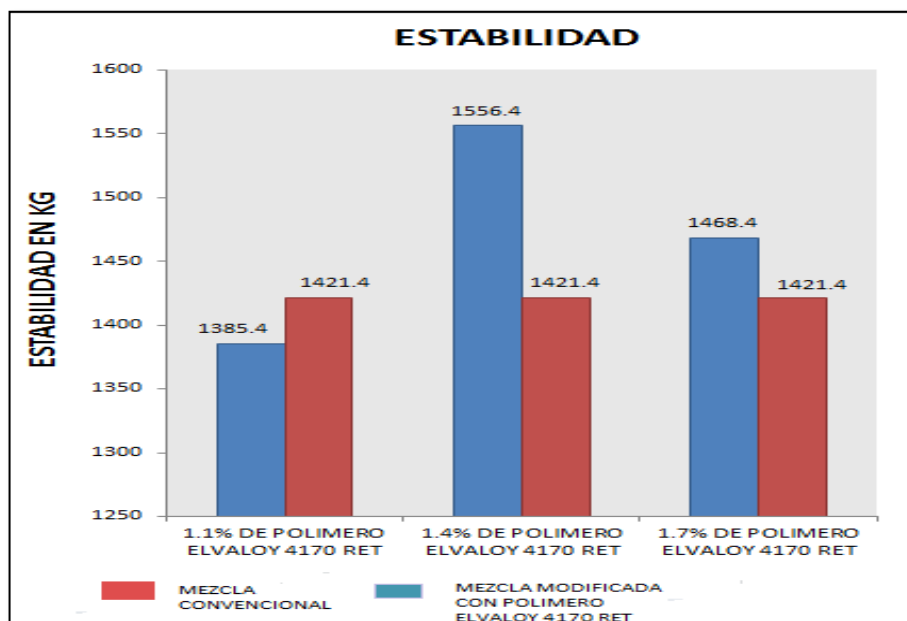


Figura 36. Estabilidad en los 4 diseños de mezcla  
Fuente:Propia

Interpretacion: Se observa que la estabilidad de la mezclas asfáltica convencional es de 1385.4 kg, menor a la que presentan las mezclas con diferentes porcentajes de Elvaloy, siendo el más alto y con mejor estabilidad el de porcentaje 1.4 % de Elvaloy con 1556.4 kg.

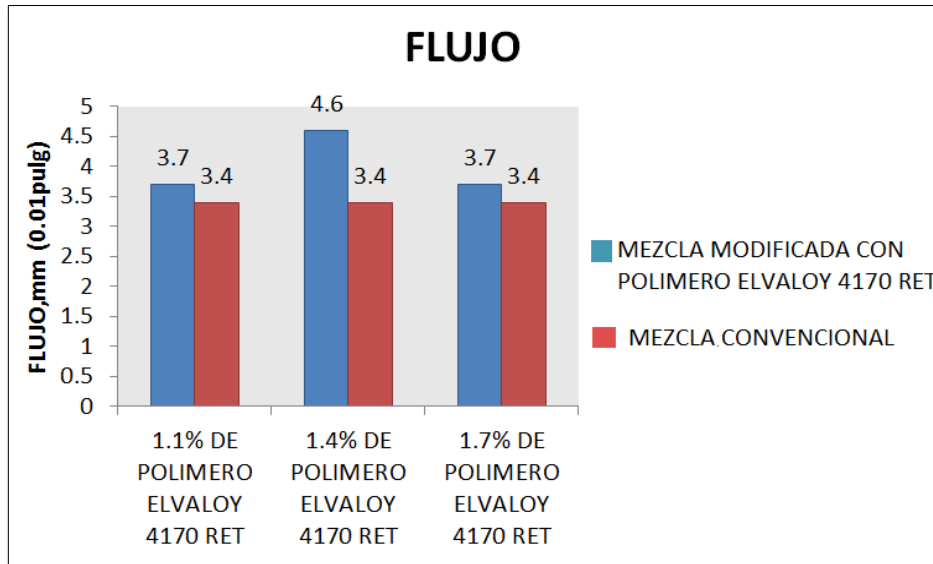


Figura 37. Flujo en los 4 diseños de mezcla  
Fuente: Propia

Interpretacion: Se observa que el flujo en la mezcla asfáltica con 1.4% del polímero Elvaloy es 4.6 mm con mucho mayor al flujo que presenta la mezcla convencional y las otras mezclas modificadas con 1.1% y 1.7% de Elvaloy, El valor de flujo al ser mayor permite que el espécimen pueda adaptarse a la deformación y el punto máximo de carga durante la prueba de estabilidad.

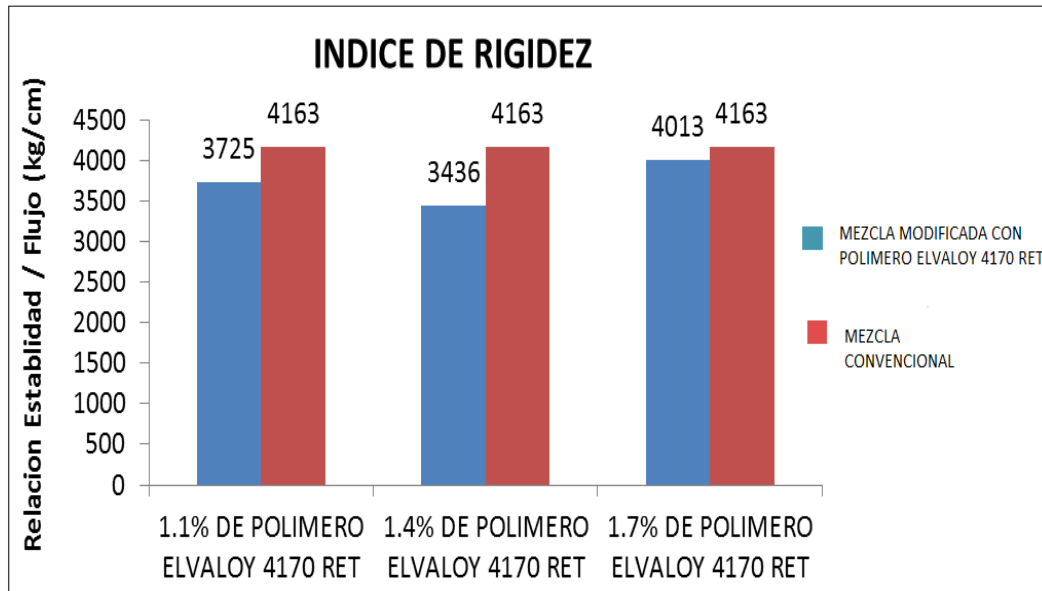


Gráfico 38. Relacion estabilidad flujo (Índice de rigidez)  
Fuente: Propia

Interpretación: Se observa que la rigidez en la mezcla convencional es mas alta que la que presenta las 3 mezcla modificada para ello. Se tomara la mezcla con 1.4% de Elvaloy ya que al tener un bajo índice de rigidez , permitirá que el diseño de mezcla tenga un mejor desempeño y no se fisure por alta rigidez.

## Interpretación de resultados del asfalto convencional y asfalto modificado con 1.4% de Elvaloy

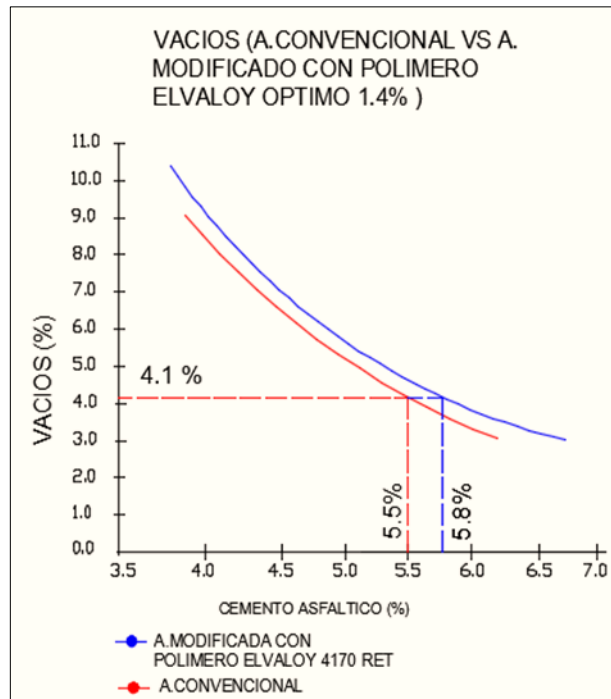


Figura 38. Relación de vacíos  
Fuente: Propia

Interpretación: Según el porcentaje de vacíos que especifica la norma en un rango de 3% - 5%, lo cual se obtuvo un 4.1% que cumple con lo especificado, por lo tanto nos permite tener compactación adicional bajo el tráfico y proporcionar la fluidez del asfalto durante esa compactación. Por ende se puede decir que la incorporación de polímeros elvaloy si influyo en los porcentajes de vacios de la mezcla asfáltica.

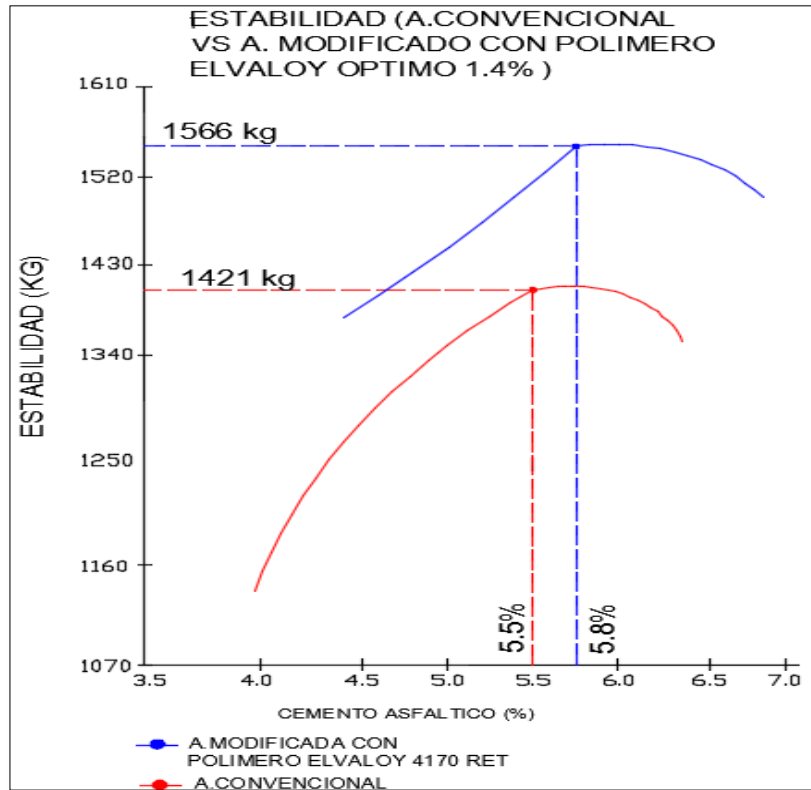
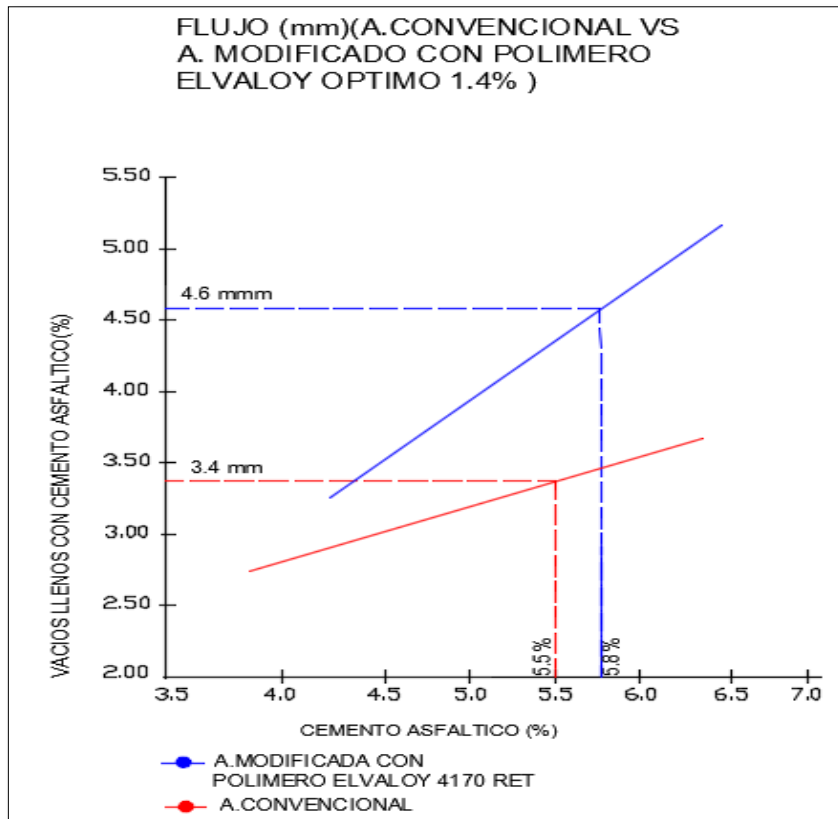


Figura 39. Relación de estabilidad  
Fuente: Propia

Interpretamos: Se observa que la estabilidad de las mezclas asfálticas convencionales es de 1421 kg, menor a la de la mezcla modificada con polímeros Elvaloy de 1566.4 kg. Esto quiere decir que tiene la capacidad de resistir desplazamiento y deformación bajo las cargas de tránsito pesado y repetitivo, evitando fallas de ahuellamientos y ondulaciones.

Por lo tanto se puede concluir que según la hipótesis planteada, el polímero Elvaloy intervino de una manera positiva, aumentando la estabilidad de la mezcla asfáltica modificada.



Figura

40. Relación de estabilidad  
Fuente: Propia

Interpretamos: El flujo es la medida por deformación durante el ensayo de estabilidad donde la mezcla convencional presenta un 3.4mm con un 4.6 mm de mezcla modificada con polímeros Elvaloy, los valores obtenidos para los dos tipos de mezcla, esencialmente representan el comportamiento a la hora de deformarse frente a la acción de cargas, donde una fluencia alta causa demasiado plasticidad, es decir, tienden a deformarse bajo cargas de tránsito y cuando se incrementa la temperatura. Por lo tanto se puede concluir que la incorporación de polímero Elvaloy si contribuyo a mejorar el flujo.

