

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**PROPIEDADES FÍSICAS DE MEZCLAS  
ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO  
POLIESTIRENO EXPANDIDO, HUANCAYO -  
2020**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Antezana Ccahuaya, Abel**

**Asesor:**

**Mtro. Porrás Olarte, Rando**

**Línea de Investigación Institucional:**

**Transporte y Urbanismo**

**Huancayo – Perú**

**2024**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed  
Jurado

---

Mtro. Jeannelle Sofia Herrera Montes  
Jurado

---

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación la dedico a Dios por llenar mi vida de bendiciones y darme fortaleza para superar obstáculos que se presentan en mi camino hacia el logro de mis metas a mis padres que son mi fortaleza para luchar día a día y salir adelante y por qué siempre creen en mí y apoyan en las decisiones que tomo.

Bach. Antezana Ccahuaya Abel.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis hermanos han traído alegría y amor a mi vida, y agradezco a Dios por su compañía y guía a lo largo de mi carrera. Mis padres me han apoyado en todos mis logros y me han permitido tener una educación sobresaliente a lo largo de los años

Bach. Antezana Ccahuaya Abel.

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0294 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**; titulada:

### PROPIEDADES FÍSICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ADICIONANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, HUANCAYO-2020

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. ANTEZANA CCAHUAYA ABEL**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Ing. RANDO PORRAS OLARTE**

Fue analizado con fecha **28/08/2024**; con **171 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

**Excluye citas.**

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **25** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 28 de Agosto del 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO .....</b>	<b>vi</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>14</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>14</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2. Delimitación del problema.....	15
1.2.1. Espacial .....	15
1.2.2. Temporal .....	16
1.2.3. Económica.....	16
1.3. Formulación del problema.....	16
1.3.1. Problema general.....	16
1.3.2. Problemas específicos .....	16
1.4. Justificación de la investigación .....	17
1.4.1. Justificación práctica o social.....	17
1.4.2. Justificación científica o teórica.....	17
1.4.3. Justificación metodológica.....	17
1.5. Objetivos.....	18
1.5.1. Objetivo general.....	18
1.5.2. Objetivos específicos .....	18
1.6. Aspectos éticos de la Investigación .....	18

<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	19
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	19
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	22
2.2. Bases teóricas.....	24
2.2.1. Poliestireno expandido .....	24
2.2.2. Propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente .....	34
2.3. Marco conceptual.....	37
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>38</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>38</b>
3.1. Hipótesis .....	38
3.1.1. Hipótesis general.....	38
3.1.2. Hipótesis específica.....	38
3.2. Variables .....	39
3.2.1. Definición conceptual de las variables.....	39
3.2.2. Definición operacional de la variable .....	39
3.2.3. Operacionalización de variables .....	39
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>41</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>41</b>
4.1. Método de investigación.....	41
4.2. Tipo de investigación.....	41
4.3. Nivel de la investigación.....	42
4.4. Diseño de la investigación .....	42
4.5. Población y muestra.....	42
4.5.1. Población.....	42
4.5.2. Muestra.....	43

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	43
4.7.1. Abrasión los ángeles (L.A) al desgaste de los agregados MTC E 207 .....	43
4.7.2. Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall MTC E 504 .....	44
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>47</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
5.1. Descripción de resultados .....	47
5.1.1. Análisis granulométrico de los agregados .....	47
5.1.2. Caracterización de los agregados .....	48
5.1.3. Diseño de mezcla asfáltica .....	51
5.1.2. Propiedades físicas de las mezclas asfálticas .....	52
5.1.3. Determinación de la estabilidad de la mezcla asfáltica.....	53
5.1.4. Cálculo del flujo de la mezcla asfáltica.....	54
5.2. Contrastación de hipótesis .....	56
5.2.1. Hipótesis específico 1 (prueba del investigador) .....	56
5.2.2. Hipótesis específico 2 (prueba del investigador) .....	57
5.2.3. Hipótesis específico 3 (prueba del investigador) .....	59
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia.....</b>	<b>71</b>
<b>Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables .....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo N°03: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación .....</b>	<b>75</b>
<b>Anexo N°04: Fotografía de la aplicación del instrumento .....</b>	<b>134</b>



## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de propiedades físicas del poliestireno .....	28
Tabla 2. Propiedades químicas del poliestireno.....	31
Tabla 3. Poliestireno según grado de impacto .....	34
Tabla 4. Causa y efecto de una baja durabilidad .....	35
Tabla 5. Origen y efecto de una baja estabilidad .....	36
Tabla 6. Operacionalización de variables .....	40
Tabla 7. Esferas según tipo de gradación.....	44
Tabla 8. Granulometría de la grava ¾” .....	47
Tabla 9. Granulometría de arena chancada.....	48
Tabla 10. Granulometría de arena natural.....	48
Tabla 11. Combinación del agregado fino.....	48
Tabla 12. Caracterización del agregado.....	49
Tabla 13. Combinación granulométrica del agregado .....	50
Tabla 14. Mezcla convencional .....	51
Tabla 15. Mezcla asfáltica de diseños experimentales .....	51
Tabla 16. Cántabro de pérdida por desgaste .....	52
Tabla 17. Resultados de la estabilidad .....	53
Tabla 18. Resultados del flujo de la mezcla asfáltica. ....	55

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Distrito de Huancayo .....	16
Figura 2. Proceso de obtención del poliestireno .....	25
Figura 3. Poliestireno en diversas etapas .....	26
Figura 4. (a) Estireno como materia prima (b) estireno espumado (c) bloque de EPS.....	32
Figura 5. Poliestireno con uso cristalino .....	33
Figura 6. Ensayo Marshall para briquetas.....	36
Figura 7. Máquina de abrasión los ángeles .....	44
Figura 8. Colocación de muestra en el molde.....	46
Figura 9. Determinación del espesor de las probetas.....	46
Figura 10. Curva granulométrica .....	50
Figura 11. Variación de pérdidas por desgaste con poliestireno expandido.....	52
Figura 12. Variación de la estabilidad de la mezcla asfáltica con poliestireno expandido.....	54
Figura 13. Variación del flujo de la mezcla asfáltica con poliestireno expandido .....	55
Figura 14. Prueba de normalidad pérdida por desgaste .....	56
Figura 15. Prueba Kruskal Wallis pérdida por desgaste .....	57
Figura 16. Prueba de normalidad para la estabilidad.....	58
Figura 17. Prueba de homogeneidad de varianzas para la estabilidad.....	58
Figura 18. Prueba de ANOVA de un factor para la estabilidad.....	59
Figura 19. Prueba de normalidad del flujo.....	60
Figura 20. Prueba Kruskal Wallis para flujo. ....	60

## RESUMEN

En la presente tesis se planteó como problema general: ¿Cuánto varían las propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo - 2020?, siendo el objetivo general: Determinar cuánto varían las propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo-2020. Se aplicó, el método de la investigación es cuantitativo, el tipo de investigación será aplicado, de nivel explicativo. El propósito de la investigación se basó en los resultados obtenidos de las propiedades físicas del asfalto caliente adicionando poliestireno expandido, como resultado por el ensayo Marshall el flujo obtuvo porcentajes máximos y mínimos 9.36% (con 0.4% de poliestireno expandido) y -23.08% (con 0.2% de poliestireno expandido); en la estabilidad se halló una variación de 39.31% (con 0.2% de poliestireno expandido) y 22.75% (con 0.1% de poliestireno expandido); y a través del ensayo de Cántabro la pérdida por desgaste fue de -8.92% (con 0.1% de poliestireno expandido) y -42.62% (con 0.3% de poliestireno expandido). Finalmente se concluyó que las propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente mejoran al adicionar poliestireno expandido según el diseño de Marshall con 0.20% se tiene la estabilidad de 1486 kg, el flujo de 7.7 mm y desgaste de -13.99%.

**PALABRAS CLAVES:** Mezcla asfáltica, poliestireno expandido, dosificación, estabilidad, desgaste, flujo.

## **ABSTRACT**

In this thesis, the general problem was posed: How much do the physical properties of hot asphalt mixes vary by adding expanded polystyrene, Huancayo - 2020? The general objective being: Determine how much the physical properties of hot asphalt mixes vary by adding polystyrene. expanded, Huancayo-2020. It was applied, the research method is quantitative, the type of research will be applied, at an explanatory level. The purpose of the research was based on the results obtained from the physical properties of hot asphalt by adding expanded polystyrene, as a result of the Marshall test, the flow obtained maximum and minimum percentages of 9.36% (with 0.4% expanded polystyrene) and -23.08% ( with 0.2% expanded polystyrene); In stability, a variation of 39.31% (with 0.2% expanded polystyrene) and 22.75% (with 0.1% expanded polystyrene) was found; and through the Cántabro test the wear loss was -8.92% (with 0.1% expanded polystyrene) and -42.62% (with 0.3% expanded polystyrene). Finally, it was concluded that the physical properties of hot asphalt mixtures improve by adding expanded polystyrene according to the Marshall design with 0.20%, the stability of 1486 kg, the flow of 7.7 mm and wear of -13.99% are obtained.

**KEYWORDS:** Asphalt mixture, expanded polystyrene, dosage, stability, wear, flow.

## INTRODUCCIÓN

La actual tesis titulada: “Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo-2020”, fue planteado a causa de las problemáticas mostradas en la ciudad de Huancayo con respecto al más estado de algunas vías que presentan fallas en su estructura lo que no permite un desarrollo normal del paso de vehículos.

Las mezclas asfálticas son materiales muy usados en el revestimiento de vías en muchas calles en Huancayo, el paso del tiempo y los diversos factores a los que se encuentra expuesto más las cargas transmitidas por parte del paso de los vehículos provocan que esta estructura falle y se presentan diversas patologías que consumen más rápido la vida del asfalto. Por este motivo se considera al poliestireno expandido un material de fácil uso y baja densidad que pueda mejorar tanto como las propiedades físicas y mecánicas del asfalto de manera que presente una vida útil mayor. Además de que la tesis tuvo como objetivo determinar cuánto varían las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo-2020, y aplicando el método cuantitativo, tipo aplicado, de nivel explicativo con diseño experimental.

Para realizar un análisis minucioso de las variables planteadas la tesis está compuesta por cinco capítulos donde se presenta información y resultados obtenidos en la investigación.

El **capítulo I.-** Presentación del problema general, problemas específicos, objetivo general y objetivos específicos, así como las limitaciones y justificación de la investigación.

El **capítulo II.-** Exposición de antecedentes nacionales e internacionales, marco teórico en función a las dimensiones, definición de términos e hipótesis planteadas.

El **capítulo III.-** Definición de términos e hipótesis planteadas.

El **capítulo IV.-** Se detalla la metodología empleada en la investigación, variables, método, tipo, diseño de la investigación, población, muestra y operacionalización de variables.

El **capítulo V.-** Presenta el desarrollo de los resultados de los ensayos de laboratorio.

Como parte final, se hace una discusión de resultados en concordancia con los antecedentes, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas, además de los anexos como la matriz de consistencia, operacionalización de variables, certificados de los ensayos y panel fotográfico.

Bach. Antezana Ccahuaya, Abel.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

A nivel mundial, específicamente en Etiopía, como señala Degu, Fayissa, Geremew & Chala (2022) las fallas que se dan por las propiedades físicas de las mezclas asfálticas se reflejan en las tensiones generadas por las cargas del tráfico y las condiciones ambientales. El deterioro del pavimento como resultado de este proceso afecta negativamente a la capacidad de servicio, la seguridad y la calidad de conducción de la carretera; asimismo, Irokwe, Nwaogazie & Sule (2022) asegura que en Nigeria, las respuestas estructurales del pavimento flexible se acentúan por las deformaciones, tensiones y esfuerzos que se originan en la superficie o tramo de rodadura, siendo necesario un buen diseño que asegure además de las propiedades mecánicas las propiedades físicas de las mezclas asfálticas, reduciéndose a largo plazo los costos de mantenimiento y fortaleciendo el buen estado de la vía.

A nivel nacional, las carreteras son muy importantes para la infraestructura del Perú, ya que aportan al desarrollo económico, social y cultural, donde hasta el 2017 la vía nacional pavimentada cuenta con 23 000 kilómetros; no obstante, las fallas en los

pavimentos en la mayoría de casos se da por unas inadecuadas propiedades físicas de las mezclas asfálticas que traen consigo el agrietamiento por fatiga, el desgaste superficial y las deformaciones permanentes, que son necesarias controlar desde el diseño hasta la construcción de la vía. Huari (2020)

Por consiguiente, se ha denotado que las propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente es una preocupación en diversos países, al incidir en el deterioro de las carreteras, sus deficientes características se deben a diversos factores, como la mala calidad de los materiales, el ineficiente diseño de las mezclas o técnicas inadecuadas de construcción, la no solución de esta problemática perjudica a los usuarios de las carreteras, como conductores, pasajeros y peatones, donde la presencia de baches, ondulaciones, deformaciones permanentes y fisuras afectan su seguridad y calidad de conducción, además de la vida útil y durabilidad de la infraestructura vial. La solución que se propone en esta investigación es el uso del poliestireno expandido que al ser un material ligero, resistente y duradero mejorará la resistencia a la disgregación, estabilidad y por ende a la conservación del contenido del cemento asfáltico, siendo así que, las propiedades físicas de las mezclas asfálticas se mejoran con la adición de poliestireno expandido sin aumentar significativamente el peso de las mismas, adicional a ello, se estaría reduciendo el impacto ambiental, pues es considerado como un material reciclable, además que su fabricación no genera gases de efecto invernadero.

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Espacial**

La investigación se desarrolló en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo y departamento de Junín.



Figura 1. Distrito de Huancayo

Fuente: Elaboración Propia

### 1.2.2. Temporal

La actual investigación se desarrolló entre los meses de marzo a junio del 2022.

### 1.2.3. Económica

El desarrollo de la Investigación fue financiado al 100% por el tesista.

## 1.3. Formulación del problema

### 1.3.1. Problema general

¿Cuánto varían las propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo - 2020?

### 1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuánto varía la perdida por desgaste de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido Huancayo-2020?
- b) ¿Cuánto difiere la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020?
- c) ¿Cuánto cambia el flujo de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020?



## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Justificación práctica o social**

Según Calderon (2020) “la justificación práctica se basa en la resolución del problema y elaboración de estrategias para la solución de problemas las cuales servirán para cambiar la realidad de eventos planteados actualmente”.

Con la presente investigación se dió a conocer prácticamente el desarrollo del estudio de las propiedades físicas mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente incorporando de poliestireno expandido, provincia de Huancayo, 2022.

### **1.4.2. Justificación científica o teórica**

Méndez (2012), menciona que una justificación científica está fundamentada en el estudio encargado así de un debate académico en base a conocimientos en una confrontación de teorías contrastando resultados con teorías existentes.

Esta investigación en los ensayos del MTC propuso valores en un determinado rango de aceptación para cada propiedad de la mezcla asfáltica que fueron determinados en un parámetro de aceptación.

### **1.4.3. Justificación metodológica**

Bedoya (2020) menciona que, este tipo de justificación “ofrecen un concepto más amplio, mostrando una justificación metodológica al crear un nuevo instrumento para recolectar o analizar datos, o se plantea una nueva metodología que incluya otras formas de experimentar una o más variables, o estudiar de forma más adecuada a determinar la población”.

Por consiguiente, se ejecutaron procedimientos diferentes para la elaboración de las mezclas asfálticas en caliente, los cuales se encuentran detallados en el Manual de Ensayos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2016) y el Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013), partiendo de la caracterización de los agregados gruesos, los agregados finos y el diseño Marshall.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar cuánto varían las propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo-2020.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar cuánto varía la pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo-2020.
- b) Determinar la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.
- c) Determinar el flujo de las mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

## **1.6. Aspectos éticos de la Investigación**

Las definiciones, conceptos entre otros conocimientos teóricos descritos en la presente investigación fueron parafraseados y citados respectivamente, de esta forma se respeta el derecho de autor evitando el plagio; además al hacer uso del poliestireno expandido dentro de una mezcla asfáltica no modifiqué ningún entorno ni ecosistema, pues resguardé la seguridad de todo ser vivo, desechando lo evaluado como es correcto.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Dávalos (2015), muestra la tesis de maestría **titulado:** “Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido”, el cual fija como **objetivo general:** Mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas mediante la adición de perlas de poliestireno expandido reciclado, usando la **metodología:** Se hizo uso de un diseño experimental, con una investigación aplicada y de un nivel descriptivo, llegando al **resultado:** Para la adición de poliestireno expansivo del 4.3 % se obtuvo un peso unitario de 2.28 g/cm<sup>3</sup>, un % de vacíos de 7.28%, estabilidad de 560.74 kg, un flujo de 2.77 mm y un VMA de 16.99 %, para la dosificación de 4.8% se obtuvo un peso unitario de 2.30 g/cm<sup>3</sup>, un % de vacíos de 5.08 %, estabilidad de 599.66 kg, un flujo de 2.67 mm y un VMA de 15.97 %, para la dosificación de 5.3% se obtuvo un peso unitario de 2.31 g/cm<sup>3</sup>, un % de vacíos de 3.61 %, estabilidad de 536.26 kg, un flujo de 3.10 mm y un VMA de 15.84 %, y finalmente **concluyo:** Se concluyó que la adición de poliestireno expandido reciclado en un 45 % mejora las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica y su estabilidad en un 60 %.

Matta y Perez (2019), presenta la tesis de pregrado **titulado:**“ Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote – Ancash -2019”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la variación de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote- 2019, empleando la **metodología:** La investigación presenta un tipo y diseño cuasi-experimental, de un diseño causal-correlacionar, alcanzando como **resultado:** En el ensayo Marshall resultados que cumplen con lo solicitado por la norma con una adición del 5% teniendo una estabilidad resultante de 1880 kg, densidad 2.339 gr/cc, fluencia de 5.17 % y un porcentaje de vacíos de 5.17 % , y finalmente **concluyo:** Se muestra que la variación en las propiedades mecánicas y físicas modificadas con un 5 % de C.A y un 10% de cenizas en función a la mezcla asfáltica mejorar sus propiedades, resultando así una estabilidad de 1998 kg, mostrando así una diferencia de 118 kg con respecto a la muestra patrón. La fluidez de la mezcla disminuye en 0.8 mm, su densidad aumenta en 0.02 gd/cc y en el porcentaje de vacíos de obtuvo un valor de 4.22 % sobre un valor inicial de 5.17 % presentando así una diferencia de 0.95 %.