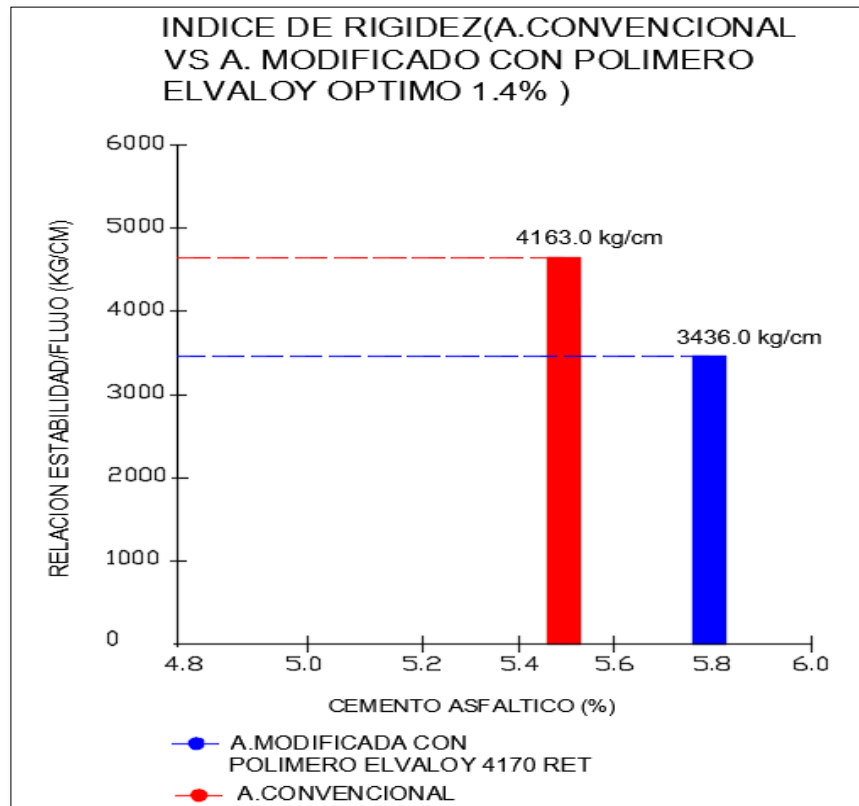


Figura 41. Relación de flujo

Fuente: Propia

Interpretamos: Se observa el gráfico que el índice de rigidez de la mezcla convencional es de 4163.0 kg/cm y la mezcla modificada con un 3436.0kg/cm. Por lo tanto, podemos demostrar que no necesariamente teniendo mayor rigidez me proporcionara mas resistencia ya que este puede hacer más rígido la carpeta asfáltica y fallar.



### 3.3 Contratación de hipótesis

#### 3.3.1 Contratación de hipótesis: La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET influye en los porcentajes de vacíos de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.

Hipótesis alterna (Ha): La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET influye en los porcentajes de vacíos de una mezcla asfáltica convencional.

Hipótesis nula (Ho): La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET no influye en los porcentajes de vacíos de una mezcla asfáltica convencional.

En base a los resultados presentados otorga como conclusión que la adición polímeros Elvaloy 4170 RET influye en los porcentajes de vacíos de una mezcla asfáltica convencional. Por lo tanto, es aceptada la hipótesis alternativa y es rechazada la hipótesis nula.

**Tabla 76.** Resultados de % de vacíos

Polímero Elvaloy	Patrón	1.1%	1.4%	1.7%
% Vacíos	4.1	4.2	4.1	4.1

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 76 se puede concluir que al realizar el ensayo Marshall el polímero Elvaloy si influye en la mezcla asfáltica convencional, ya que se obtuvo un aumento con el porcentaje de 1.1% de Elvaloy, sin embargo se debe evaluar el comportamiento en general de la mezcla con los otros factores resultantes.

### **3.3.2 Contrastación de hipótesis: La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET interviene en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.**

Hipótesis alterna (Ha): La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET interviene en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional.

Hipótesis nula (Ho): La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET no interviene en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional.

En base a los resultados presentados otorga como conclusión que la adición polímeros Elvaloy 4170 RET interviene en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional. Por lo tanto, es aceptada la hipótesis alternativa y es rechazada la hipótesis nula.

**Tabla 77. Resultados de estabilidad**

Polímero Elvaloy	Patrón	1.1%	1.4%	1.7%
Estabilidad (kg)	1421.4	1385.4	1556.4	1468.4

Fuente: elaboración propia

Interpretamos: En base a la Tabla 77 se puede concluir que al realizar el ensayo Marshall el polímero Elvaloy si interviene en la mezcla asfáltica convencional, ya que se obtuvo un aumento considerable con el porcentaje de 1.4% de Elvaloy, aumentando de 1421.4 kg a 1556.4 kg, presentando una mejor estabilidad para un futuro mejor desempeño.

### **3.3.3 Contrastación de hipótesis: La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET contribuye en el aumento del flujo de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.**

Hipótesis alterna (Ha): La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET contribuye en el aumento del flujo de una mezcla asfáltica convencional.

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET no contribuye en el aumento del flujo de una mezcla asfáltica convencional.

En base a los resultados presentados otorga como conclusión que la adición polímeros Elvaloy 4170 RET contribuye en el aumento del flujo de una mezcla asfáltica convencional. Por lo tanto, es aceptada la hipótesis alternativa y es rechazada la hipótesis nula.

**Tabla 78.** *Resultados de flujo*

Polímero Elvaloy	Patrón	1.1%	1.4%	1.7%
Flujo (mm)	3.4	3.7	4.6	3.7

Fuente: elaboración propia

Interpretamos: En base a la Tabla 78 se puede concluir que al realizar el ensayo Marshall el polímero Elvaloy contribuye en el aumento del flujo de una mezcla asfáltica convencional, ya que se obtuvo un aumento considerable con el porcentaje de 1.4% de Elvaloy, aumentando de 3.6 mm a 4.6 mm, por lo que se afirma la hipótesis planteada.

## **IV.DISCUSIÓN**

**Analizar cómo actúa la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.**

Para poder determinar como actúa la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 Ret en los porcentajes de vacíos, se realizaron los ensayos tanto para los agregados como la mezcla asfáltica y comprobar si cumplen en base a los requerimientos técnico del Manual de Especificaciones EG- 2013. De los cuales a estos ensayos se realizó con las dosificaciones de 1.1%, 1,4% y 1.7% del polímero Elvaloy, el diseño de la mezcla asfáltica convencional, y el diseño patrón para los ensayos de Límites de Atterberg, Riedel Weber, y Marshall.

Vega (2016), en la tesis titulada “*Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico*” de la Universidad Técnica de Ambato, tiene como objetivo principal: la especificación del uso del procedimiento en seco para la obtención del asfalto modificado con partículas de caucho reciclado de neumáticos. La metodología fue del tipo aplicada, ya que los resultados óptimos que resulten se aplicaran en el uso cotidiano, su población y muestra son 15 muestras ensayadas con asfalto convencional y 45 muestras ensayadas con el caucho reciclado. Concluyo lo siguiente: El uso de las partículas de caucho reciclado aminora la contaminación al medio ambiente ya que estas demoran en desintegrarse mucho tiempo, mejora significativamente el costo de la obtención de una mezcla asfáltica modificada con este tipo de elemento ya que los neumáticos reciclados se pueden conseguir en plantas recicladoras por un bajo costo, no se requiere de un tamaño definido del caucho reciclado a usarse, en los resultados de los ensayos Marshall se observa que la estabilidad está en caída mientras que el volumen de vacíos está en crecida.

Los porcentajes de vacíos ensayados deben estar entre 3% a 5% para un pavimento de cemento asfáltico en caliente, con respecto al resultado del presente proyecto se obtuvo un 4.1% dentro del margen normativo, cual es necesario contener un cierto porcentaje de vacío adecuado para permitir alguna compactación adicional bajo la carga del tráfico así evitar fallas de exudación. Caso contrario según lo investigado por Vega en la cual los porcentajes de vacíos aumentaron al adicionar porcentajes de caucho reciclado.

**Evaluar como interviene la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.**

Para evaluar como interviene la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional, se realizaron los ensayos tanto para los agregados como la mezcla asfáltica y comprobar si cumplen en base a los requerimientos técnico del Manual de Especificaciones EG- 2013. Así como el diseño patrón para obtener la estabilidad fue mediante el ensayo Marsall.

Meneses y Páez (2017), en la tesis titulada “**Mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento a partir del uso y modificación de una mezcla drenante aplicado a vías rurales**” de la Universidad distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, tiene como objetivo principal: Evaluar la probabilidad de adaptar una mezcla asfáltica permeable como elemento estructural del pavimento flexible, mediante ensayos experimentales, para optimizar su resistencia, sin involucrar sus propiedades de permeabilidad de acuerdo con el capítulo 4 de la norma INV- 453–13 y la norma INV. E450-13. Aplico la metodología experimental ya que se realizaron ensayos en los laboratorios especializados para demostrar las hipótesis planteadas. Su población son 36 briquetas. Concluyó lo siguiente: La estabilidad de las mezclas permeables modificadas fue optimizada entre un 40% y 50% con respecto a la mezcla de control. La granulometría según el método Bailey fue la que obtuvo resultados más favorables en cuanto a esta variable, sin embargo el acomodamiento de partículas que se realiza con este método, a pesar de que redujo los vacíos de la mezcla en un 15%, no afectó la capacidad de drenaje, toda vez que cumplió con la prueba de permeabilidad. Al evaluar la relación estabilidad/flujo, ninguno de los especímenes cumplió con los requerimientos mínimos exigidos por la norma, causando que aún no se apruebe el uso de la mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento.

Según lo mencionado por Meneses y Paez el asfalto modificado la estabilidad resultante estuvo entre un 40 % y 50 % con respecto a la mezcla de control, la estabilidad tiene un notable aumento, así como en la presente investigación se tiene que la estabilidad aumenta en 181kg mas respecto al convencional, teniendo de estabilidad para la mezcla convencional 1421.4 kg y para la modificada 1556.4 kg , lo cual se confirma que el adicionar polímeros aumenta el porcentaje de estabilidad.

**Demostrar como contribuye la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en el flujo de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.**

Para demostrar como contribuye la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional , se realizaron los ensayos tanto para los agregados como la mezcla asfáltica y comprobar si cumplen en base a los requerimientos técnico del Manual de Especificaciones EG- 2013. Así como el diseño patrón para obtener la estabilidad fue mediante el ensayo Marshall.

Cahuana y Limas (2018), en su tesis titulada “*Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con betutec ic + aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional*” de la Universidad San Martín de Porres, cuyo objetivo general fue: Analizar mediante la comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con Betutec IC + aditivo Warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional con el blade de aportar civic chairman estabilidad a la carpeta asfáltica. Su población es la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica modificada ya siendo incorporado en distintas proporciones el Betutec IC más el aditivo mencionado y su muestra son 24 briquetas obtenidas mediante el ensayo de Marshall y concluyo lo siguiente : Aumento la estabilidad, fluidez, densidad de los agregados minerales así como redujo los espacios vacíos de la mezcla asfáltica, lo cual le da más vida útil al pavimento en reacción hacia los agentes negativos que puedan dañar la carpeta asfáltica.

Según Cahuana y Limas, por lo anterior mencionado el flujo aumento en el diseño presentado, así como también se obtuvo en la presente investigación que el flujo en la mezcla asfáltica con 1.4% del polímero Elvaloy es 4.6 mm con mucho mayor al flujo que presenta la mezcla convencional y las otras mezclas modificadas con 1.1% y 1.7% de Elvaloy, confirmando que el flujo aumenta notablemente.

## **V. CONCLUSIONES**



La incorporación del Polímero Elvaloy mejora la estabilidad de flujo notablemente, al aumentar su incorporación su estabilidad ira aumentando hasta alcanzar un valor optimo, Si sobrepasa los parámetros establecidos por las normativas de las mezclas para concretos bituminosos de: 1700 Kg/cm - 4000 Kg/cm MTC el pavimento pasara a ser un elemento mucho más rígido, propenso a futuras fracturas.

La incorporación de polímeros Elvaloy al cemento asfáltico mejora el comportamiento al desplazamiento, esto se debe al incremento de estabilidad de 1241.4 kg de mezcla convencional a un modificado con 1566.4 kg en un incremento notorio de estabilidad, asimismo nos indica que la mezcla asfáltica modificada incrementa su capacidad de resistir a una posible deformación y desplazamiento bajo cargas de tráficos repetitivos.

De acuerdo a los ensayos realizado en el laboratorio se comprobó que la incorporación de polímeros Elvaloy mejora la trabajabilidad de la mezclas asfálticas en caliente, ya que facilita la compactación y el mezclado debido a su temperatura de mezclas de 161°C–168°C y de compactación de 151.1°C–158.1°C, según las cartas de viscosidad, siendo mayor al convencional.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Como se demostró el trayecto de nuestro proyecto de investigación el polímero Elvaloy, resulto ser acreedor de propiedades químicas que favorecen al tipo de a zona de estudio. Se recomienda hacer estudio de lugar para aplicar en otros lugares con diferentes climas.

Es recomendable aplicar el uso del asfalto modificado con polímeros Elvaloy, para vías con transito denso, ya que notablemente mejorar las propiedades mecánicas.

Se recomienda que se utilicen agregados que proviene de la trituration, así tener mayor adherencia entre el asfalto y los áridos. Asimismo presentar un alto índice de rugosidad.

A si como también realizar ensayos que determine la deformación permanente ante condiciones climatológicas y acciones de carga dinámica para zonas de alto tránsito.

Se recomienda ampliar el presente proyecto de investigación realizando ensayos como HSV (Heavy Simulator Vehicles). Es decir, simulador de vehículos pesados, lo cual permite simular de manera acelerada el efecto de los vehículos pesados sobre la carpeta de rodadura, asimismo se podrá conocer el desempeño de la estructura del pavimento a una escala real, cabe agregar que este ensayo se desarrolla en Lanamme-UCR.

Se recomienda para obtener una mayor adherencia de los agregados gruesos y agregados finos que los agregados tengan una adecuada calidad en base a los ensayos de calidad que es requerido en las Especificaciones del Manual de Carreteras para poder obtener información acerca si necesita de un químico que ayude a una adecuada adhesividad de mezcla asfáltica junto con los agregados.

## **REFERENCIAS**

AL-AMOUDI, O., Al-homidy, A., Maslehuddin, M., & Saleh, T. A. (2017). Method and mechanisms of soil stabilization using electric arc furnace dust. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, 7, 46676. doi:<http://dx.doi.org/10.1038/srep46676>

CAHUANA, Elizabeth y LIMAS, Herless. Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con betotec ic + aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2018.

Disponible

[http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/4016/1/cahuana\\_limas.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/4016/1/cahuana_limas.pdf)

CARRIZALES, José y APAZA, José Javier. Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015.

Disponible

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1888/Carrizales\\_Apaza\\_Jose\\_%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1888/Carrizales_Apaza_Jose_%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

DEL CID ALMA, Rosemary y FRANCO, Recinos. Investigación fundamentos y metodología. 1ra. ed. México: Pearson, 2007. 187 pp.

ISBN: 970-26-1075-3

FORIGUA ORJUELA, José Edilson y Pedraza Díaz, Elkin. 2014. Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos: Universidad Católica de Colombia, 2014. 31 pp.

FRANCO LOZANO, Máximo, Leon Zambrano, Harol y Ruiz Ruiz, Jhon Eider. 2015. Estudio de la incidencia del Elvaloy en las propiedades reológicas del concreto asfáltico y del asfalto de la planta de Barrancabermeja: Universidad Católica de Colombia, 2015. 88 pp.