Arevalo y Lucho (2019), muestra la tesis sustentada en pregrado **titulada:** “Influencia de la incorporación de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Lima-2019”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el porcentaje óptimo de la incorporación de poliestireno para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, empleando la **metodología:** Basado en un diseño experimental y de tipo aplicada, alcanzando como **resultado:** En el ensayo Marshall se obtuvo como resultado en deformación de 4.4 mm a 4.8 mm , en tanto al valor de densidad bulk y el contenido de vacíos en la mezcla no presenta una varianza significativa, en tanto al adicionar el 3% de poliestireno se llevó a una densidad de 2.372 kg/ cm<sup>3</sup> y en la muestra patrón se obtuvo una densidad de 2.374 g/cm<sup>3</sup>, con la estabilidad de 1598.4 kg (convencional), 1475 kg (0.2% de poliestireno), 1611 kg (0.3% de poliestireno) y 1736 kg (0.5% de poliestireno), por lo tanto **concluyó:** Mencionando que la incorporación del poliestireno expandido en un porcentaje óptimo de 0.3 % en relación con el peso total de la mezcla mejora las propiedades de la mezcla asfáltica.

Huari (2020), presenta la tesis de pregrado **titulado:** “Análisis y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente con RAP y una mezcla asfáltica

modificada con polímero SBS PG 70-28”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar y evaluar el desempeño de una mezcla asfáltica en caliente con distintos porcentajes de pavimento asfáltico reciclado (RAP), haciendo uso de aditivos rejuvenecedores de asfalto respecto a una mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS PG 70-28, empleando la **metodología:** El presente proyecto fue realizado desde un enfoque científico, tipo de investigación aplicada, cuyo nivel de investigación es descriptiva-experimental, de un diseño causal-correlacional, alcanzando como **resultado:** Que en las propiedades físicas se presenció que la penetración mejoro en un 25% con el uso del 5 % de rejuvenecedor y en tanto a la viscosidad el Brookfield disminuyo de 5313 cP - 1905 cP mostrando así una mejora del 65 % en tanto el punto de ablandamiento tubo una reducción de temperatura de 79 °C a 67 °C, y finalmente **concluyó:** Afirmando que se puede hacer uso de pavimento asfáltico reciclado (RAP) hasta en una proporción de un 40 % de un total de la mezcla, al demostrar que ofrece similares en el asfalto nuevo pudiendo considerarse una carretera sostenible.

García (2019), presenta la tesis de pregrado **titulado:** “Mejoradores antistripping como mitigador de daño en propiedades físico- mecánicas de mezclas asfálticas en caliente generado por precipitaciones pluviales, Huancayo 2019”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar el efecto de los mejoradores antistripping como mitigadores de daño en propiedades físico–mecánicas de mezclas asfálticas en caliente generado por precipitaciones pluviales, Huancayo 2019, empleando la **metodología:** El presente proyecto fue realizado desde un enfoque científico, tipo de investigación aplicada, cuyo nivel de investigación es descriptiva-experimental, de un diseño causal-correlacionar, alcanzando como **resultado:** Se muestra que el uso del aditivo QUIMIBOND, aumenta la adherencia de un 24 % a un 97 % y el uso del aditivo ADHESOL aumenta la adherencia de un 25 % a un 98 %, y finalmente **concluyó:** El uso de Antistripping aumenta el porcentaje de adherencia de ligantes, en presencia de una elevada estabilidad y se ve un aumento en la deformación mientras sea mayor el tiempo de saturación en agua pluvial, el uso del aditivo QUIMIBOND es el que mejora este comportamiento ya que evita daños por precipitaciones pluviales al ser menor con respecto a las propiedades mecánicas manteniendo así una buena estabilidad y atenúa la deformación de la carpeta asfáltica.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Buitrago y González (2017), expone la tesis de pregrado **titulado:** “Caracterización del RAP e identificación de su influencia en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar una caracterización del RAP e identificar la influencia de la heterogeneidad del material en el comportamiento mecánico de las mezclas en caliente, usando la **metodología:** Se establece una base teórica en la que dan los conceptos clave y se describe la campaña experimental desarrollada en la investigación, llegando al **resultado:** El Rap es un material que puede ser incluido sin un riesgo de inflamación, al realizar una adición de RAP del 20 % el porcentaje de vacíos disminuye, además con la adición de un 40 % a 60 % la estabilidad disminuye en mayor medida y el flujo aumenta con respecto a la mezcla oprimada, y finalmente **concluyó:** En la mezcla asfáltica con un 20% de RAP, el porcentaje de vacíos es mucho más alto de la dosificación óptima y no cumple con los parámetros mencionados en la norma INVIAS en tanto el uso de un 40% de RAP en bajos contenidos de asfalto el contenido de vacíos supera a una mezcla óptima, en tanto para contenidos de asfalto mayores en reciclado disminuye los vacíos, debido a esto la estabilidad de la mezcla con este porcentaje de adición llega a cumplir con cualquier contenido de asfalto.

Acosta (2017), expone la tesis de pregrado **titulado:** “Análisis de la correlación entre estabilidad y módulo de rigidez para mezcla asfálticas en caliente, empleando agregados pétreos del distrito Metropolitano de Quito”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar la correlación entre la estabilidad y módulo de rigidez de los diseños de mezclas asfálticas en caliente, con el empleo de agregados pétreos del Río Pita (Sector Pintag), Río Guayllabamba y Pifo (Construarenas), ubicadas en el Distrito Metropolitano de Quito, para determinar las propiedades fundamentales de las mezclas y no basarnos solamente en un método empírico como es el Marshall, usando la **metodología:** Investigación experimental, con un nivel explicativo–descriptivo, llegando al **resultado:** El agregado pétreo sacado como muestra cumplen con las normas establecidas, además se determinó una correlación entre estabilidad y el módulo de rigidez en las mezcla propuestas, y finalmente **concluyó:** Para el agregado extraído del Río Pita se tiene un valor de correlación  $r$  de 0.47, el material del Río Guayllabamba el valor de correlación  $r$  de -0.66 y el material extraído de Pifo (construarenas)  $r$  de 0.79.

Fernández y Ruiz (2018), presenta la tesis sustentada en pregrado **titulado:** “Mezcla asfáltica modificada con poliestireno por vía seca”, el cual fija como **objetivo general:** Comparar las propiedades mecánicas y el comportamiento entre una mezcla asfáltica convencional y una mezcla asfáltica modificada con poliestireno en caliente por vía seca, usando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de un nivel exploratorio-descriptivo, llegando al **resultado:** La estabilidad de la mezcla asfáltica modificada con diversos porcentajes de poliestireno: 10 %, 20 %, 30% y un 40 % muestran un aumento en la estabilidad mantienen el flujo con respecto a la muestra patrón resultando así estabilidades de 2702 psi, 2869 psi, 3256 psi y 2819 psi con un flujo promedio de 12, y finalmente **concluyó:** Mencionando que al agregar poliestireno a la mezcla asfáltica mejora la estabilidad de este manteniendo el flujo, el porcentaje de dosificación optimo es de un 5.85%.

Flores y Vásquez (2017), muestra la tesis de pregrado **titulado:** “Relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente, durante su colocación y posterior a la misma”, el cual fija como **objetivo general:** Obtener una relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo, entre las briquetas confeccionadas durante la colocación de una mezcla asfáltica y los núcleos extraídos posteriormente, para determinar criterios de aceptación de dicha mezcla en base a estos últimos, usando la **metodología:** Se hizo uso de una metodología teórica, experimental, llegando al **resultado:** La granulometría de la mezcla asfáltica no es alterada de manera significativa por un corte realizado por la broca a los agregados que realiza la broca durante la extracción de núcleos, verificando que la densidad bulk que se obtienen en las briquetas no varía y es constante, y finalmente **concluyó:** La estabilidad encontrada en los núcleos se halla por sobre 1800 lb, valor mínimo establecida en la norma.

Gómez (2018), muestra la tesis de pregrado **titulado:** “Estudio de una mezcla asfáltica MDC – 19 modificada con adición de polipropileno de baja densidad (PBD) por vía seca”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la adherencia por medio de ensayos de comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica control MDC - 19 y de tres mezclas asfálticas modificadas por la adición de polipropileno de baja densidad (residuos de pitillo usado) por vía seca, usando la **metodología:** Se hizo

uso de una metodología teórica, experimental, llegando al **resultado:** La mezcla convencional obtuvo una pérdida de desgaste de 4.47% modificada en una adición del 1.0 % de polipropileno muestra 6.31%, con la adición de PBD en un 2 % - 3 %, igual a 23.71% y 26.91% y finalmente **concluyó:** La adición de MDC-19 al asfalto en caliente por vía seca por una evaluación de ensayo Marshall en de un 5.0% el que corresponde a un valor usual para mezclas con materiales locales.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Poliestireno expandido

El poliestireno expandido (EPS) “es un material rígido compuesto celularmente por plástico en base a un moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno expansible con un copolímero y presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire” (pág. 10). Dávalos (2018),

El poliestireno expandido que en una fase de expansión es usado como aislante térmico y de manera industrial como material de envase y embalaje. Este material es obtenido a partir de diferentes métodos la manera más convencional es la preparación de perlas de PS por un proceso de suspensión en la que se incorpora un disolvente volátil como el pentano y durante el proceso de moldeo se calienta, ocasionando una expansión de más de tres o cuatro veces su volumen inicial produciendo bolitas con baja densidad. Estas piezas pueden cortarse adecuadamente y ensamblarse, por lo que se habla de un material de baja conductividad térmica que gana mucha aceptación en ámbitos como los de aislador térmico de edificios, refrigerados, etc.

Además, un material muy usado en el envasado y transporte de maquinaria para evitar daños por golpes, también con el uso de este material se han realizado envases para alimentos (Dávalos, 2018).

El origen del poliestireno viene a remontarse a los años 1839, año en el cual un fármaco de Berlín llamado Simón realizó la destilación del storax se esta forma llegando a obtener un líquido reactivo con el nombre de estireno que pasaba de ser de un líquido semejante al agua, en una masa viscosa y translúcida (Dávalos, 2018).

En el año 1845 los químicos A.W Hofmann y J. Blyth quienes, basados en los datos anteriores, llevaron el estireno a temperaturas altas con lo que se obtuvo



productos solidos semejantes al vidrio. En base a estos estudios en el año 1920 la compañía BASF en aquellos años nombrada como Frabeninductric A.G inicio la producción industrial del Poliestireno instalando una planta para la producción de 100 ton de este material (pág. 29).

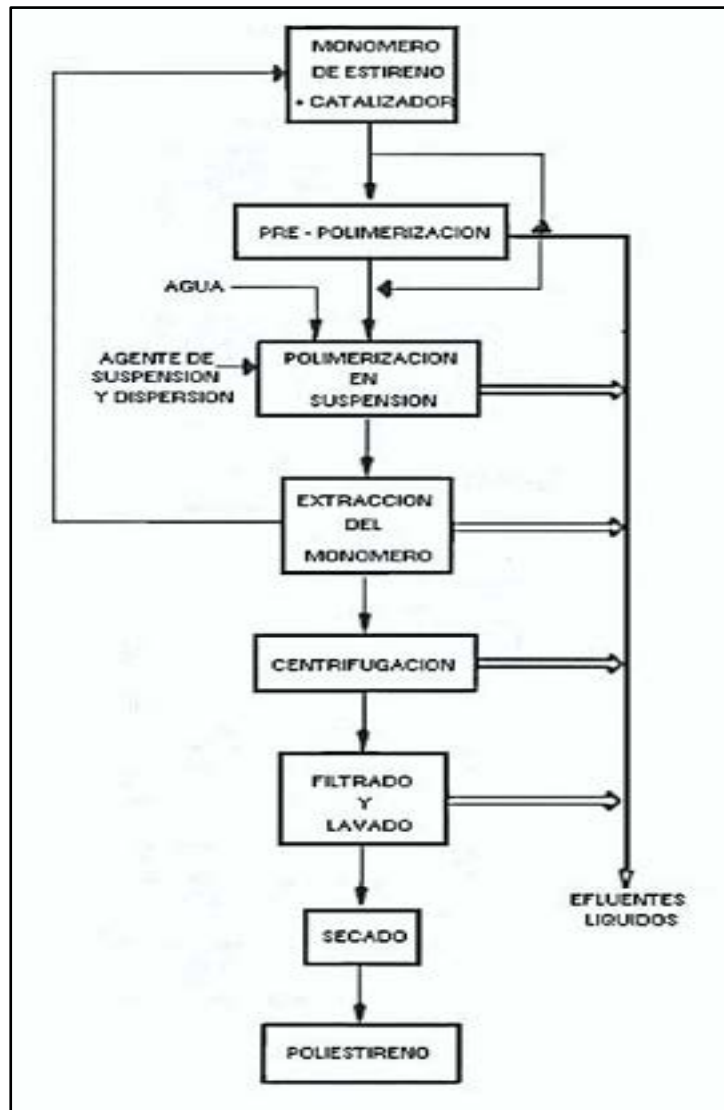


Figura 2. Proceso de obtención del poliestireno

**Fuente:** Dávalos (2018).

En años en los que se desarrollaron la segunda guerra mundial se realizó injertos de estireno en elementos de polibutadieno alcanzando obtener hule sintético como sustituto al caucho natural debido a su escasez, de esta forma alrededor del año 1945 EEUU inicia la producción de plásticos de estireno (pág. 30).

Partiendo así de una modificación del poliestireno con la adición de polibutadieno obteniendo así un poliestireno con una mayor capacidad de resistencia

al impacto. En el año 1845 se viene a generar el poliestireno expansible junto al SAN (plásticos de estireno/acrílico) y el PS (nuevos tipos de poliestireno) con mayor impacto a la resistencia de esta forma los polímeros de estireno son de gran relevancia en el mercado ocupando así el cuarto lugar en comercialización por su abundante variedad debidas a sus propiedades y fácil moldeo. (pág. 30)

El poliestireno es un polímero termoplástico es un material de origen artificial obtenido a partir de la polimerización de monómero de estireno, esto en base a un proceso químico donde las moléculas con baja densidad o monómeros vienen a agruparse y da lugar a las moléculas de mayor peso conocido como polímeros. (Embalajes Terra, 2021)

El resultado de este proceso de polimerización es el poliestireno genérico un material sólido, duro, frágil y transparente que al superar los 100°C es fácil de moldear.



Figura 3. Poliestireno en diversas etapas

**Fuente:** Embalajes Terra (2021).

El poliestireno es un material sumamente ligero y muy resistente por estas características de uso en gran escala en procesos de construcción y considerado como material ligero (Arevalo y Lucho, 2019).

El poliestireno expandido cumple diversas funciones según lo menciona Horvath (1999):

- Relleno de peso ligero. - Este material es perfecto y adecuado como material de relleno por su ligero peso al tener una baja densidad de por lo menos 10

kg/m<sup>3</sup> y a pesar de presentar esta densidad baja este material presenta una rigidez que soporta vehículos, construcciones ligeras, etc.

- Tránsito de fluidos. - Si bien muchos de los productos realizados a partir del EPS no son conductores de agua si se llega a cortar de tal manera que venga a contener vacíos y canales por los que fluya el agua puede ser usado sin inconveniente.
- Aislamiento térmico. - Debido a su gran contenido de aire con una aproximado de 98 % vienen a ser clasificado como un buen aislante.
- Inclusión compresible. - El poliestireno expandido puede ser colocado sobre estructuras rígidas llegando así a controlar el movimiento del suelo lo que a la vez reduce la carga de la estructura.
- Amortigua vibraciones. - La relación de rigidez con respecto a la densidad del EPS puede cumplir la función de amortiguación ante vibraciones de pequeña amplitud.

El poliestireno expandido viene a presentar diversas propiedades entre sus compuestos lo que la hace trabajable y de gran uso para varias actividades (Quiminet.com, 2022):

- Color transparente en GPPS, el HIPS presenta un color blancuzco opaco
- Liviano y de buen brillo
- De baja elongación
- Capaz de ser procesado en altas temperaturas
- Resistente a agentes químicos inorgánicos
- Es soluble en hidrocarburos aromáticos y purificados
- Presenta una densidad de 1050 kg/m<sup>3</sup>
- Conductividad térmica 0.08 W/ (m.k)
- Conductividad eléctrica ( $\sigma$ ) se encuentra entre 10-16 S/m
- Presenta una baja elongación

- El poliestireno tiene una buena resistencia a la compresión al presentar un comportamiento elástico al tener una propiedad de disipar una cierta cantidad de cargas al intentar comprimirlo (Arevalo y Lucho, 2019).

El poliestireno presenta diversas propiedades físicas lo que la vuelven en un material práctico para su uso en el sector de la construcción.

Tabla 1. Resumen de propiedades físicas del poliestireno

Propiedad	Valor en un margen de oscilación	Unidades
Densidad-nominal	10-35	Kg/ m <sup>3</sup>
Densidad-mínima	9-31.5	Kg/ m <sup>3</sup>
Espesor mínimo	50-20	mm
Conductividad térmica $\lambda$ (10° C)	46-33	mW (Mk)
Tensión a compresión por una deformación al 10%	30-25	KPa
Resistencia permanente a la compresión con una deformación del 10%	15-70	KPa
Resistencia a la flexión ( $\sigma\beta$ )	50-375	KPa
Resistencia al cizallamiento	25-184	KPa
Resistencia a tracción	< 100-580	KPa
Módulo de elasticidad	<15 -108	Mpa
Indeformabilidad al calor de forma instantánea	100	°C
Indeformabilidad al calor duradero con 20.000 N/m <sup>2</sup>	80	°C
Coefficiente de dilatación térmica lineal	5-7	I/K (Xe-5)
Capacidad térmica específica	1210	J/K(KgK)
Clase de reacción al fuego	M1-M4	-
Absorción de agua al contacto por 7 días	0.5-1.5	%(vol)
Absorción de agua al contacto por 28 días	1-3	%(vol)
Índice de resistencia a la difusión de vapor de agua	<20-120	-

**Fuente:** Dávalos (2018).

En los productos de poliestireno expandido las propiedades de resistencia mecánica son medidas a través de las siguientes propiedades (Dávalos, 2018).