GOICOCHEA FERNÁNDEZ, Fredy. 2019. Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, chachapoyas – amazonas – 2017: Universidad

Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2019.83pp.

HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, Juan David y Darwin Duver Rosero Vega.2014.Rehabilitacion de pavimentos con mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímeros en la malla vial del municipio de Itagüí: Universidad de Medellín,2014.149pp.

INFANTE Ataurima, Carlos y VÁSQUEZ Alarcón, Deynis. Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros eva y sbs en la aplicación de asfálticas. Tesis (Ingeniero civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2016. 260 pp.

LÓPEZ Jácome, Stalin y VELOZ Vásquez, Yadira. Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros sbr y sbs, con agregados provenientes de la cantera Guayllabamba. Tesis (Ingeniero Civil). Sangolqui: Escuela Politécnica del Ejercito, 2013. 161 pp.

MÉNDEZ GONZÁLEZ, Gabriela Regina, Jonathan Eliseo, Morán Gutiérrez y Pineda Ramos, Lidia Carolina..Diseño de mezcla asfáltica tibia, mediante la metodología Marshall, utilizando asfalto espumado: Universidad de El Salvador, 2014.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013. 1274 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayos. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016. 1269 pp.

MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2014. mtc. Manual de carreteras, Diseño Geometrico. [En línea] octubre de 2014. 328pp.

[http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/Manuales/DG%202014\\_\(Oct\\_2014\).pdf](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/Manuales/DG%202014_(Oct_2014).pdf)

MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2014. mtc .Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Seccion suelos y Pavimentos. [En línea] 2014. 301pp.[http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manual](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manual)

es/Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\_Manual\_de\_Carreteras.pdf.

MAILA Paucar, Manuel. Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (EVA). Tesis (Ingeniero Civil). Quito, Ecuador: Universidad central del Ecuador. 2013. 166 pp.

NAVARRO JIMÉNEZ, José Martín. 2017. Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de pet: Universidad Señor de Sipán, 2017. 166 pp.

NTP (Norma Técnica Peruana) 339.128. Método de ensayo para el análisis granulométrico. Lima, Perú. (1999).

ONYEJEKWE, S., & Ghataora, G. S. (2015). Soil stabilization using proprietary liquid chemical stabilizers: Sulphonated oil and a polymer. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 74(2), 651-665. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10064-014-0667-8>.  
<https://search.proquest.com/docview/2111097177?accountid=37408>.

PEREDA , Danfer, CUBAS Parimango, NAHUM, Octavio. Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.

Disponible

[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1987/1/RE\\_ING.CIVIL\\_DANFER.PEREDA\\_NAHUM.CUBAS\\_ASFALTOS.CAUCHO.RECICLADO\\_DATOS\\_T046\\_18189442T.PDF.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1987/1/RE_ING.CIVIL_DANFER.PEREDA_NAHUM.CUBAS_ASFALTOS.CAUCHO.RECICLADO_DATOS_T046_18189442T.PDF.PDF)

PAREDES Matta, Elizabeth. Comportamiento mecánico de las mezclas tipo SMA (Stone Mastic Asphalt). Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma. 2009. 265 pp.

PAREDES Matta, Elizabeth. Comportamiento mecánico de las mezclas tipo SMA (Stone Mastic Asphalt). Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma. 2009. 265 pp.

SALCEDO de la Vega, Carlos. Experiencia de modificación de cemento asfáltico con polímeros sbs en obra. Tesis (Master en Ingeniería Civil). Lima: Universidad de Piura. 2008. 62 pp.

VÁZQUEZ Ruiz, Idalit. Ventajas y desventajas del uso de polímeros en los asfaltos. Tesis (Ingeniero Civil). Coatzacoalcos, Veracruz: Universidad Veracruzana. 2010. 73 pp.

VEGA ZURITA, Danilo Sebastián. 2016. Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico: Universidad Técnica de Ambato, 2016. 97pp.

CASHMORE, M. (2004). The role of science in environmental impact: Process and procedure versus purpose in the development of theory. *Environmental Impact Assessment Review*, 24, 403-426.

COLLAZOS, J. (2009). *Manual de Evaluación Ambiental de Proyectos*. Lima: San Marcos.

CONAM. (1999). *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Lima: Consejo Nacional del Ambiente.

CORONADO, Jorge. *Manual centro americano de mantenimiento de carreteras*. 2ª ed. Colombia, 2002. 47p

CONDO, L. (2015). *Diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias*. Riobamba: Aval ESPOCH.  
ISSN: 978-9942-21-569-7

CUCURRI, P. (2011). estudio para el mejoramiento la capa de rodadura de la carretera García moreno desde la entrada a la comunidad de laturun hasta la comunidad de cuatro esquinas, en la parroquia san Andrés, cantón guano, provincia de chimborazo para satisfacer las necesidades del sector. Ecuador. pp1.

Developing high-performance concrete incorporating highly-reactive rice husk ash [in



line]. University of Bogotá ,2010 [Date of consultation :5 of june of 2013].

Available in [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-56092013000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092013000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

ISSN: 0120-5609

Engineering properties of blended concrete with Colombian rice husk ash and metakaolin [in line]. University of the valley ,2008 [Date of consultation :20 of june of 2013].

Available in [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-30332013000200021&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332013000200021&lng=es&nrm=iso&tlng=en)

ISSN: 0123-3033

HERNÁNDEZ, S.(2015) La cascara de arroz, un problema medioambiental para la ciudad de manzanillo. Propuesta de soluciones para el desarrollo local .Cuba.p.02.

HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. Y BAPTISTA, M. (2010). Metodología de la investigación científica. 5.a.ed. México: Mc Graw Hill. 656pp.

JULIANO B. (1985) “Rice: Chemistry and Technology”. American Association of Cereal Chemists. Saint Paul, Minnesota, Estados Unidos.

JUÁREZ, B. (2012). Utilización de cáscara de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados [Tesis lic. Ing]. Guatemala (Gt): Universidad de san Carlos de Guatemala.

MARTÍNEZ, M. (2004). Los grupos focales de discusión como método de investigación. Heterotopía, 26, 59-72.

ISSN: 1316 – 1083

MONTEJO, A.(1998) .Ingeniería de pavimento.2°ed.Universidad católica de Colombia.734pp

ISBN:958-96036-2-9

MAFLA,A. (2009). Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción. Quito, pp12-13.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. (2008). Lima: fondo editorial. 110pp.

Removal of lead and nickel in aqueous solutions using lignocellulosic biomass: a review [in line]. University of Bogotá ,2010 [Date of consultation: 2 of December of 2013].

Available in [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262013000200023](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262013000200023)

ISSN:0123-4226

RONDÓN,H . (2008). Influencia de la temperatura de compactación sobre la resistencia de un material granular estabilizado con asfalto en caliente tipo MGEA-A: Instituto Tecnológico Metropolitano Colombia, 2014. 63pp

SALA, J. & VERAS, J. (2004): Informes de la Construcción, Vol. 37, n° 372, julio, 1985.

JUÁREZ, E y RICO, A. Mecánica de suelos: flujo de agua en suelos. 2°ed. Editorial limusa, 254pp

ISBN:968-18-0471-623.1

SALAS,J, GOMEZ,G y VERA,J.(1986). Hormigones con ceniza de cascara de arroz (R H A ) influencia del curado y del agua de amasado. Revista de Informes de la Construcción. Vol.38,(385):33-41.

SANDOVAL, C y GARNICA, P.( 2005). Analysis of the marshall and superpave methods for the compaction of asphalt mixtures . Mexican institute of transportation ,.62pp


Synthesis of ternary geopolymers based on metakaolin, boiler slag and rice husk ash [in line]. University Colombia ,2015 [Date of consultation : 22 of october of 2015].


## **ANEXOS**

ANEXO 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA		
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable1: Adición de Polímeros Elvaloy 4170 RET</b>			<b>Diseño de la investigación:</b> Experimental		
¿En qué medida la adición del polímero Elvaloy 4170 RET mejora el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019?	Definir de qué forma la aplicación de los polímeros Elvaloy 4170 RET modificara la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.	La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET mejora el comportamiento de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada		
			% ELVALOY 4170 RET	1.1 % Elvaloy + 0.02% A.P	NTP 321.149:2015,NTP 321.051: 2015,ASTM D6928,I.N.V. E – 748–07,EG 2013.		<b>Nivel de investigación:</b> Explicativo	
			Y					<b>Enfoque de Investigación:</b> Cuantitativo
			% Acido Polifosforico	1.4% Elvaloy+ 0.02% A.P				
	1.7% Elvaloy + 0.02% A.P	<b>Muestra:</b> 30 briquetas de muestra						
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicos</b>	<b>Variable2: Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional</b>			<b>Instrumento:</b> Fichas técnicas y hojas de cálculo.		
¿En que aspecto influye la adición del polímero Elvaloy 4170 RET en los porcentajes de vacíos de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019?	Analizar cómo actúa la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.	La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET influye en los porcentajes de vacíos de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	<b>Técnicas:</b> Conjunto de normas, cuadros comparativos y gráficos estadísticos.		
			vacíos	%	ENSAYO MARSHALL (MTC E 504 / ASTM D-6927)			
			estabilidad	kg				
¿Cómo interviene la adición del polímero Elvaloy 4170 RET en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019?	Evaluar como interviene la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.	La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET interviene en la estabilidad de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.	flujo	mm				
¿Cómo contribuye la adición del polímero Elvaloy 4170 RET en el flujo de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019?	Demostrar como contribuye la aplicación de polímeros Elvaloy 4170 RET en el flujo de la mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.	La adición de polímeros Elvaloy 4170 RET contribuye a aminorar el flujo de una mezcla asfáltica convencional para ser aplicada a la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019.						

Anexo 2: Fichas de recolección

 <b>FICHA DE RECOPIACION DE DATOS</b>																			
<p><b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL ADICIONANDO POLÍMEROS ELVALOY 4170 RET PARA LA AV. JOSÉ GRANDA, DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA 2019</p> <p><b>AUTOR:</b> CHAVEZ BRAVO, LIZ SARA</p>																			
ITEM	<p>INFORMACION GENERAL: Para cuestión de estudio el siguiente proyecto de investigación analizara la zona más daño del pavimento.</p>																		
	<p>UBICACIÓN: La zona con mayor daño en la Av. José Granda, San Martin de Porres –Lima</p>																		
	<table border="1"> <tr> <td>DISTRITO</td> <td>SAN MARTIN DE PORRES</td> <td>ALTITUD</td> <td>123 m.s.n.m</td> <td rowspan="3">NOT A 0-1</td> </tr> <tr> <td>PROVINCIA</td> <td>LIMA</td> <td>LATITUD</td> <td>12°2'35.45"</td> </tr> <tr> <td>REGION</td> <td>LIMA</td> <td>LONGITUD</td> <td>077°1'41.66"</td> </tr> </table>	DISTRITO	SAN MARTIN DE PORRES	ALTITUD	123 m.s.n.m	NOT A 0-1	PROVINCIA	LIMA	LATITUD	12°2'35.45"	REGION	LIMA	LONGITUD	077°1'41.66"					
	DISTRITO	SAN MARTIN DE PORRES	ALTITUD	123 m.s.n.m	NOT A 0-1														
PROVINCIA	LIMA	LATITUD	12°2'35.45"																
REGION	LIMA	LONGITUD	077°1'41.66"																
I	<p><b>MUESTRA</b></p> <p><b>Ensayo Marshall –Mezcla asfáltica convencional</b></p> <p><b>VACIOS (%)</b></p>																		
	<table border="1"> <tr> <td><b>Dosificación propuesta</b></td> <td>4%</td> <td>4.5%</td> <td>5%</td> <td>5.5%</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td><b>15 briquetas</b></td> <td>B1 B2 B3</td> <td>B4 B5 B6</td> <td>B7 B8 B9</td> <td>B10 B11 B12</td> <td>B13 B14 B15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Promedio % vacíos</td> <td>Promedio % vacíos</td> <td>Promedio % vacíos</td> <td>Promedio % vacíos</td> <td>Promedio % vacíos</td> </tr> </table>	<b>Dosificación propuesta</b>	4%	4.5%	5%	5.5%	6%	<b>15 briquetas</b>	B1 B2 B3	B4 B5 B6	B7 B8 B9	B10 B11 B12	B13 B14 B15		Promedio % vacíos	Promedio % vacíos	Promedio % vacíos	Promedio % vacíos	Promedio % vacíos
	<b>Dosificación propuesta</b>	4%	4.5%	5%	5.5%	6%													
	<b>15 briquetas</b>	B1 B2 B3	B4 B5 B6	B7 B8 B9	B10 B11 B12	B13 B14 B15													
	Promedio % vacíos	Promedio % vacíos	Promedio % vacíos	Promedio % vacíos	Promedio % vacíos														
II	<p><b>MUESTRA</b></p> <p><b>ESTABILIDAD (KG)</b></p>																		
	<table border="1"> <tr> <td><b>Dosificación propuesta</b></td> <td>4%</td> <td>4.5%</td> <td>5%</td> <td>5.5%</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td><b>15 briquetas</b></td> <td>B1 B2 B3</td> <td>B4 B5 B6</td> <td>B7 B8 B9</td> <td>B10 B11 B12</td> <td>B13 B14 B15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Promedio kg estabilidad</td> <td>Promedio kg estabilidad</td> <td>Promedio kg estabilidad</td> <td>Promedio kg estabilidad</td> <td>Promedio kg estabilidad</td> </tr> </table>	<b>Dosificación propuesta</b>	4%	4.5%	5%	5.5%	6%	<b>15 briquetas</b>	B1 B2 B3	B4 B5 B6	B7 B8 B9	B10 B11 B12	B13 B14 B15		Promedio kg estabilidad	Promedio kg estabilidad	Promedio kg estabilidad	Promedio kg estabilidad	Promedio kg estabilidad
	<b>Dosificación propuesta</b>	4%	4.5%	5%	5.5%	6%													
	<b>15 briquetas</b>	B1 B2 B3	B4 B5 B6	B7 B8 B9	B10 B11 B12	B13 B14 B15													
	Promedio kg estabilidad	Promedio kg estabilidad	Promedio kg estabilidad	Promedio kg estabilidad	Promedio kg estabilidad														
III	<p><b>MUESTRA</b></p> <p><b>FLUJO (mm)</b></p>																		
	<table border="1"> <tr> <td><b>Dosificación propuesta</b></td> <td>4%</td> <td>4.5%</td> <td>5%</td> <td>5.5%</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td><b>15 briquetas</b></td> <td>B1 B2 B3</td> <td>B4 B5 B6</td> <td>B7 B8 B9</td> <td>B10 B11 B12</td> <td>B13 B14 B15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Promedio mm flujo</td> <td>Promedio mm flujo</td> <td>Promedio mm flujo</td> <td>Promedio mm flujo</td> <td>Promedio mm flujo</td> </tr> </table>	<b>Dosificación propuesta</b>	4%	4.5%	5%	5.5%	6%	<b>15 briquetas</b>	B1 B2 B3	B4 B5 B6	B7 B8 B9	B10 B11 B12	B13 B14 B15		Promedio mm flujo	Promedio mm flujo	Promedio mm flujo	Promedio mm flujo	Promedio mm flujo
	<b>Dosificación propuesta</b>	4%	4.5%	5%	5.5%	6%													
	<b>15 briquetas</b>	B1 B2 B3	B4 B5 B6	B7 B8 B9	B10 B11 B12	B13 B14 B15													
	Promedio mm flujo	Promedio mm flujo	Promedio mm flujo	Promedio mm flujo	Promedio mm flujo														
<p><b>APELLIDOS Y NOMBRES</b></p>																			
<p><b>PREFESION</b></p>																			
<p><b>REGISTRO CIP N°</b></p>																			



LUIS ENRIQUE YUEN VALDIVIA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 63768





## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**PROYECTO:** MEJORAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL ADICIONANDO POLÍMEROS ELVALOY 4170 RET PARA LA AV. JOSÉ GRANDA, DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA 2019

**AUTOR:** CHAVEZ BRAVO, LIZ SARA

<b>ITEM</b>	INFORMACION GENERAL: Para cuestión de estudio el siguiente proyecto de investigación analizara la zona más daño del pavimento.																
	UBICACIÓN : La zona con mayor daño en la Av. José Granda, San Martin de Porres –Lima																
	DISTRITO			SAN MARTIN DE PORRES			ALTITUD			123 m.s.n.m			NOTA <b>0 - 1</b>				
	PROVINCIA			LIMA			LATITUD			12°2'35.45"							
REGION			LIMA			LONGITUD			077°1'41.66"								
<b>I</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>Ensayo Marshall –Mezcla asfáltica modificada</b>														
			<b>VACIOS (%)</b>														
	<b>Dosificación propuesta</b> 1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		4% 1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			4.5% 1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			5% 1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			5.5% 1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			6% 1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
	<b>15 briquetas</b>		Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15
			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios		
<b>II</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>ESTABILIDAD (KG)</b>														
			4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	<b>Dosificación propuesta</b> 1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
	<b>15 briquetas</b>		Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15
			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad		
<b>III</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>FLUJO (mm)</b>														
			4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	<b>Dosificación propuesta</b> 1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
	<b>15 briquetas</b>		Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15
			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>																	
<b>PREFESION</b>																	
<b>REGISTRO CIP N°</b>																	

LUIS ENRIQUE YUEN VALDIVIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 53768



**FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

**PROYECTO:** MEJORAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL ADICIONANDO POLÍMEROS ELVALOY 4170 RET PARA LA AV. JOSÉ GRANDA, DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA 2019

**AUTOR:** CHAVEZ BRAVO, LIZ SARA

<b>ITEM</b>	INFORMACION GENERAL: Para cuestión de estudio el siguiente proyecto de investigación analizara la zona más daño del pavimento.																
	UBICACIÓN: La zona con mayor daño en la Av. José Granda, San Martin de Porres –Lima																
	DISTRITO			SAN MARTIN DE PORRES			ALTITUD			123 m.s.n.m			NOT A 0 - 1				
	PROVINCIA			LIMA			LATITUD			12°2'35.45"							
	REGION			LIMA			LONGITUD			077°1'41.66"							
<b>I</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>Ensayo Marshall –Mezcla asfáltica convencional</b>														
			<b>VACIOS (%)</b>														
	<b>Dosificación propuesta</b>		4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	<b>15 briquetas</b>		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
		Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			
<b>II</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>ESTABILIDAD (KG)</b>														
			4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	<b>Dosificación propuesta</b>		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
	<b>15 briquetas</b>		Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad		
<b>III</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>FLUJO (mm)</b>														
			4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	<b>Dosificación propuesta</b>		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
	<b>15 briquetas</b>		Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>																	
<b>PREFESION</b>																	
<b>REGISTRO CIP N°</b>																	

  
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630





### FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**PROYECTO:** MEJORAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL ADICIONANDO POLÍMEROS ELVALOY 4170 RET PARA LA AV. JOSÉ GRANDA, DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA 2019

**AUTOR:** CHAVEZ BRAVO, LIZ SARA

<b>ITEM</b>	INFORMACION GENERAL: Para cuestión de estudio el siguiente proyecto de investigación analizara la zona más daño del pavimento.															
	UBICACIÓN: La zona con mayor daño en la Av. José Granda, San Martín de Porres –Lima															
	DISTRITO			SAN MARTIN DE PORRES			ALTITUD			123 m.s.n.m			NOTA <b>0 - 1</b>			
	PROVINCIA			LIMA			LATITUD			12°2'35.45"						
REGION			LIMA			LONGITUD			077°1'41.66"							
<b>I</b>	<b>MUESTRA</b>															
	<b>Ensayo Marshall –Mezcla asfáltica modificada</b>															
	<b>VACIOS (%)</b>															
	Dosificación propuesta	4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
15 briquetas	Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15	
	Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			
<b>II</b>	<b>MUESTRA</b>															
	<b>ESTABILIDAD (KG)</b>															
		4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
	Dosificación propuesta	Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15
15 briquetas	Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			
<b>III</b>	<b>MUESTRA</b>															
	<b>FLUJO (mm)</b>															
		4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
	Dosificación propuesta	Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15
15 briquetas	Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>																
<b>PREFESION</b>																
<b>REGISTRO CIP N°</b>																

  
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630

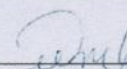




**FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

**PROYECTO:** MEJORAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL ADICIONANDO POLÍMEROS ELVALOY 4170 RET PARA LA AV. JOSÉ GRANDA, DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA 2019

**AUTOR:** CHAVEZ BRAVO, LIZ SARA

<b>I T E M</b>	INFORMACION GENERAL: Para cuestión de estudio el siguiente proyecto de investigación analizara la zona más daño del pavimento.																
	UBICACIÓN : La zona con mayor daño en la Av. José Granda, San Martín de Porres –Lima																
	DISTRITO			SAN MARTIN DE PORRES			ALTITUD			123 m.s.n.m			NOT A  0 - 1				
	PROVINCIA			LIMA			LATITUD			12°2'35.45"							
	REGION			LIMA			LONGITUD			077°1'41.66"							
<b>I</b>	MUESTRA		<b>Ensayo Marshall –Mezcla asfáltica convencional</b>														
			<b>VACIOS (%)</b>														
	Dosificación propuesta		4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	15 briquetas		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
		Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			
<b>II</b>	MUESTRA		<b>ESTABILIDAD (KG)</b>														
			<b>VACIOS (%)</b>														
	Dosificación propuesta		4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	15 briquetas		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
		Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			
<b>II I</b>	MUESTRA		<b>FLUJO (mm)</b>														
			<b>VACIOS (%)</b>														
	Dosificación propuesta		4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	15 briquetas		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
		Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			
APELLIDOS Y NOMBRES		 ..... Manuel López Laberán															
PREFESION		Ingeniero Civil															
REGISTRO CIP N°		CIP 79955															



## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS


**PROYECTO:** MEJORAMIENTO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL ADICIONANDO POLÍMEROS ELVALOY 4170 RET PARA LA AV. JOSÉ GRANDA, DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES, LIMA 2019

**AUTOR:** CHAVEZ BRAVO, LIZ SARA


<b>I T E M</b>	INFORMACION GENERAL: Para cuestión de estudio el siguiente proyecto de investigación analizara la zona más daño del pavimento.																
	UBICACIÓN : La zona con mayor daño en la Av. José Granda, San Martin de Porres –Lima																
	DISTRITO			SAN MARTIN DE PORRES			ALTITUD			123 m.s.n.m			NOTA  0 - 1				
	PROVINCIA			LIMA			LATITUD			12°2'35.45"							
REGION			LIMA			LONGITUD			077°1'41.66"								
<b>I</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>Ensayo Marshall –Mezcla asfáltica modificada</b>														
			<b>VACIOS (%)</b>														
	<b>Dosificación propuesta</b>		4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
	<b>15 briquetas</b>		Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15
		Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			Promedio % vacios			
<b>II</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>ESTABILIDAD (KG)</b>														
			4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
	<b>Dosificación propuesta</b>		Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15
	<b>15 briquetas</b>		Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad			Promedio kg estabilidad		
<b>II I</b>	<b>MUESTRA</b>		<b>FLUJO (mm)</b>														
			4%			4.5%			5%			5.5%			6%		
	1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico			1.4% Elvaloy+0.02% Acido Poli fosfórico		
	<b>Dosificación propuesta</b>		Bm1	Bm2	Bm3	Bm4	Bm5	Bm6	Bm7	Bm8	Bm9	Bm10	Bm11	Bm12	Bm13	Bm14	Bm15
	<b>15 briquetas</b>		Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo			Promedio mm flujo		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>																	
<b>PREFESION</b>		<b>Manuel López Laberían</b> Ingeniero Civil CIP 79955															
<b>REGISTRO CIP N°</b>																	



### Anexo 3: Carta de presentación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Lima, 10 de junio del 2019

**CARTA DE PRESENTACIÓN N°075-2019-UCV-L-DA-ING-CIV/DE**

Sr.  
Segundo Santos Villalobos Celis  
Laboratorio de la dirección de estudios especiales del MTC


De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle nuestro cordial saludo a nombre de la Universidad César Vallejo Lima Norte y en especial de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y a la vez presentarle a la estudiante CHAVEZ BRAVO LIZ SARA con código de estudiante N°7001127548, con DNI 70193396.

Quien se encuentra matriculada en IX ciclo del año académico 2019-1 de la carrera de Ingeniería Civil, quien solicita realizar los ensayos, el cual es parte de la investigación para el desarrollo de su tesis.

Esperando contar con su apoyo a la formación profesional de nuestros estudiantes y la exoneración de costo, quedo de usted.

Cardialmente,



*[Signature]*  
Luz Rosa Carbajal Reyes  
Coordinadora de la  
EP de Ingeniería Civil

UCV.EDU.PE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General de  
Programas y Proyectos  
de Transportes

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

Lima, 10 SET. 2019

OFICIO N° 194 -2019-MTC/19.01.EE

ING.

**Mg. LILIA ROSA CARBAJAL REYES**

Directora de la EP de Ingeniería Civil

Universidad Cesar Vallejo

Av. Del Parque 640, Urb. Canto Rey, San Juan de Lurigancho

Lima 36.-

Ref. : Carta de presentación N° 075-2019-UCV-L-DA-ING.CIVE/DE

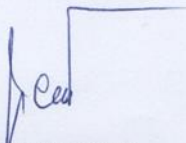
Me dirijo a usted en relación al documento de la referencia por medio del cual menciona que la estudiante **CHAVEZ BRAVO LIZ SARA**, del (IX) ciclo del año académico 2019-1 de la carrera de Ingeniería Civil, solicita apoyo para el desarrollo de su tesis.

Al respecto, su requerimiento podrá atenderse a partir de este mes de setiembre, debiendo adjuntar su Plan de Tesis donde se señale las etapas y las actividades que se desarrollarán; señalando que de requerirse algún material para el desarrollo del indicado proyecto, será por cuenta del interesado y con la condición de que una copia de la misma sea entregada a la biblioteca de esta Dirección que servirá como elemento de consulta.

Es oportuna la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi consideración.

Atentamente,



  
Ing. Segundo S. Villalobos Celis  
Estudios Especiales

Av. Túpac Amaru N° 150 – Rímac, Lima 25 - Perú  
T. (511) 4813707  
www.mtc.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO

Anexo 3: Ficha técnica de asfalto modificado con Elvaloy



**TDM ASFALTOS**

**BETUTEC IC CON ELVALOY**  
**INFORME DE ENSAYOS N° 101-2019 BETUTEC IC**

GUIA TDM ASFALTOS : \_\_\_\_\_  
 CLIENTE: LIZ CHAVEZ BRAVO

TANQUE: \_\_\_\_\_ CINTILLO DE SEGURIDAD N°: \_\_\_\_\_  
 LOTE DE PRODUCCIÓN: LAB \_\_\_\_\_  
 CANTIDAD: 3 GALONES \_\_\_\_\_  
 FECHA DE PRODUCCIÓN: 09/08/2019 \_\_\_\_\_

ENSAYOS	MÉTODO ASTM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES		RESULTADO
			MÍNIMO	MÁXIMO	
PENETRACIÓN 5 s, 25°C	D-5	dmm	50	75	54
VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C	D-2171	Po	5000	--	18871
VISCOSIDAD CINEMATICA 135°C	D-2170	cSt	--	3000	1483.5
PUNTO DE INFLAMACIÓN	D-92	°C	232	--	297
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	D-2042	%	99	--	99.75
VISCOSIDAD BROOKFIELD 135 °C	D-4402	cP	--	--	1260.0
VISCOSIDAD BROOKFIELD 145 °C	D-4402	cP	--	--	730.0
VISCOSIDAD BROOKFIELD 175 °C	D-4402	cP	--	--	210.0
RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 25°C	D-6084	%	60	--	76
RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 5°C	D-6084	%	--	--	40.8
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	D-36	°C	60	--	70.2
<b>ESTABILIDAD A ALMACENAMIENTO</b>					
163 °C, 48 horas	D-7173				
SEPARACION, DIFERENCIA	D-36	°C	--	2.2	1.3
<b>RESIDUO DESPUÉS DE PELÍCULA FINA ROTATORIA</b>					
	D-2872				
RECUPERACION ELASTICA LINEAL Método A, 10 cm, 25°C	D-6084	%	60	--	68
PENETRACIÓN 4°C, 200 g, 60 s	D-5	dmm	13	--	24
SEPARACION, diferencia	D-36	°C	--	10	2.5

OBSERVACIONES: 1. El producto cumple especificaciones de calidad, en concordancia con MTC EG2013.  
2. Los resultados solo corresponden a la muestra analizada.  
3. No presenta espuma a 163 °C  
4. Se adjunta Hoja de Seguridad del Producto y Hoja Resumen Art. 54 D.S. N°021-2008-MTC

CÓDIGO DE CONTRAMUESTRA: 101

Original: Cliente  
 Cargo: Laboratorio

**TDM ASFALTOS SAC**  
  
**ALBERTO DAVILA**  
 ASISTENTE LABORATORIO

Fecha de Emisión : Lima, 11 de agosto del 2019

La información contenida en este documento se basa en ensayos adecuados, seguros y correctos. Las recomendaciones, rendimientos y sugerencias no constituyen garantías ya que, al estar fuera de nuestro alcance controlar las condiciones de aplicación, no nos responsabilizamos por daños, perjuicios o pérdidas ocasionadas por el uso inadecuado de los productos.

TDM ASFALTOS se reserva el derecho de efectuar cambios con el objeto de adaptar este producto a las más modernas tecnologías.