- Resistencia a flexión
- Resistencia a tracción
- Resistencia a cizalladora o esfuerzo cortante

- Resistencia para una deformación para el 10%
  - Fluencia a compresión
- **Densidad.** - El poliestireno expandido se caracteriza por ser ligero y resistente, su densidad se encuentra en un intervalo de  $10 \text{ kg/m}^3$  hasta los  $50 \text{ kg/m}^3$  (pág. 34).
- **Aislamiento térmico.** - Tienen una buena capacidad de aislamiento térmico ante acciones de calor y frío, estas propiedades basadas en su propia estructura conformada por poliestireno.

En un aproximado de 98 % el material está compuesto por aire y tan solo el 2 % viene compuesto por poliestireno (materia sólida). La capacidad de aislamiento térmico que presenta viene definida por el coeficiente de conductividad (pág. 34).

- **Estabilidad dimensional.** - Los productos de EPS son materiales sometidos a variaciones dimensionales por un factor de alza en la temperatura, este coeficiente es evaluado con respecto a la dilatación independiente de su densidad, este valor se encuentra entre 0.05mm y 0.07 mm, por grado centígrado o metro de longitud. En modo de ejemplo si una plancha de 2m de largo es sometida a temperaturas de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  experimenta una variación en la longitud de aproximadamente 2mm – 2.8 mm. (pág. 35)
- **Conducta ante el agua.** - Este material no es higroscópico por lo que no absorbe grandes cantidades de agua presentando así una absorción del 1 % al 3 % de absorción (pág. 35).
- **Estabilidad a temperatura.** - Este material puede ser usado con total seguridad sin que sus propiedades sean afectadas quienes tienen limitación alguna en el extremo inferior en excepción de variación en la dimensión por efecto de contracción.

Referente al extremo superior donde el límite de temperatura bordea alrededor de los  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  para acciones de corta duración y un aproximado de  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  en acciones continuas el material viene a estar sometido a una carga de  $20 \text{ kPa}$  (pág. 36).

➤ **Comportamiento a factores atmosféricos.** - Cuando la EPS al estar bajo un tiempo prolongado a la luz UV tiende a amarillarse y a volverse frágil generando así una estructura más débil volviéndola susceptible a efectos de lluvia y viento logrando erosionarla.

**a) Propiedades biológicas.** - El poliestireno expansivo es un material resistente a efectos de pudrición, efectos de moho y no se descomponen. Este producto cumple con exigencias sanitarias de seguridad e higiene por lo que su uso es de total seguridad (pág. 38).

En acciones de temperatura las dimensiones llegan a ser estables hasta temperaturas de 85 °C, no se llega a producir descomposición y formación de gases nocivos.

**b) Propiedades Químicas.** - El poliestireno expandido presenta una estructura estable ante la aplicación o contacto con diversos productos químicos como adhesivo, pinturas disolventes, etc. En la siguiente tabla se presentan diversas propiedades químicas del EPS.

Tabla 2. Propiedades químicas del poliestireno

Sustancia activa	Estabilidad
Agua de mar	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Jabones y soluciones tenso activos	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Lejía	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Ácidos clorhídricos (35%) Ácidos nítricos (50 %)	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Concentración de ácidos	Estable: el EPS se contrae y se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS se contrae y se disuelve
Disolventes orgánicos (acetonas y esterés)	Estable: el EPS se contrae y se disuelve
Hidrocarburos saturados alifáticos	Estable: el EPS se contrae y se disuelve
Aceites de vaselina y parafina	Estable de forma relativa: En acciones prolongadas el EPS puede llegar a contraerse o atacar su superficie
Aceite de diésel	Estable: el EPS se contrae y se disuelve
Carburantes	Estable: el EPS se contrae y se disuelve
Alcoholes (metanol y etanol)	Estable: el EPS se contrae y se disuelve
Aceites de silicona	Es relativamente estable en una acción prolongada el EPS viene a contraerse o atacar la superficie

**Fuente:** Dávalos (2018).

El poliestireno expandido presenta diversas ventajas y desventajas al momento de su uso (Duskov, 1997).

- Bajo peso volumétrico
- Módulo dinámico bajo
- Su presentación usual es dada en bloque lo que la hace de fácil manejo
- Gracias a la cantidad de aire que tienen es un buen material aislante
- Este material es muy resistente a diversos efectos del ambiente
- Tienen baja resistencia al petróleo y productos derivados
- No produce lixiviación

- Es completamente reciclable

En el año 1969 a 1976 fechas en las cuales el laboratorio de Noruega inicio la producción de EPS como acción para las heladas en el suelo inicio con la producción de paneles de espuma para proteger diversos caminos de las heladas, reconociendo así que la humedad que almacenada el EPS le daba propiedades aislantes y esta propiedad de humedad mejoraba si se colocaba una membrana impermeable en el EPS, este material era adecuado como material de pavimento de a 50 cm – 70 cm.

El EPS presenta una consistencia semi viscosa de forma inicial derivada del material conocido como estireno. El estireno es muy resistente inicialmente al estar en forma de esferas y para la preparación del poliestireno expandido se expanden estas esferas en espuma a base de calor.

En este proceso el poliestireno es llenado de aire formando así bolsas de aire con una baja conductividad térmica, durante este proceso el material puede ser moldeado de diversas formas. Teniendo así un producto final de amenos el 905 de aire y alcanzar una resistencia sorprendente de hasta 60 psi – 414 kPa.

El poliestireno expandido es un material presentado de forma comercial en forma de bloques o esferas que son de uso directo rala la industria de la construcción.

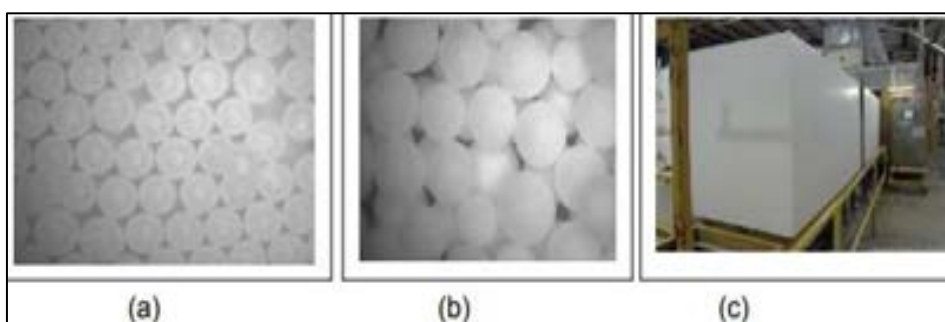


Figura 4. (a) Estireno como materia prima (b) estireno espumado (c) bloque de EPS

**Fuente:** Pérez et al (2016).

En cuanto a los tipos del poliestireno se tiene:

- Poliestireno de uso cristalino.** - Este material puede ser obtenido a partir de la polimerización en masa o suspensión a base de un polímero de alta calidad.



El polímero cristal es consecuencia de la polimerización del estireno, luego de una reacción desordenada y el radical fenil que se distribuye aleatoriamente, obteniéndose un polímero a tático de naturaleza amorfa por ende transparente.

El poliestireno es un material amorfo con un peso molecular de entre 200 000 g/mol –300 000 g/mol y presenta las siguientes características:

- Baja absorción de agua
- Estabilidad dimensional
- Aislamiento eléctrico
- Resistente a los ácidos orgánicos e inorgánicos
- No es resistente a los ácidos altamente oxidantes
- Resistente a alcoholes, sales y álcalis

Este material presenta debilidad ante ataques de algunas sustancias:

- Acetonas
- Aceites esteres
- Clorados
- Hidrocarburos aromáticos
- Sensible a la luz solar

Este producto viene a ser usado en la fabricación de embaces (vasos, tapas, bandejas, etc.), además es usado en la fabricación de estuches, juguetes, artículos de hogar e instrumentos de dibujo.

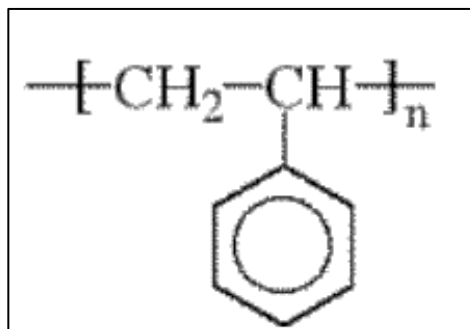


Figura 5. Poliestireno con uso cristalino

**Fuente:** Quiminet (2022)

- b) **Poliestireno de alto impacto.** - Este es un material amorfo y su resistencia a acciones de impacto vienen a ser consecuencia del contenido de polibutadieno que se presentan en su compuesto el cual está dividido en dos tipos (Dávalos, 2018).