Mz. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín. Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

REG-III-TEC-163.REV2019-VEG2013

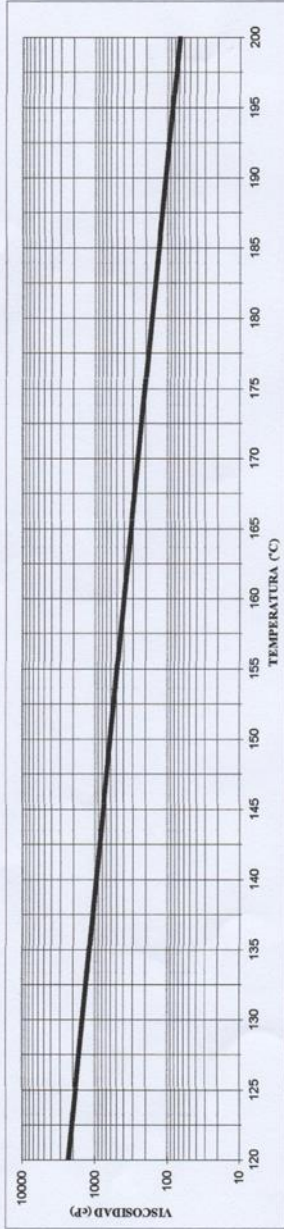




Mza. A Lote 12 Zona Industrial Las Praderas de Lurín - Lurín  
Teléfono (511) 6169311 Fax: 6169313

**GRÁFICO DE TEMPERATURAS DE MEZCLA Y COMPACTACIÓN**

PRODUCTO: BETUTEC IC ELVALOY INFORME DE ENSAYO N° 101 FECHA: 11/08/2019



**RANGO DE TEMPERATURA DE MEZCLA**  
**RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA**

160.0	A	166.6
150.8	A	160.0

RANGO DE TEMPERATURA DEL LIGANTE ASFÁLTICO EN LA MEZCLA CON VISCOSIDADES ENTRE 300 A 400 cP  
RANGO DE TEMPERATURA DE COMPACTACION DE LA MEZCLA CON VISCOSIDADES ENTRE 400 A 600 cP

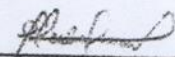
Original: Cliente  
Cargo: Laboratorio

Anexo 4: Ficha técnica de asfalto convencional

**REPJOL**

**REPORTE DE ANÁLISIS DE CEMENTO ASFALTICO**

LOTE No. 60/70-005-07-2019

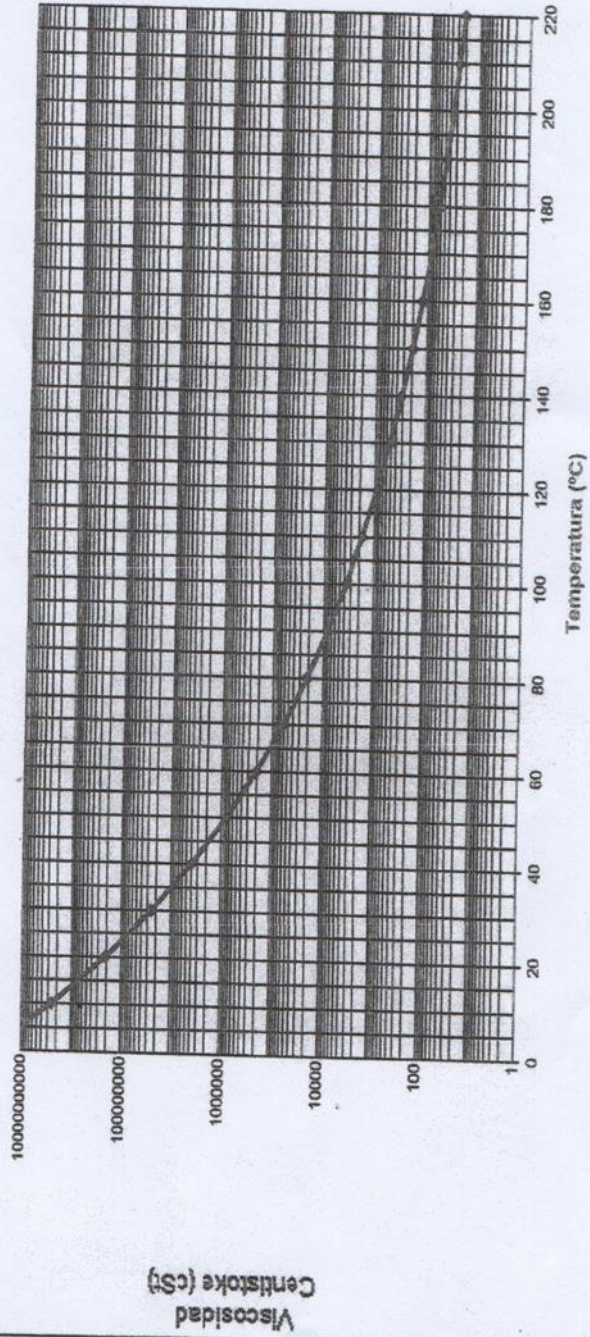
<b>REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.A.</b> Carretera a Ventanilla km 25 S/N Ventanilla, Lima - Perú	<b>RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b> 25/07/2019 10:07:34	<b>FECHA DE CERTIFICACIÓN</b> 28/07/2019 15:58:42
<b>PRODUCTO</b> Cemento Asfáltico 60/70	<b>TANQUE</b> 333A	<b>DESTINO DEL PRODUCTO</b> Operaciones de Despacho
<b>PROCEDENCIA</b> Almacenamiento	<b>VOLÚMEN CERTIFICADO , m³</b> 25000	<b>BUQUE TANQUE</b>
<b>PROPIEDADES</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
	<b>ASTM/OTROS</b>	
<b>PENETRACIÓN</b>		
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 1/10 mm	D 5 / AASHTO T 49	87
<b>DUCTILIDAD</b>		
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 105
<b>VOLATILIDAD</b>		
Gravedad Específica a 15.6 °C/15.6°C	D 70 / AASHTO T 228	1.0315
Punto de Inflamación, °C	D 92 / AASHTO T 48	296.0
Gravedad API , °API	D 70 / AASHTO T 228	6.7
<b>FLUIDEZ</b>		
Punto de Ablandamiento, °C	D 36	50.0
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D 445	3853
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	D 2170 / AASHTO T 201	450
<b>ENSAYOS DE PELÍCULA FINA</b>		
Pérdida por Calentamiento, %m	D 1754 / AASHTO T 179	0.38
Penetración retenida, 100g, 5s, 1/10 mm, % del original	D 5 / AASHTO T 49	61.2
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	54.7
<b>SOLUBILIDAD</b>		
Solubilidad en tricloroetileno, % m	D 2042 / AASHTO T 44	99.95
<b>OTROS</b>		
Índice de Penetración	UNE 104-281 / 1-6	-0.5
Ensayo de la Mancha (Nafta-Xileno)	AASHTO T102	20% xileno, negativo
<b>OBSERVACIONES:</b>		
Producto cumple con las especificaciones ASTM D946, AASHTO M 20-70 y Norma Técnica Peruana NTP 321.051		
<b>DISTRIBUCIÓN :</b>	<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	<b>LABORATORIO</b>
Original : Operaciones de despacho Copia 1: Movimiento de Productos Copia 2: Laboratorio	28/07/2019	 Cecilia Posadas Jhong Jefe de Laboratorio

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL





**CEMENTO ASFALTICO 60/70**  
Lote 60/70-005-07-2019



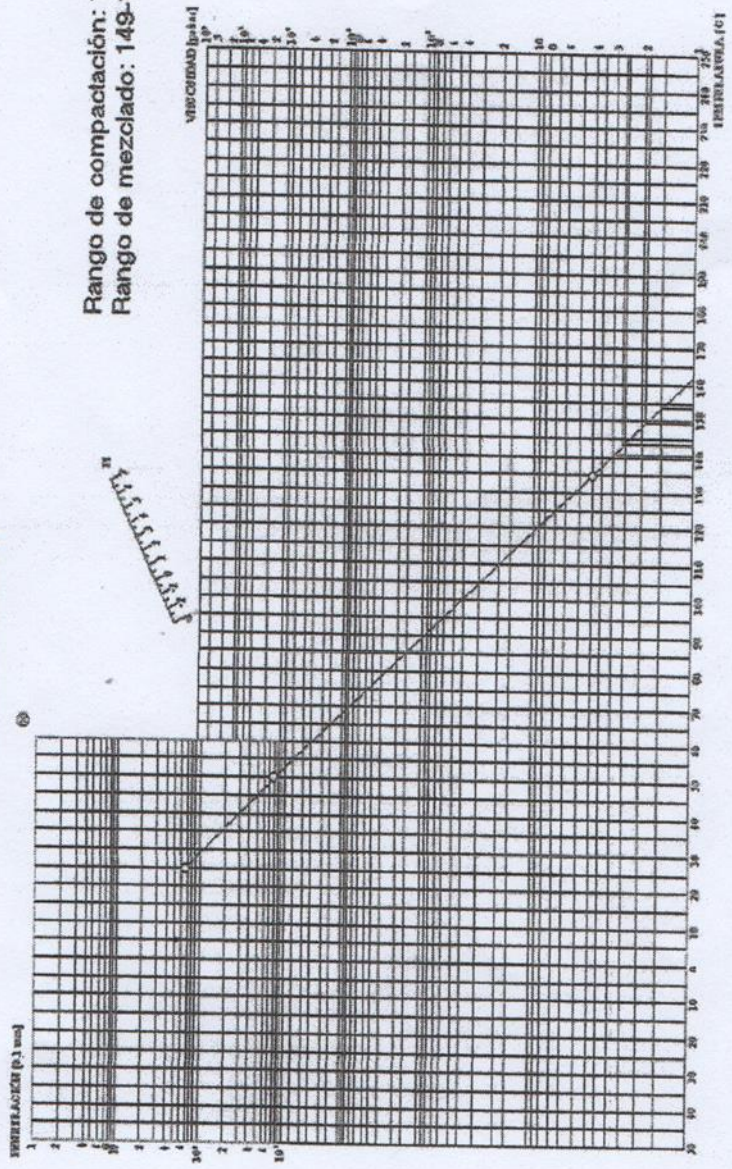
*[Signature]*  
Cecilia Posada Jhonny  
Jefa de Laboratorio



### Cemento Asfáltico 60/70 60/70-005-07-2019



Rango de compactación: 140-143 °C  
Rango de mezclado: 149-154 °C



*Cecilia Paredes Jhony*  
Cecilia Paredes Jhony  
Jefe de Laboratorio



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

### REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE

: LIZ SARA CHAVEZ BRAVO

PROYECTO

: Tesis "Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porras, Lima 2019"

MUESTRA

: Agregado

CANTIDAD

: 128 kg

FECHA DE RECEPCIÓN

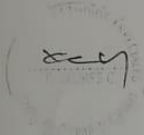
: 2 019.09.10.

FECHA DE ENSAYO : 2 019.09.24 al 26.

MTC E-205 (2 016)

AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (\*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
Agregado Fino; Cantera: Carapongo - Huachipa; Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica; Acceso km 2	Peso específico bulk (base seca) g/cm <sup>3</sup>	2,725
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm <sup>3</sup>	2,755
	Peso específico aparente (base seca) g/cm <sup>3</sup>	2,808
	Absorción (%)	1,08



ING. RESPONSABLE  
Lima, 12 de Noviembre de 2 019

(7/9)



LABORATORIO



CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel. (051) 481-3707

email: mac\_dee@mtc.gob.pe



**REPORTE DE ENSAYO**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO  
 PROYECTO : Tesis "Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019"  
 MUESTRA : Agregado  
 CANTIDAD : 115 kg  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2.019.09.10. FECHA DE ENSAYO : 2.019.09.23 al 24.

MTC E-206 (2.016) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (\*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
Agregado Grueso; Cantera: Carapongo - Huachipa, Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica; Acceso km 2	Peso específico bulk (base seca) g/cm <sup>3</sup>	2,734
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm <sup>3</sup>	2,753
	Peso específico aparente (base seca) g/cm <sup>3</sup>	2,786
	Absorción (%)	0,68

*xcl*



*[Signature]*

ING. RESPONSABLE  
Lima, 12 de Noviembre de 2.019

(6/9)





### REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO MUESTRA : Agregado  
PROYECTO : Tesis "Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 Ret para la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019" CANTIDAD : 115 kg  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2 019.09.10. FECHA DE ENSAYO : 2 019.09.23

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

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Agregado Grueso; Cantera: Carapongo - Huachipa, Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica; Acceso km 2	Partículas chatas y alargadas (relación 1 a 3)	3,5



*[Handwritten signature]*

ING. RESPONSABLE  
Lima, 12 de Noviembre de 2 019







REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO MUESTRA : Agregado  
PROYECTO : Tesis "Mejoramiento del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional adicionando polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Av. José Granda, distrito de San Martín de Porres, Lima 2019" CANTIDAD : 115 kg  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2 019.09.10. FECHA DE ENSAYO : 2 019.09.23.

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

Identificación	Descripción	Resultado (%)
Agregado Grueso; Cantera: Carapongo - Huachipa, Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica; Acceso km 2	Partículas con una ó más caras de fractura	97,1
	Partículas con dos ó más caras de fractura	96,8



CÓMPLEXO DE CALIDAD - E. I. DE SAN MIGUEL C. SUELOS Y AGREGADOS

ING. RESPONSABLE  
Lima, 12 de Noviembre de 2 019

(9/9)



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

### REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados.  
 DOMICILIO LEGAL : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos.  
 FECHA DE RECEPCIÓN 2019.07.01 FECHA DE ENSAYO 2019.10.03

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA			
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN MAC-2
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050		100,0	100
1/2"	12,700	8,1	91,9	80 - 100
3/8"	9,525	10,2	81,7	70 - 88
1/4"	6,350	15,7	66,0	
N° 4	4,760	4,3	61,7	51 - 68
N° 6	3,360	4,3	57,4	
N° 8	2,380	8,2	49,2	
N° 10	2,000	3,6	45,6	38 - 52
N° 16	1,190	10,8	34,8	
N° 20	0,840	5,4	29,4	
N° 30	0,590	5,4	24,0	
N° 40	0,426	4,2	19,8	17 - 28
N° 50	0,297	3,0	16,8	
N° 80	0,177	4,8	12,0	8 - 17
N° 100	0,149	1,8	10,2	
N° 200	0,074	4,8	5,4	4 - 8
- N° 200		5,4	-	

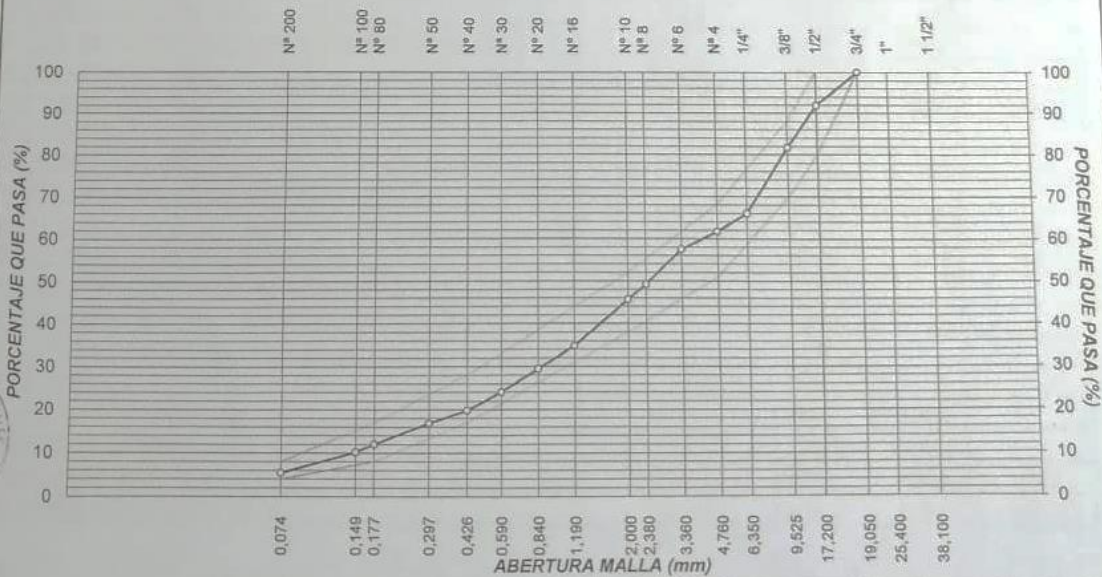
**RESUMEN DE ENSAYO**

(1) Agregado grueso; Cantera Carapongo - Huachipa; Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica. Acceso tramo 2 = 40%

(2) Agregado fino; Cantera Carapongo - Huachipa; Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica. Acceso tramo 2 = 60%

OBSERVACIONES :  
- Especificaciones del MTC EG-2000

### CURVA GRANULOMÉTRICA



CONTROL DE CALIDAD - CEE  
 E. VALLADARES A.  
 ING. MERIKA VALLADARES ALARCÓN  
 Lima 2 de Diciembre del 2019



LABORATORIO



CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel: (051) 481-3707

email: mac\_dee@mtc.oob.pe



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE: LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA: Agregados, PEN 6070.  
 DOMICILIO: Av. Lbs. Jacarinas N° 227 - Valdivia - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN: La que se indica.  
 PROYECTO: "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvexy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD: 125 - 150 kg.  
 REFERENCIA: Oficio N° 184-2019-MTC/18.01.EE. PRESENTACIÓN: Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO: Del 09/10/19 al 11/10/19.