Tabla 3. Poliestireno según grado de impacto

	<b>Estireno (%)</b>	<b>Poliestireno (%)</b>
Medio impacto	96.5 – 95.5	3.5-4.5
Alto impacto	92.5 – 91.0	7.5 – 9.0

**Fuente:** Instituto Mexicano de Plásticos Industriales, S.C

Los diversos grados existentes entre los materiales de medio o alto impacto vienen a presentar propiedades similares al poliestireno de uso cristalino, este llega a ser afectado por una exposición continua y a radiación de luz U.V, además presenta una resistencia limitada a los solventes aromáticos y clorados (pág. 33).

- Posee una alta rigidez y dureza
- Baja resistencia a grasas
- Susceptible a temperaturas elevadas
- Excelente procesabilidad para inyección.

### 2.2.2. Propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente

La mezcla asfáltica presenta diversas propiedades y características las que facilitan el trabajo y su empleo en las obras de pavimentación, esto en base al diseño de mezcla realizado para el tipo de vía y congestión a la que vaya a ser expuesta.

#### a) Pérdida por desgaste

Propiedad de la mezcla asfáltica que mide su capacidad de resistir agentes perjudiciales tales como la desintegración del agregado, cambio de propiedades en polimerización y oxidación, separación de una película de asfalto a causa del intemperismo o el tránsito (Chiquito, y otros, 2015).

De forma general la durabilidad puede ser mejorada de algunas maneras:

- Uso de la cantidad adecuada de cemento asfáltico

- Trabaja con agregados que cumplan con una granulometría densa y a su vez resistente a la separación
- Diseño de mezcla y compactación adecuada con la finalidad de alcanzar una buena impermeabilización posible en la capa de rodadura.

Tabla 4. Causa y efecto de una baja durabilidad

Causas	Efectos
Bajo contenido de asfalto	Endurecimiento rápido del asfalto y la desintegración por efecto de pérdida de agregados
Alto contenido de vacíos por efecto del diseño inicial o falta de compactación	Endurecimiento temprano del asfalto seguido por agrietamiento y desintegración
Agregados susceptibles al agua (hidrofilicos)	El desprendimiento de películas de asfalto del asfalto dejando así un pavimento desgastado y desintegrado

**Fuente:** Asphalt institute (2015).

Al usar una mayor cantidad de asfalto se llega a obtener un sellado más eficiente, el ingreso de del agua sea casi imposible por lo que se debe de respetar el volumen de vacíos de aire para permitir la oxidación en el asfalto.

## b) Estabilidad

Es una propiedad que representa la capacidad de resistir al desplazamiento y deformación ante cargas de tránsito que tienen mezcla asfáltica. La estabilidad es una propiedad que depende directamente de la fricción y cohesión interna. (Arevalo, y otros, 2019)

La capacidad de soportar cargas como roderas, piel de cocodrilo, deslizamiento y ondulaciones producidos en los ciclos de carga efectos de (relajación y fatiga 9 transmitida por los vehículos en el pavimento.

La estabilidad en una mezcla asfáltica depende de la cohesión y de la fricción interna a causa de la textura superficial y la forma del agregado y el cemento asfáltico. Por otro lado, los valores de estabilidad altos vienen a producir una capa de rodadura muy rígida, teniendo así una capa de rodadura de menos capacidad. En ocasiones se pueden generar una baja estabilidad por diversos motivos. (Chiquito, y otros, 2015)

Tabla 5. Origen y efecto de una baja estabilidad

Origen	Efecto
Exceso de asfalto	Ondulaciones, exudaciones, rodeas
Exceso del tamaño medio de la arena en la mezcla	Baja resistencia, deformación, dificultad para compactación
Agregado redondeado sin o con capa de superficie triturada	Roderos y canales

Fuente: (Asphalt institute, 2015)

### c) Flujo

Es la deformación vertical de una briqueta, que según el MTC el rango debe ser de 2 mm a 3.5 mm, de esa forma evitar el ahuellamiento. Por otro lado la relación flujo estabilidad es indirecta si uno de ellos aumenta o se reduce exageradamente la briqueta se comportará frágil o plástico con deformaciones. Delgado y Solano (2019)



Figura 6. Ensayo Marshall para briquetas.

Fuente: Lopez (2017)

### 2.3. Marco conceptual

- a) **Asfalto:** Sustancia negra y pegajosa que varía su consistencia en un cambio temperatura. Es usado para el revestimiento de carreteras, impermeabilización de depósitos, estructuras, etc. (Huari, 2020).
- b) **Estabilidad:** Esta es una capacidad de resistir a la deformación y el desplazamiento ante cargas de tránsito, de esta forma es capaz de mantener su forma y aspecto liso bajo imposición de cargas. (Acosta, 2017)
- c) **Ensayo Marshall:** consiste en determinar la estabilidad, coeficiente de Marshall y deformación mediante ensayos en probetas cilíndricas realizadas a partir de la compactación de una mezcla bituminosa (Loma, 2013).
- d) **Mezcla asfáltica:** Combinación de agregados minerales que están aglomerados por un ligante asfáltico que cubren completamente los agregados (Garcia et al., 2005).
- e) **Mezcla asfáltica densa en caliente:** Combinación uniforme de agregados que fueron secados a una temperatura de entre 140 °C y 180°C que están cubiertos por asfalto, es empleado en carreteras, aeropuertos, pavimentos, etc. (Ortiz y Prieto, 2018).
- f) **Mezcla asfáltica abierta en caliente:** Se refiere a aquella mezcla homogénea y uniforme con un alto porcentaje de vacíos, elaborada a partir de material granular y material bituminoso empleada en capas de rodadura (Matta y Perez, 2019).
- g) **Poliestireno expandido:** Es un material plástico con una estructura rígida fabricado por moldeo en base a perlas pre expandidas de poliestireno expansible o de polímeros y su estructura se caracteriza por estar rellena de aire (Arevalo y Lucho, 2019).
- h) **Propiedades físicas:** Son aquellas propiedades que la mezcla adquiere luego de la mezcla y en consecuencia neta a las propiedades netas de los materiales usados, esta varía en función a la dosificación (Salamanca, 2007).
- i) **Resistencia:** Es la capacidad del concreto de presentar oposición en cierto grado frente a fuerzas aplicadas a este elemento sin llegar a sufrir deformaciones o rotura (MICROSÍLICE, 2016 pág. 23).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

La adición del poliestireno expandido mejora considerablemente las propiedades físicas de las mezclas asfálticas en caliente, Huancayo - 2020.

##### **3.1.2. Hipótesis específica**

- a) La pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas en caliente varía ligeramente adicionando poliestireno expandido, Huancayo - 2020.
- b) La estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente tiene un comportamiento positivo adicionando poliestireno expandido, Huancayo - 2020.
- c) El flujo de las mezclas asfálticas en caliente cambia notablemente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

## **3.2. Variables**

### **3.2.1. Definición conceptual de las variables**

#### **a) Variable independiente (X)**

##### **Poliestireno expandido**

Según Arevalo y Lucho (2019) también llamado en Perú Tecnopor, viene a ser un polímero termoplástico que tiene como componente un 98 % de aire y 2 % de poliestireno además es un material económico y, si no cuenta con una adecuada disposición final como desecho, puede tardar en degradarse entre 70 a 100 años.

#### **b) Variable dependiente (Y)**

##### **Propiedades físicas de mezcla asfáltica en caliente**

Conejo y Vargas (2017) definen como mezcla asfáltica (o bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incluido el polvo mineral) con un ligante. Las cantidades relativas de ligante y áridos determinan las propiedades físicas de la mezcla.

### **3.2.2. Definición operacional de la variable**

#### **a) Variable independiente (X):**

##### **Poliestireno expandido**

El poliestireno expandido se operacionaliza mediante la dimensión dosificación, cuyo indicador es cada uno de los porcentajes empleados.

#### **b) Variable Dependiente (Y):**

##### **Propiedades físicas de mezcla asfáltica en caliente**

Las propiedades físicas de mezcla asfáltica en caliente se operacionalizan mediante sus dimensiones: Perdida por desgaste, estabilidad y flujo.

### **3.2.3. Operacionalización de variables**

A continuación, se tiene la operacionalización de las variables consideradas:

Tabla 6. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>1: Variable Independiente: Poliestireno expandido</b>	Según Arevalo y Lucho (2019) también llamado en Perú Tecnopor, viene a ser un polímero termoplástico que tiene como componente un 98% de aire y 2% de poliestireno además es un material económico y, si no cuenta con una adecuada disposición final como desecho, puede tardar en degradarse entre 70 a 100 años.	La variable VI 1: Poliestireno expandido se operacionaliza mediante una dimensión que personifica su característica D1: Dosificación.	Dosificación	- 0.10 % de poliestireno expandido. - 0.20 % de poliestireno expandido. - 0.30 % de poliestireno expandido. - 0.40 % de poliestireno expandido.	Ficha de recolección de datos
<b>2: Variable Dependiente: Propiedades físicas de mezcla asfáltica en caliente</b>	Según Conejo y Vargas (2017) Se define como mezcla asfáltica (o bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incluido el polvo mineral) con un ligante. Las cantidades relativas de ligante y áridos determinan las propiedades físicas de la mezcla.	La variable VD 2: Propiedades físicas de mezcla asfáltica en caliente se operacionaliza mediante tres dimensiones las cuales muestra D1: Pérdida por desgaste D2: Estabilidad D3: Flujo A su vez estas disponen de un indicador.	Pérdida por desgaste	Cántabro	Ficha de recolección de datos
			Estabilidad	Ensayo Marshall	Ficha de recolección de datos
			Flujo	Ensayo Marshall	Ficha de recolección de datos



## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

Según Baena (2017), “el método cuantitativo que representa un conjunto de procesos de forma secuencias con un carácter probatorio, cada etapa respalda a la siguiente fase por lo que no se puede aludir o suprimir un paso, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase”.

En la presente investigación se midió comportamientos físicos y mecánicos del asfalto en caliente con adición de poliestireno expandido mediante diversos ensayos con carácter científico.

Según estos estudios en la presente investigación se adaptó el **método cuantitativo**.

#### **4.2. Tipo de investigación**

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) indica que una investigación “es una tendencia reciente que minimiza las fronteras entre lo teórico y lo aplicativo, que propugna

una vinculación inseparable entre el saber y el hacer”, pretendiendo que toda investigación teórica se enfoque en sus aplicaciones.

En la presente tesis se buscó resolver problemas prácticos y el cambio siendo así un instrumento predecesor para la tomas de decisiones

En la presente de tesis, según estas deliberaciones presentó una investigación de *tipo aplicativo*.

#### **4.3. Nivel de la investigación**

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) la investigación aplicada está encargado de buscar el porqué de diversos fenómenos estableciendo la relación de causa y efecto. Basado en este sentido estos estudios explicativos se ocupan de la determinación de las causas (investigación de post facto) como efectos de la investigación experimental.

En la presente investigación se dio a conocer los cambios provocados en las propiedades mecánicas del asfalto en caliente causados por la adición de poliestireno, los cuales mediante ensayos fueron evaluados arrojando resultados.

Según el análisis, el nivel que se empleó en la presente investigación es **nivel explicativo**.

#### **4.4. Diseño de la investigación**

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) indica que “la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)”

En la investigación se estudió las repercusiones que causa la adición de poliestireno expandido en asfalto caliente mediante el estudio de sus propiedades físicas.

Basados en estos criterios la actual investigación empleó un **diseño experimental**.

#### **4.5. Población y muestra**

##### **4.5.1. Población**

Según Condori (2020), la población es el conjunto de todos los elementos que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación.

La presente investigación estuvo constituida por 50 especímenes, con PEN 85/100.

#### **4.5.2. Muestra**

Según, Otzen y Manterola (2017), “es un conjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”.

Se evaluó de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a 50 briquetas, con adición de poliestireno al 0.10 %, 0.20%, 0.30% y 0.40%.

#### **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según Ñaupas et.al. (2018), “El proyecto está basado en tipo experimental, en la cual se usan técnicas representadas en procedimientos e instrumentos que se usaron para acceder a una fuente de conocimiento” (pág. 273).

#### **4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Giraldo (2016), “el proceso de interpretación y validez de la información en forma ordenada facilitando su análisis para la obtención de resultados esperados según la hipótesis y objetivos planteados en la investigación”.

##### **4.7.1. Abrasión los ángeles (L.A) al desgaste de los agregados MTC E 207**

Este ensayo viene a establecer un procedimiento para el ensayo de agregados gruesos con dimensiones menores al de 37.5 mm para la determinación para la resistencia a la degradación.

En este proceso se mide la degradación de los agregados mediante acciones de abrasión y desgaste al ingresar la muestra en un tambor con bolas de acero para luego rotarlas en un ciclo repetido de giro con el material dentro, de esta forma creando un efecto de trituración por impacto, luego de terminar este proceso el material es retirado en una bandeja para medir la degradación como porcentaje de pérdida.

Tabla 7. Esferas según tipo de gradación

Gradación	Número de esferas	Masa de carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2016).

#### a) Materiales y equipos

- Máquina de los ángeles
- Esferas de acero
- Bandejas
- Cucharon
- Tamices



Figura 7. Máquina de abrasión los ángeles

Fuente: UTEST (2022)

#### 4.7.2. Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall MTC E 504

Este ensayo consiste en la elaboración de probetas cilíndricas que serán sometidas a esfuerzos impuestos por la prensa Marshall con el objetivo de determinar la estabilidad y la fluencia (deformación).

A consecuencia de estos ensayos se obtienen graficas de estabilidad, densidad, vacíos del agregado mineral, fluencia en función al contenido de ligante.

#### **4.7.2.1. Equipo, materiales e insumos**

- Molde ensamblado para los especímenes
- Moldes cilíndricos
- Placas de base
- Mordaza de ensayo
- Maquina Marshall
- Collarines
- Extractor de especímenes
- Martillo de compactación con un manubrio fijo el cual presentara un pie plano de compactación y una masa deslizante de  $4.54 \pm 0.01$  kg
- Sostén de molde de espécimen, el sostén estará montado sobre un pedestal de compactación
- Horno, para el calentado o placas calentadoras donde el aire debe circular y estar termostáticamente controlado
- Aparato de mezclado de recomendación un mezclador mecánico
- Contenedores capa calentar el material bituminoso
- Herramienta de mezclado
- Equipo misceláneo (espátula, cubeta, balanza, termómetro, etc.)

#### **4.7.2.2. Proceso**

- Se pesa una muestra de árido a la cual se le añade el ligante y mezclarlo de manera uniforme.
- La mezcla es puesta en los moldes y se le aplican 75 impactos por cada cara en un tiempo aproximado de no más de 90 s.



Figura 8. Colocación de muestra en el molde

**Fuente:** Valdés (2020).

- Tan pronto las probetas se enfríen a una temperatura ambiente se desmoldarán y determinaran los espesores.



Figura 9. Determinación del espesor de las probetas

**Fuente:** Valdés (2020).

- Luego se vienen a determinar la densidad real de las probetas de mezcla asfáltica por medio de la masa de la probeta pesada en el aire en una condición saturada superficialmente seca, seca y sumergida en agua.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. Descripción de resultados

##### 5.1.1. Análisis granulométrico de los agregados

En el análisis granulométrico del agregado fino se realizó la granulometría de la grava, granulometría de la arena chancada, y granulometría de la arena natural.

Tabla 8. Granulometría de la grava ¾"

TAMIZ	1"	¾"	½"	¾"	Nº4	Nº8	Nº10	Nº16	Nº30	Nº40	Nº50	Nº80	Nº100	Nº200
<b>Promedio</b>	100	100	49.8	33.7	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
<b>Máximo</b>	100	100	52.9	39.2	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
<b>Mínimo</b>	100	100	46.6	28.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1
<b>Desv.Estandar</b>	0.0	0.0	4.5	7.8	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
<b>Varianza</b>	0.0	0.0	19.8	61.6	68.4	68.4	68.4	68.4	68.4	68.4	68.4	68.4	68.4	68.4
<b>Coefficiente Variación</b>	0.0	0.0	9.0	23.3	41.5	41.5	41.5	41.5	41.5	41.5	41.5	41.5	41.5	41.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Granulometría de arena chancada

TAMIZ	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°80	N°100	N°200
<b>Promedio</b>	100	100	100	100	95.30	61.3	56.3	38.9	23.4	17.2	11.9	6.3	4.2	0.3
<b>Máximo</b>	100	100	100	100	95.6	61.6	57.3	39.7	24.1	17.6	12.3	6.6	4.3	0.3
<b>Mínimo</b>	100	100	100	100	95.0	60.9	55.2	38	22.7	16.7	11.5	6	4.1	0.2
<b>Desv.Estandar</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5	1.5	1.2	1.0	0.6	0.6	0.4	0.1	0.1
<b>Varianza</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	2.2	1.4	1.0	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0
<b>Coefficiente Variación</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	2.6	3.1	4.2	3.7	4.8	6.7	3.4	28.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Granulometría de arena natural

TAMIZ	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°80	N°100	N°200
<b>Promedio</b>	100	100	100	100	75.2	52.7	49.2	36.3	22.7	17.1	12.6	8.1	6.8	3.6
<b>Máximo</b>	100	100	100	100	80.0	58.3	54.6	41.5	26.5	19.9	14.4	8.6	6.8	4.6
<b>Mínimo</b>	100	100	100	100	70.3	47.1	43.6	31.1	18.8	14.2	10.7	7.5	6.8	2.6
<b>Desv.Estandar</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	7.9	7.9	7.4	5.4	4.0	2.6	0.8	0.0	1.4
<b>Varianza</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	47.0	62.7	62.7	54.7	29.6	16.2	6.8	0.6	0.0	2.0
<b>Coefficiente Variación</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	15.0	16.1	20.3	24.0	23.6	20.8	9.7	0.0	39.3

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2. Caracterización de los agregados

En la caracterización del agregado fino se realiza los ensayos de equivalente de arena, peso específico, absorción, durabilidad al sulfato de magnesio, sales solubles en agregados, material fino pasante al tamiz N°200, cuyos resultados se obtuvo.

Tabla 11. Combinación del agregado fino

<b>COMBINACIÓN DEL AGREGADO FINO</b>		
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNID</b>
Equivalente de arena	60.00	%
Peso específico	2.61	g/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.95	%
Durabilidad al sulfato de magnesio	2.89	%
Sales solubles	0.33	%
Material fino pasante al Tamiz N°200	6.13	%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 11 en el ensayo de equivalente de arena se obtuvo 60% por ello se encuentra dentro del rango del requerimiento de la norma ya que especifica que como mínimo debe tener 40% min de equivalente de arena en el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio como resultado obtenido fue 2.89%, por ello se



encuentra dentro del parámetro del requerimiento la norma ya que según norma nos pide que debe tener 18% máximo.

En la caracterización del agregado grueso se realiza los ensayos de durabilidad al sulfato de magnesio, abrasión de los ángeles, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles en agregados, peso específico, absorción cuyos resultados obtenidos se muestra a continuación.

Tabla 12. Caracterización del agregado

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>RESULTADO</b>
Durabilidad al sulfato de magnesio	1.06
Abrasión de los ángeles	16.98
Partículas chatas y alargadas	2.49
Caras fracturadas (Una) 90%	99.8
Caras fracturadas (Dos) 70%	98.5
Sales solubles en agregados	0.060
Peso específico	2.622
Absorción	0.855

**Fuente:** Elaboración propia

Según la tabla 12 en la determinación de abrasión de los ángeles se obtuvo como resultado 16.98% por ello se afirma que cumple con el requerimiento ya que según norma debe tener máximo 25% de desgaste los agregados, en el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio como resultado obtenido fue 1.06%, por ello se encuentra dentro del parámetro del requerimiento la norma ya que según norma nos pide que debe tener 18% máximo, en la determinación de una cara fracturada el resultado obtenido fue 99.8 por lo que se considera dentro del requerimiento de la norma ya que la norma nos pide 85% mínimo de porcentaje de caras fracturadas y en dos caras fracturadas como resultado se obtuvo 98.53% y según requerimiento de la norma debe encontrarse dentro del rango del 60% min lo cual cumple con el requerimiento de la norma, asimismo en el resultado de partículas chatas y alargadas se obtuvo un resultado de 2.49 por ello se afirma que cumple con el requerimiento de la norma ya que según norma debe tener máximo 15% de partículas chatas y alargadas.

Tabla 13. Combinación granulométrica del agregado

Tamiz	Ag. 01 Grava 3/4"	Ag. 02 Grava 1/2"	Ag. 03 Arena Chancada	Ag. 04 Arena Natural	% combinado
1 1/2"	100	100	100	100	100.0
1"	100	100	100	100	100.0
3/4"	100	100	100	100	100.0
1/2"	49.8	100	100	100	84.4
3/8"	33.7	100	100	100	79.4
N°4	20	100	95.3	75.2	66.9
N°8	20	100	61.3	52.7	46.3
N°10	20	100	56.3	49.2	43.3
N°16	20	100	38.9	36.3	32.4
N°30	20	100	23.4	22.7	22.2
N°40	20	100	17.2	17.1	18.0
N°50	20	100	11.9	12.6	14.6
N°80	20	100	6.3	8.1	11.0
N°100	20	100	4.2	6.8	9.7
N°200	20	100	0.3	3.6	7.2

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13 representa la gradación de los agregados a realizar la combinación de los materiales, lo cual según el requerimiento de la norma el pasante de los tamices 1/2", 3/8", N°4, N°10, N°40, N°80 y N°200 cumplen con las especificaciones máximos y mínimos de la norma.

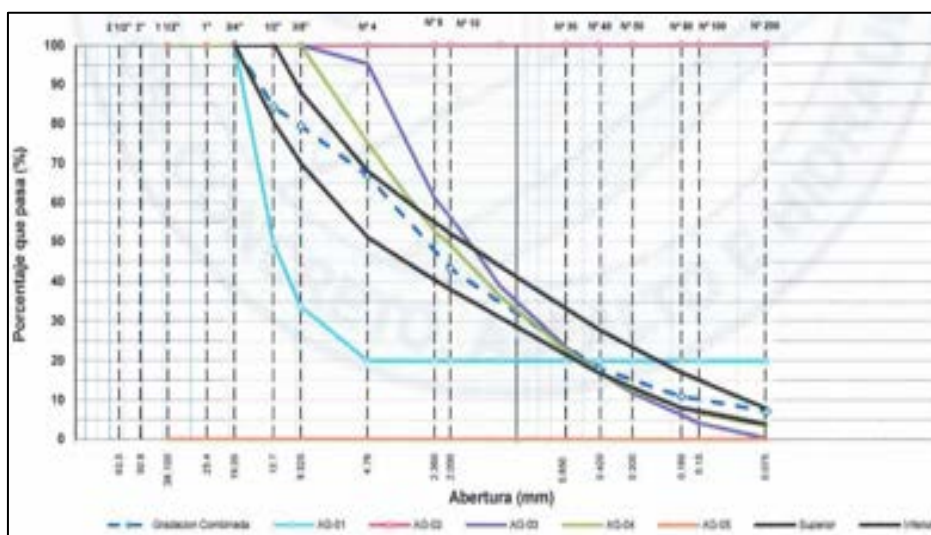


Figura 10. Curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.3. Diseño de mezcla asfáltica

La mezcla asfáltica se realizó mediante el ensayo de Marshall a través de la elaboración de las probetas cilíndricas con el objetivo de ver la medición de la resistencia a la deformación plástica de las probetas cilíndricas de mezclas asfálticas lo cual mediante la prensa Marshall se somete a esfuerzo para determinar su estabilidad y deformación (fluencia).

Tabla 14. Mezcla convencional

Mezcla asfáltica	Propiedades reológicas					
	Peso específico	Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A.	Vacíos	Vacíos llenos
C.A 5.0 %	2.289	1240	10.2	15.1	8.5	47.5
C.A 5.5 %	2.285	1184	10.3	15.7	6.9	58.7
C.A 6.0 %	2.309	1031	10.2	16.3	5.1	69.1
C.A 6.5 %	2.331	1023	11	16.0	3.5	77.9
C.A 7.0 %	2.332	1145	12.7	16.4	3.1	81.3
C.A 6.3 %	2.312	1087	10	16.5	4.5	72.9

**Fuente:** Elaboración propia

El diseño de mezcla asfáltica para todas las muestras experimentales se determinó con cemento asfáltico de 6.3%, finalmente se adicionó poliestireno expandido según las dosificaciones de 0.10%, 0.20%, 0.30%, 0.40%.

Tabla 15. Mezcla asfáltica de diseños experimentales

Mezcla asfáltica	Propiedades geológicas					
	Peso específico	Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A.	Vacíos	Vacíos llenos
0.10% de poliestireno expandido	2.300	1309	9.57	17.2	4.4	74.5
0.20% de poliestireno expandido	2.298	1486	7.67	17.3	3.7	78.5
0.30% de poliestireno expandido	2.292	1343	10.40	17.5	3.6	79.6
0.40% de poliestireno expandido	2.268	1323	10.90	18.3	3.3	81.9

**Fuente:** Elaboración propia

Según los resultados del diseño de Marshall con poliestireno expandido de 0.10% se tienen un promedio de lectura de estabilidad de 1309 kg, un promedio de flujo de 9.6 mm, de V.M.A es 17.2, con poliestireno expandido de 0.20% se tiene un promedio de lectura de estabilidad de 1486 kg, un promedio de flujo de 7.7 mm, V.M.A es 17.3 con poliestireno expandido de 0.30% se tiene un promedio de lectura

de estabilidad de 1343 kg, un promedio de flujo de 10.4 mm, V.M.A es 17.5, con poliestireno de 0.40% se tiene un promedio de lectura de estabilidad de 1323 kg, un promedio de flujo de 10.9 mm, de V.M.A es 18.3.

## 5.1.2. Propiedades físicas de las mezclas asfálticas

### 5.1.2.1. Determinación de pérdida por desgaste

Para la determinación de pérdida por desgaste se realizó el ensayo cántabro mediante la elaboración de briquetas de cuatro especímenes por la muestra convencional y por cada dosificación del poliestireno expandido, después se introdujo en la máquina de ensayo de los ángeles a una temperatura dada, seguidamente después de ello se pesa la muestra de la briketa.

Tabla 16. Cántabro de pérdida por desgaste

% de poliestireno	Perdida por desgaste total	% de variación
Mezcla asfáltica Convencional	2.27%	0.00
0.10% de poliestireno expandido	2.07%	-8.92
0.20% de poliestireno expandido	1.95%	-13.99
0.30% de poliestireno expandido	1.30%	-42.62
0.40% de poliestireno expandido	1.60%	-29.41

Fuente: Elaboración propia