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1. % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4,0		
2. % DE ADREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		38,4		
3. % DE ADREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		57,8		
4. % DE FILLER (MÍNIMO 8% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6. PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL ADREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7. PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL ADREGADO FINO		2,725		
8. PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9. ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,24	6,28	6,28	
10. PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1198,2	1196,2	1196,2	
11. PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1201,2	1198,2	1198,2	
12. PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	695,0	689,2	689,2	
13. PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3,0	2,0	2,0	
14. VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm³)	506,2	509,0	509,0	
15. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,59	0,39	0,39	
16. PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,367	2,350	2,350	2,356
17. PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,582		
18. PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,3	9,0	9,0	8,8
19. PESO ESPECÍFICO BULK DEL ADREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20. V.M.A. (%)	16,7	17,3	17,3	17,1
21. PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	50,2	48,1	48,1	48,8
22. PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL ADREGADO TOTAL		2,761		
23. ASFALTO ABSORVIDO POR EL ADREGADO TOTAL (%)		0,43		
24. PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		3,57		
25. FLUJO (mm)	2,8	2,8	3,0	2,9
26. ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1168,0	1168,0	1168,0	
27. FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,00	1,00	
28. ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1215,0	1168,0	1168,0	1184,0
29. RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4348,6	4180,4	3832,0	4120,0



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
Lima, 27 de Noviembre del 2019





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO MUESTRA : Agregados PEN 8070  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Vialberto - San Martín de Porres IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Palmiers Elnaky 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019"  
 REFERENCIA : Oficio N° 184-2019-MTC/19.01.EE. CANTIDAD : 100 - 100 kg.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

MTC E - 504

**ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL**

N° DE BRIQUETAS	1			2			3			PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL									4,5
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA									38,2
3	% DE AGREGADO FINO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA									57,3
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA									0,0
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE									1,010
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")									2,734
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO									2,725
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER									--
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)									6,22
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)									1203,6
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)									1205,2
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)									701,0
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)									1,8
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)									504,2
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)									0,32
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)									2,387
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041									2,561
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)									6,8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)									2,729
20	V.M.A. (%)									16,5
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)									58,8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL									2,761
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)									0,43
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)									4,07
25	FLUJO (mm)									3,0
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)									1252,3
27	FACTOR DE ESTABILIDAD									1,04
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)									1302,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)									4271,7



CONTROL DE CALIDAD  
 E. VALLADARES A.  
 ING. ERINA VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 27 de Noviembre del 2019



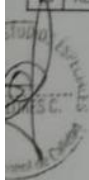


**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE: LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA: Agregados, PEN 60/70  
 DOMICILIO: Av. Los Jazmines N° 227 - Valdivia - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN: La que se indica  
 PROYECTO: "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Ensayo 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".  
 REFERENCIA: Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. CANTIDAD: 120 - 150 kg.  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2019.07.01. PRESENTACIÓN: Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE ENSAYO: Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

N° DE BRIQUETAS	N° DE BRIQUETAS			PROMEDIO
	1	2	3	
1	%			
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,0
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			37,6
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			56,4
4	% DE FILLER (MÍNIMO 60% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,0
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,734
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,725
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			--
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)			6,25 6,20 6,17
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)			1224,4 1221,2 1214,8
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)			1224,8 1221,8 1215,6
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)			718,0 719,0 715,0
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)			0,4 0,6 0,8
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)			506,8 502,8 500,6
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)			0,08 0,12 0,16
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)			2,416 2,429 2,427 2,424
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,501
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)			3,4 2,9 3,0 3,1
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,729
20	V.M.A. (%)			16,8 16,3 16,4 16,5
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)			79,8 82,3 81,9 81,3
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,761
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,43
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			5,57
25	FLUJO (mm)			3,6 3,6 3,6 3,6
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)			1262,1 1266,8 1266,8
27	FACTOR DE ESTABILIDAD			1,04 1,04 1,04
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)			1313,0 1317,0 1317,0 1316,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)			3692,4 3703,6 3703,6 3700,0



CONTROL DE CALIDAD  
 E. VALLADARES ALARCÓN  
 ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
 MEZCLAS ASFÁLTICAS, 27 de Noviembre del 2019



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados, PEN 6070.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Evaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,5	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			37,8	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			56,7	
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,0	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,734	
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,725	
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			--	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,19	6,19	6,19	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1211,2	1212,9	1213,6	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1212,0	1214,2	1214,2	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	710,0	712,0	712,0	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,8	1,3	0,6	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	502,0	502,2	502,2	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,16	0,26	0,12	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,413	2,415	2,417	2,415
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,521	
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,3	4,2	4,1	4,2
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,729	
20 V.M.A. (%)	16,5	16,4	16,3	16,4
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	74,0	74,4	74,6	74,3
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,761	
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,43	
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			5,07	
25 FLUJO (mm)	3,6	3,6	3,3	3,5
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1365,7	1370,4	1361,0	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1420,0	1425,0	1415,0	1420,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3993,3	4007,3	4285,3	4095,0



CONTROL DE CALIDAD  
 E. VALLADARES A.  
 ING. ERIK VALLADARES ALARCÓN.  
 27 de Noviembre del 2019



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Rel. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,0	
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			38,00	
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			57,00	
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,0	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,734	
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,725	
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			--	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,09	6,23	6,26	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1193,8	1212,0	1214,2	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1195,8	1214,4	1216,2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	702,0	709,0	709,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2,0	2,4	2,0	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	493,8	505,4	507,2	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,41	0,47	0,39	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,418	2,398	2,394	2,403
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,541	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,9	5,6	5,8	5,4
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,729	
20	V.M.A. (%)	15,8	16,5	16,7	16,3
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	69,2	65,9	65,3	66,8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,761	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,43	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			4,57	
25	FLUJO (mm)	3,3	3,0	3,3	3,2
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1332,8	1332,8	1323,3	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,09	1,04	1,04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1453,0	1386,0	1376,0	1405,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4400,4	4547,2	4167,2	4372,0



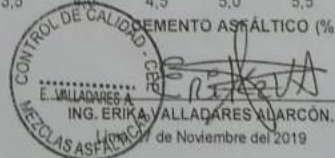
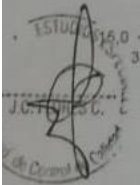
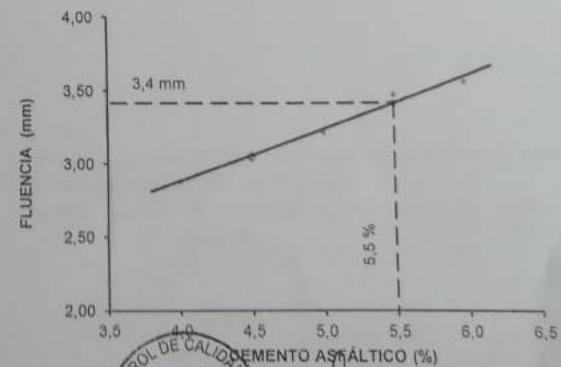
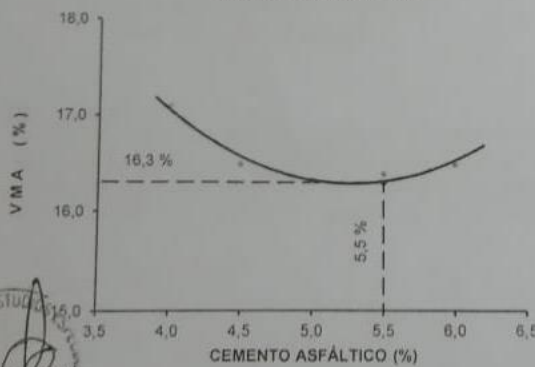
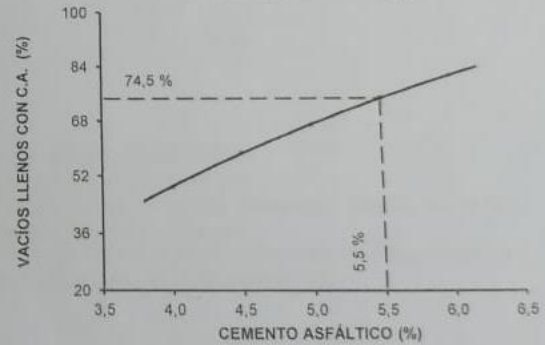
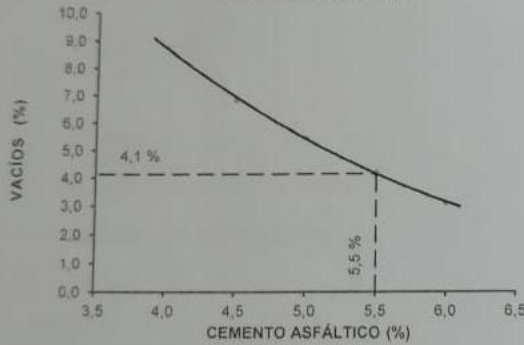
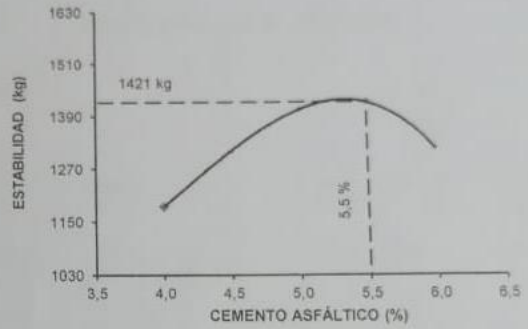
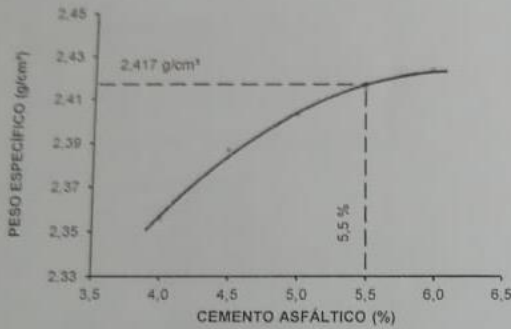
CONTROL DE CALIDAD - C.E.M.  
 E. VALLADARES A.  
 ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 27 de Noviembre del 2019



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE	: LIZ SARA CHAVEZ BRAVO.	MUESTRA	: Agregados, PEN 60/70.	
DOMICILIO	: Av. Los Jazmines N° 227 - Valtiviezo - San Martín de Porres.	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica	
PROYECTO	: "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Enealy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".		CANTIDAD	: 120 - 150 kg.
REFERENCIA	: Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE.	PRESENTACIÓN	: Sacos, envase metálico.	
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019.07.01.	FECHA DE ENSAYO	: Del 03/10/19 al 11/10/19.	

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







**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados, PEN 60/70.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valtivieso - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL				
- N° de golpes por cara			75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	5,3		5,5		5,7
- Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	2,412		2,417		2,420
- Vacíos, %	4,6		4,1		3,7
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	71,6		74,5		77,3
- V.M.A., %	16,3		16,3		16,4
- Estabilidad, kg (kN)	1412,7	(13,85)	1421,4	(13,94)	1380,9 (13,54)
- Flujo, mm (10 <sup>-2</sup> pulg)	3,4	(13,2)	3,4	(13,4)	3,5 (13,7)
- Absorción de Asfalto, %			0,43		
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	4216,0	(10,0)	4163,0	(10,0)	3964,0 (10,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C			140 - 145		

**Proporciones de mezcla :**

(1) Agregado grueso, % **	40,0
(2) Agregado fino, % **	60,0
(3) Aditivo, % **	0,5

**Materiales :**

Tipo de Asfalto	Cemento Asfáltico 60/70 (Repsol)
Agregado grueso (Piedra Chancada)	Cantera "Carapongo - Huachipa" Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica: Acceso km 2.
Agregado fino (Arena Chancada)	Cantera "Carapongo - Huachipa" Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica: Acceso km 2.
Aditivo	Mejorador de Adherencia "Quimibond 3000".

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

**Observaciones :**  
 Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).  
 Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOP-CRT del 07.01.98).  
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva



CONTROL DE CALIDAD - CEE  
 E. VALLADARES A.  
 ING. ERICK VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 27 de Noviembre del 2019



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel. (051) 481-3707

email: mac\_dee@mtc.gob.pe



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y Asfalto modificado.
DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdivisno - San Martin de Porres IDENTIFICACION : La que se indica
PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".
REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. GANTIDAD : 120 - 150 kg.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

Table with 5 columns: N° DE BRIQUETAS, 1, 2, 3, PROMEDIO. Rows include various test parameters like % de C.A. en peso de la mezcla total, peso específico del cemento, etc.



CONTROL DE CALIDAD - CEE
E. VALLADARES A.
ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.
Lima, 27 de Noviembre del 2019





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y Asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Palmeros Enaloy 4170 Rel. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4,5		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		38,2		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		57,3		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 85% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,22	6,21	6,20	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1203,8	1199,2	1199,5	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1209,2	1202,4	1202,6	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	705,0	699,0	700,2	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	5,4	3,2	3,1	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	504,2	503,4	502,4	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1,07	0,64	0,62	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,388	2,382	2,388	2,386
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,540		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6,0	6,2	6,0	6,1
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20 V.M.A. (%)	16,4	16,6	16,4	16,5
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	63,4	62,6	63,4	63,1
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,735		
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,08		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,42		
25 FLUJO (mm)	3,3	3,3	3,3	3,3
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1252,3	1275,5	1294,0	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1302,0	1327,0	1346,0	1325,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3943,1	4018,8	4076,3	4013,0



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
Lima, 27 de Noviembre del 2019



LABORATORIO DEE



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac Telf : 491 2707 Fax : 491 2777





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y Asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Eivaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

**MTC E - 504**

**ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL**

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5,0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		38,00		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		57,00		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,18	6,22	6,20	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1207,8	1213,2	1213,5	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1214,8	1215,8	1214,9	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	714,0	711,6	712,0	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	7,0	2,6	1,4	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	500,8	504,2	502,9	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1,40	0,52	0,28	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,412	2,406	2,413	2,410
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,533		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,8	5,0	4,7	4,8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20 V.M.A. (%)	16,0	16,2	16,0	16,1
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	70,2	69,2	70,5	70,0
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,751		
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,29		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,71		
25 FLUJO (mm)	3,3	3,6	3,6	3,5
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1412,8	1412,8	1427,0	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1469,0	1469,0	1484,0	1474,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4448,8	4131,0	4173,2	4251,0



CONTROL DE CALIDAD - CERTIFICADO  
 E. VALLADARES A.  
 ING. ERICA VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 27 de Noviembre del 2019



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481.0877



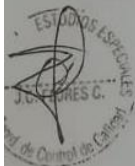


**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y Asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

N° DE BRIQUETAS		1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5,5		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37,8		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		56,7		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,23	6,17	6,18	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1216,8	1210,6	1210,9	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1219,8	1214,6	1215,0	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	715,0	714,0	714,2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3,0	4,0	4,1	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	504,8	500,6	500,8	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,59	0,80	0,82	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,410	2,418	2,418	2,416
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,515		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,2	3,9	3,9	4,0
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20	V.M.A. (%)	16,5	16,3	16,3	16,4
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	74,8	76,4	76,3	75,8
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,754		
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,33		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5,17		
25	FLUJO (mm)	3,8	3,8	3,8	3,8
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1299,8	1262,1	1285,7	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1352,0	1313,0	1337,0	1334,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3548,6	3446,2	3509,2	3501,0



*Erika Valladares Alarcón*

ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
Lima, 27 de Noviembre del 2019



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y Asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			6,0	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			37,6	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			56,4	
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,0	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,734	
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,725	
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			--	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,19	6,20	6,23	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1220,0	1219,0	1219,5	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1220,4	1228,0	1234,2	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	718,5	725,0	729,0	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,4	9,0	14,7	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	501,9	503,0	505,2	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,08	1,79	2,91	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,431	2,423	2,414	2,423
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,495	
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	2,6	2,9	3,3	2,9
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,729	
20 V.M.A. (%)	16,3	16,5	16,9	16,6
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	84,2	82,6	80,8	82,5
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,753	
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,33	
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			5,67	
25 FLUJO (mm)	4,1	4,1	4,1	4,1
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1177,4	1191,5	1177,4	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1224,0	1239,0	1224,0	1229,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3011,8	3048,7	3011,8	3024,0



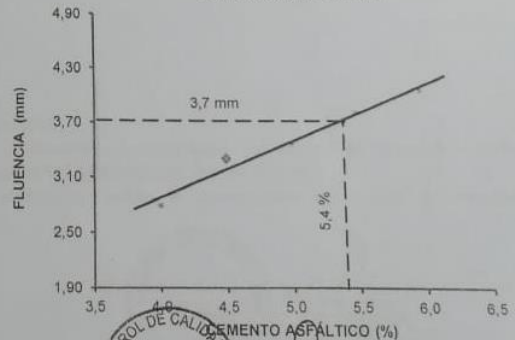
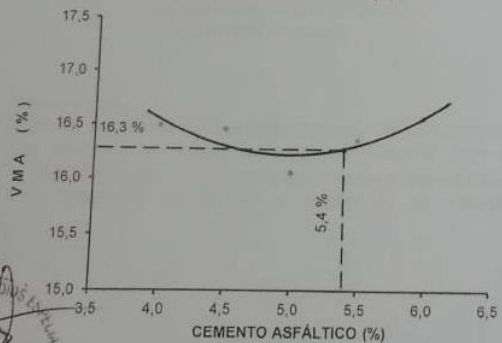
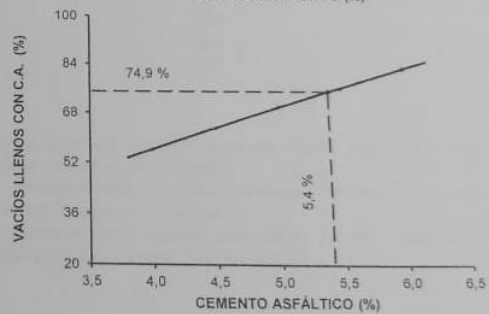
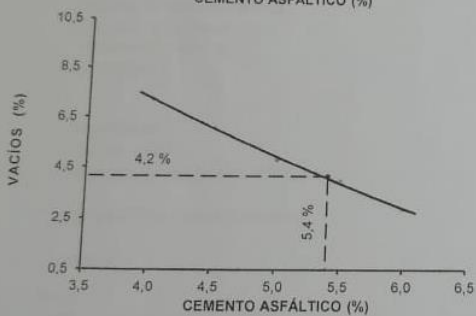
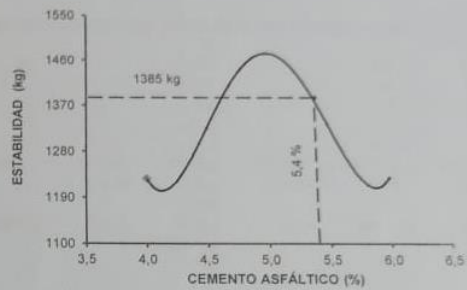
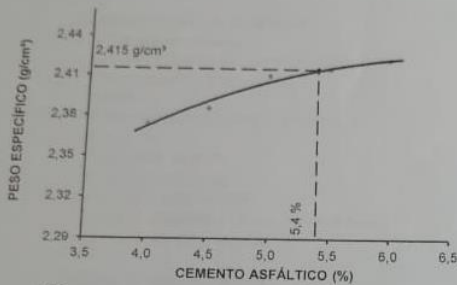
CONTROL DE CALIDAD - CEE  
 E. VILLADARES A.  
 ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 27 de Noviembre del 2019



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y Asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Vakilvezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Evaloy 4170 Ret para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y Asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Evaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA + ASFALTO MODIFICADO CON EVALOY.					
- N° de golpes por cara	:					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,2	5,4		5,6	
- Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2,411	2,415		2,418	
- Vacíos, %	:	4,5	4,2		3,7	
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	72,3	74,9		77,4	
- V.M.A., %	:	16,2	16,3		16,4	
- Estabilidad, kg (kN)	:	1409,7	(13,82) 1385,4	(13,59)	1347,2	(13,21)
- Flujo, mm (10 <sup>-2</sup> pulg)	:		3,7	(14,4)	3,9	(15,2)
- Absorción de Asfalto, %	:				0,22	
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	:	3857,0	(10,0) 3725,0	(9,0)	3483,0	(9,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C	:				140 - 145	

Proporciones de mezcla :	
(1) Agregado grueso, % **	40,0
(2) Agregado fino, % **	60,0
(3) Aditivo, % **	0,5

Materiales :	
Tipo de Asfalto	Asfalto Modificado con 1,1% de Evaloy + 0,02% Ácido Polifosfórico.
Agregado grueso (Piedra Chancada)	Cantera "Carapongo - Huachipa"
	Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica: Acceso km 2.
Agregado fino (Arena Chancada)	Cantera "Carapongo - Huachipa"
	Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica: Acceso km 2.
Aditivo	Mejorador de Adherencia "Quimibond 3000".

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

Observaciones :  
 Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).  
 Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).  
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva





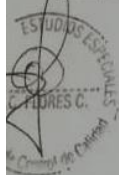


**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO, MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4,5		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		38,2		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		57,3		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,32	6,37	6,37	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1205,6	1205,6	1203,4	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1209,2	1212,6	1205,8	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	696,6	696,4	689,2	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3,6	7,0	2,4	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm³)	512,6	516,2	516,6	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,70	1,36	0,46	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,352	2,336	2,329	2,339
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,574		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,6	9,3	9,5	9,1
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20 V.M.A. (%)	17,7	18,3	18,5	18,2
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	51,2	49,4	48,6	49,7
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,777		
23 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,63		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		3,87		
25 FLUJO (mm)	3,3	3,8	3,8	3,6
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1488,3	1346,9	1356,3	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1488,0	1347,0	1356,0	1397,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4506,4	3535,4	3559,1	3867,0



CONTROL DE CALIDAD  
 E. VALLADARES A.  
 ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
 27 de Noviembre del 2019



LABORATORIO





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.

DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Ewaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.

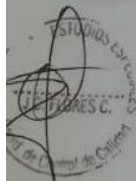
REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

**MTC E - 504**

**ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL**

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,0	
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			38,0	
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			57,0	
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,0	
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,734	
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,725	
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			--	
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,28	6,27	6,30	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1211,2	1213,4	1211,6	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1215,2	1215,2	1215,4	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	706,0	706,8	705,0	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	4,0	1,8	3,8	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	509,2	508,4	510,4	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,79	0,35	0,74	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,379	2,387	2,374	2,380
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,553	
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	6,8	6,5	7,0	6,8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,729	
20	V.M.A. (%)	17,2	16,9	17,4	17,2
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	60,3	61,5	59,7	60,5
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,776	
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,63	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			4,37	
25	FLUJO (mm)	4,3	4,1	4,1	4,1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1446,9	1451,5	1451,5	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,04	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1447,0	1510,0	1452,0	1470,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3351,1	3715,6	3572,8	3546,0



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
Lima, 27 de Noviembre del 2019



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac. Telf : 491.3707 Fax : 491.0277



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO, MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres, IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Evaloy 4170 Rel. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			5,5	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			37,80	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA			56,70	
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA			0,0	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE			1,010	
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")			2,734	
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO			2,725	
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER			--	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,20	6,20	6,17	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1217,2	1217,0	1211,2	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1218,4	1217,6	1212,2	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	716,0	715,0	712,0	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,2	0,6	1,0	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	502,4	502,6	500,2	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,24	0,12	0,20	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,423	2,421	2,421	2,422
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041			2,533	
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,3	4,4	4,4	4,4
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)			2,729	
20 V.M.A. (%)	16,1	16,2	16,2	16,2
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	73,1	72,9	72,9	73,0
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL			2,776	
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)			0,63	
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)			4,87	
25 FLUJO (mm)	4,6	4,1	4,6	4,4
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1469,4	1469,4	1469,4	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1528,0	1528,0	1528,0	1528,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3342,1	3759,8	3342,1	3481,0



CONTROL DE CALIDAD - CEM  
 E VALLADARES A  
 ING. ERICA VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 27 de Noviembre del 2019



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481.3707 Fax: 481.0677





PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.

DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdivieso - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

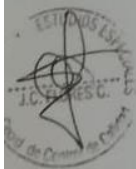
PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.

REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37,6		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		56,4		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,23	6,24	6,23	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1218,2	1223,0	1217,6	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1219,0	1224,8	1218,8	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	713,8	719,0	714,0	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,8	1,8	1,2	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	505,2	505,8	504,8	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,16	0,36	0,24	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,411	2,418	2,412	2,414
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,513		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,0	3,8	4,0	3,9
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20 V.M.A. (%)	16,9	16,7	16,9	16,8
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	76,2	77,5	76,3	76,7
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,776		
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,63		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5,37		
25 FLUJO (mm)	4,6	4,6	4,8	4,7
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1497,7	1493,0	1592,0	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1558,0	1553,0	1656,0	1589,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3407,7	3396,8	3431,4	3412,0



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN

Lima, 27 de Noviembre del 2019



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf. 481.9707 Fax: 481.0577





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

	N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,5		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37,4		
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		56,1		
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,29	6,30	6,30	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1229,4	1233,0	1233,0	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1230,2	1234,2	1234,2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	720,2	723,8	723,8	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	0,8	1,2	1,2	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	510,0	510,4	510,4	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,16	0,24	0,24	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,411	2,416	2,416	2,414
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,493		
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3,3	3,1	3,1	3,2
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20	V.M.A. (%)	17,4	17,2	17,2	17,3
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	81,0	82,0	82,0	81,7
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,776		
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,63		
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5,87		
25	FLUJO (mm)	5,1	5,1	5,1	5,1
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1502,4	1691,1	1502,4	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,00	1,00	1,00	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1502,0	1691,0	1502,0	1565,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	2956,7	3328,7	2956,7	3081,0

ESTUDIOS ESTADÍSTICOS  
 ERIC VALLADARES S.C.  
 Oficina de Control de Calidad

CONTROL DE CALIDAD - CEE  
 E. VALLADARES A.  
 ING. ERICA VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 27 de Noviembre del 2019



LABORATORIO



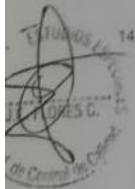
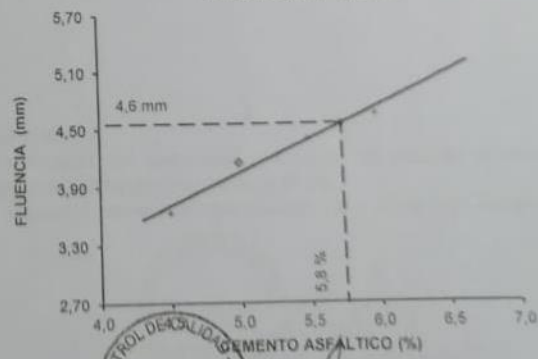
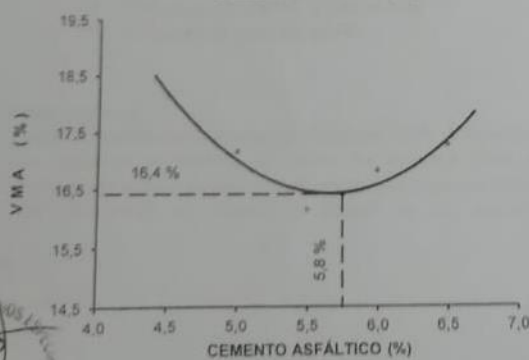
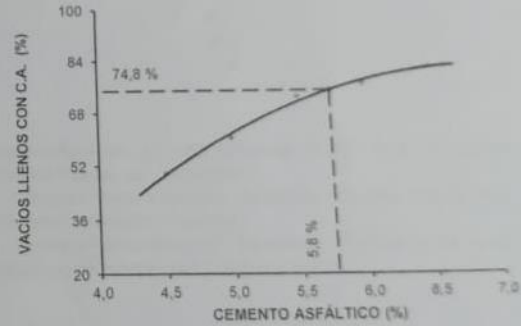
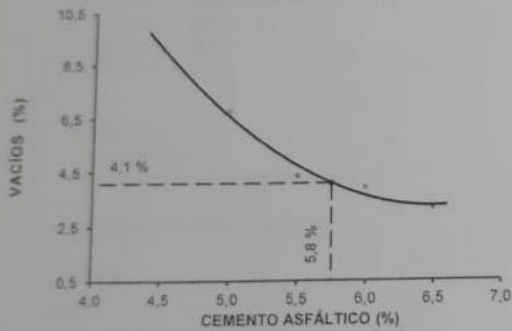
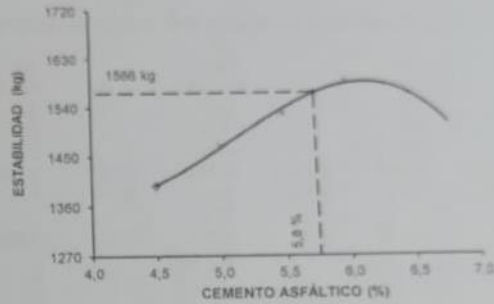
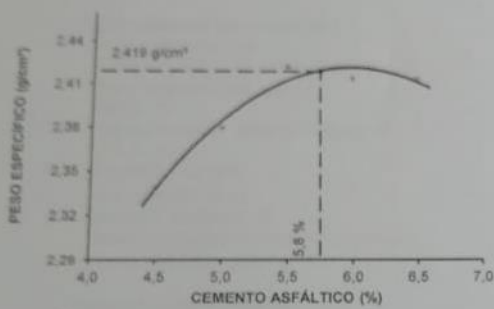
DEE



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE	: LIZ BARRA CHAVEZ BRAVO.	MUESTRA	: Agregados y asfalto modificado.
DOMICILIO	: Av. Los Jazmines N° 227 - Valdivia - San Martín de Porres.	IDENTIFICACION	: La que se indica.
PROYECTO	"Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elástico 4170 Res. para la Avenida José Oriando, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2018".		
REFERENCIA	: Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE.	CANTIDAD	: 120 - 150 kg.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019.07.01.	PRESENTACIÓN	: Sacos, ensayo metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: Del 03/10/19 al 11/10/19.

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



CONTROL DE CALIDAD CEE  
E. VALLADARES A.  
ING. ERIN VALLADARES ALARCÓN.  
MEZCLAS ASFÁLTICAS, 27 de Noviembre del 2019





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 03/10/19 al 11/10/19.

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

Características de la Mezcla :	MEZCLA ASFÁLTICA + ASFALTO MODIFICADO CON EVALOY.					
- N° de golpes por cara	:					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,6	5,8	6,0		
- Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2,414	2,419	2,421		
- Vacíos, %	:	4,6	4,1	3,7		
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	72,0	74,8	77,2		
- V.M.A., %	:	16,5	16,4	16,5		
- Estabilidad, kg (kN)	:	1541,5	(15,12) 1566,4	(15,36) 1567,0	(15,37)	
- Flujo, mm (10 <sup>-2</sup> pulg)	:	4,4	(17,5) 4,6	(17,9) 4,7	(18,5)	
- Absorción de Asfalto, %	:		0,63			
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	:	3469,0	(9,0) 3436,0	(9,0) 3331,0	(8,0)	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		140 - 145			

**Proporciones de mezcla :**

(1) Agregado grueso, % **	:	40,0
(2) Agregado fino, % **	:	60,0
(3) Aditivo, % **	:	0,5

**Materiales :**

Tipo de Asfalto	:	Asfalto Modificado con 1,4% de Elvaloy + 0,02% Ácido Polifosfórico.
Agregado grueso (Piedra Chancada)	:	Cantera "Carapongo - Huachipa"
	:	Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica: Acceso km 2.
Agregado fino (Arena Chancada)	:	Cantera "Carapongo - Huachipa"
	:	Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica: Acceso km 2.
Aditivo	:	Mejorador de Adherencia "Quimbond 3000".

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

**Observaciones :**  
 Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).  
 Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).  
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva







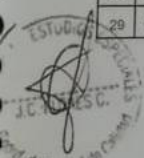
**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 25/11/19 al 02/12/19.

**MTC E - 504**

**ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL**

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4,0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		38,4		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		57,6		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,17	6,16	6,16	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1200,2	1196,8	1200,5	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AIRE (g)	1202,4	1203,3	1205,2	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN AGUA (g)	702,5	704,1	705,6	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	2,2	6,5	4,7	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (cm³)	499,9	499,2	499,6	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,44	1,30	0,94	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,401	2,397	2,403	2,400
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,592		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7,4	7,5	7,3	7,4
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20 V.M.A. (%)	15,5	15,7	15,5	15,6
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	52,5	52,2	53,0	52,6
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,773		
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,59		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		3,41		
25 FLUJO (mm)	2,8	2,8	3,0	2,9
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1332,8	1295,1	1309,2	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1386,0	1347,0	1362,0	1365,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4960,6	4821,0	4468,5	4750,0



CONTROL DE CALIDAD  
 E. VALLADARES A  
 ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
 2 de Diciembre del 2019





**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.

DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica

PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elnaloy 4170 Ret para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.

REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 25/11/19 al 02/12/19.

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

N° DE BRIQUETAS	1			PROMEDIO
	1	2	3	
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5,5		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37,8		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		56,7		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 85% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,21	6,22	6,23	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1216,8	1216,9	1217,2	
11 1218	1218,0	1224,8	1220,0	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	714,5	720,2	715,0	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	1,2	7,9	2,8	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	503,5	504,6	505,0	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,24	1,57	0,55	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,417	2,412	2,410	2,413
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,506		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	3,6	3,8	3,8	3,7
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20 V.M.A. (%)	16,3	16,5	16,5	16,4
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	78,2	77,2	76,8	77,4
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,742		
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,18		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5,32		
25 FLUJO (mm)	3,8	3,8	3,8	3,8
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1309,2	1356,3	1332,8	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1362,0	1411,0	1386,0	1386,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	3574,8	3703,4	3637,8	3639,0



CONTROL DE CALIDAD - CEB  
E. VALLADARES ALARCÓN  
ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
Lima, 2 de Diciembre del 2019



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE ENSAYO : Del 25/11/19 al 02/12/19.

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

N° DE BRIQUETAS		1	2	3	PROMEDIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,0			
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	38,00			
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57,00			
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	0,0			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			
6	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")	2,734			
7	PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO	2,725			
8	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER	--			
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,15	6,17	6,17	
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1207,0	1209,8	1209,8	
11	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1210,6	1213,2	1213,2	
12	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	712,2	713,2	713,2	
13	PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3,6	3,4	3,4	
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	498,4	500,0	500,0	
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,72	0,68	0,68	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,422	2,420	2,420	2,420
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041	2,539			
18	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	4,6	4,7	4,7	4,7
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2,729			
20	V.M.A. (%)	15,7	15,8	15,8	15,8
21	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	70,6	70,3	70,3	70,4
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,759			
23	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0,40			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	4,60			
25	FLUJO (mm)	3,6	3,6	3,6	3,6
26	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1474,1	1474,1	1474,1	
27	FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1533,0	1533,0	1533,0	1533,0
29	RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4311,0	4311,0	4311,0	4311,0



ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
Lima, 2 de Diciembre del 2019







REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jaemines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Rel. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 25/11/19 al 02/12/19

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL			4,5	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		38,2		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		57,3		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,15	6,16	6,15	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1198,8	1202,2	1199,2	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1202,6	1205,8	1200,5	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	704,2	706,5	702,0	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	3,8	3,6	1,3	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	498,4	499,3	498,5	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,76	0,72	0,26	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,405	2,408	2,406	2,406
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,555		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	5,9	5,8	5,9	5,8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20 V.M.A. (%)	15,8	15,7	15,8	15,8
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	62,9	63,3	63,0	63,1
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,753		
23 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,33		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4,17		
25 FLUJO (mm)	3,0	3,0	3,3	3,1
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1409,9	1409,9	1414,5	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1466,0	1466,0	1471,0	1468,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	4809,7	4809,7	4454,9	4691,0

ESTUDIO DE CALIDAD  
 C. FLORES C.  
 Ing. de Control de Calidad

CONTROL DE CALIDAD  
 E. VALLADARES A.  
 ING. ERIKA VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 2 de Diciembre del 2019



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Evaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 25/11/19 al 02/12/19.

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

N° DE BRIQUETAS	1	2	3	PROMEDIO
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37,5		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		56,4		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		0,0		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010		
6 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO GRUESO (MENOR 1")		2,734		
7 PESO ESPECÍFICO BULK SECO DEL AGREGADO FINO		2,725		
8 PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL FILLER		--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6,20	6,21	6,24	
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (g)	1218,4	1224,0	1225,0	
11 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AIRE (g)	1223,4	1224,2	1225,9	
12 PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO EN AGUA (g)	721,0	720,5	720,2	
13 PESO DEL AGUA ABSORBIDA (g)	5,0	0,2	0,9	
14 VOLUMEN DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO (cm³)	502,4	503,7	505,7	
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1,00	0,04	0,18	
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (g/cm³)	2,425	2,430	2,422	2,425
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041		2,492		
18 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	2,7	2,5	2,8	2,7
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)		2,729		
20 V.M.A. (%)	16,5	16,3	16,6	16,5
21 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	83,8	84,7	83,2	83,9
22 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,750		
23 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0,28		
24 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5,72		
25 FLUJO (mm)	4,1	4,1	4,1	4,1
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1168,0	1191,5	1177,4	
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	
28 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1215,0	1239,0	1224,0	1226,0
29 RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO (kg/mm)	2989,7	3048,7	3011,8	3017,0



CONTROL DE CALIDAD  
 E. VALLADARES ALARCÓN  
 INGENIERA VALLADARES ALARCÓN.  
 Lima, 2 de Diciembre del 2019



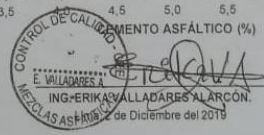
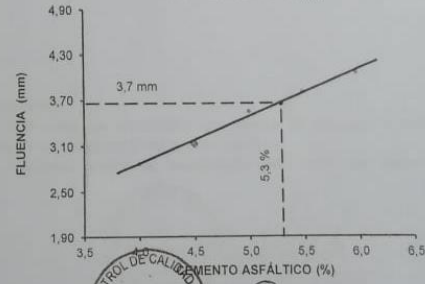
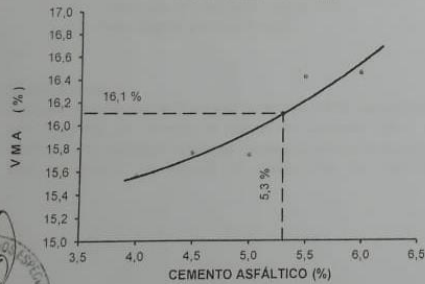
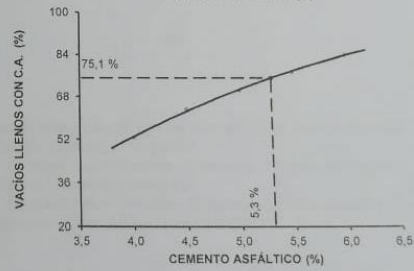
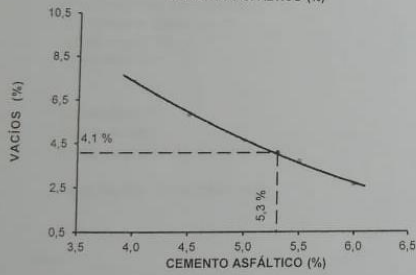
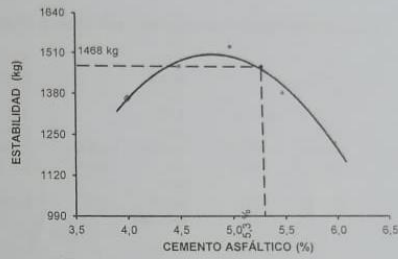
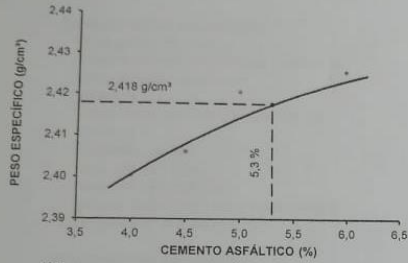


**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO, MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Vaktiviezo - San Martín de Porres, IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Ewaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019".  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 25/11/19 al 02/12/19.

MTC E - 504

**ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL**



LABORATORIO



CEE

Av. Túpac Amaru N° 150 - Rimac

Tel. (051) 481-1707

email: mar.dca@peru.gob.pe



**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

SOLICITANTE : LIZ SARA CHAVEZ BRAVO. MUESTRA : Agregados y asfalto modificado.  
 DOMICILIO : Av. Los Jazmines N° 227 - Valdiviezo - San Martín de Porres. IDENTIFICACIÓN : La que se indica  
 PROYECTO : "Mejoramiento del Comportamiento Mecánico de una Mezcla Asfáltica Convencional Adicionando Polímeros Elvaloy 4170 Ret. para la Avenida José Granda, Distrito de San Martín de Porres, Lima 2019". CANTIDAD : 120 - 150 kg.  
 REFERENCIA : Oficio N° 194-2019-MTC/19.01.EE. PRESENTACIÓN : Sacos, envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2019.07.01. FECHA DE ENSAYO : Del 25/11/19 al 02/12/19.

**MTC E - 504**

**ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL MÉTODO MARSHAL**

**Características de la Mezcla :**

	MEZCLA ASFÁLTICA + ASFALTO MODIFICADO CON EVALOY.					
- N° de golpes por cara	:					
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,1	5,3		5,5	
- Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2,415	2,418		2,420	
- Vacíos, %	:	4,4	4,1		3,6	
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	72,2	75,1		77,8	
- V.M.A., %	:	16,0	16,1		16,2	
- Estabilidad, kg (kN)	:	1491,7	(14,63)	1468,4	(14,40)	1412,3 (13,85)
- Flujo, mm (10 <sup>2</sup> pulg)	:		3,6 (14,1)	3,7 (14,4)		3,8 (15,0)
- Absorción de Asfalto, %	:			0,36		
- Relación Estabilidad / Flujo, kg/cm (lb/pulg)	:	4175,0	(10,0)	4013,0	(10,0)	3712,0 (9,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C	:			140 - 145		

**Proporciones de mezcla :**

(1) Agregado grueso, % **	:	40,0
(2) Agregado fino, % **	:	60,0
(3) Aditivo, % **	:	0,5

**Materiales :**

Tipo de Asfalto	:	Asfalto Modificado con 1,7% de Elvaloy + 0,02% Ácido Polifosfórico.
Agregado grueso (Piedra Chancada)	:	Cantera "Carapongo - Huachipa"
	:	Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica: Acceso km 2.
Agregado fino (Arena Chancada)	:	Cantera "Carapongo - Huachipa"
	:	Carretera Puente Huachipa - Carapongo - Chosica: Acceso km 2.
Aditivo	:	Mejorador de Adherencia "Quimibond 3000".

**Nota :**

- (\*) Porcentaje en peso de la mezcla total.
- (\*\*) Porcentaje en peso del asfalto.

**Observaciones :**

Publicado en el Manual de Ensayo de Materiales - MTC. (Edición Mayo del 2016).  
 Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOP-CRT del 07.01.98).  
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva

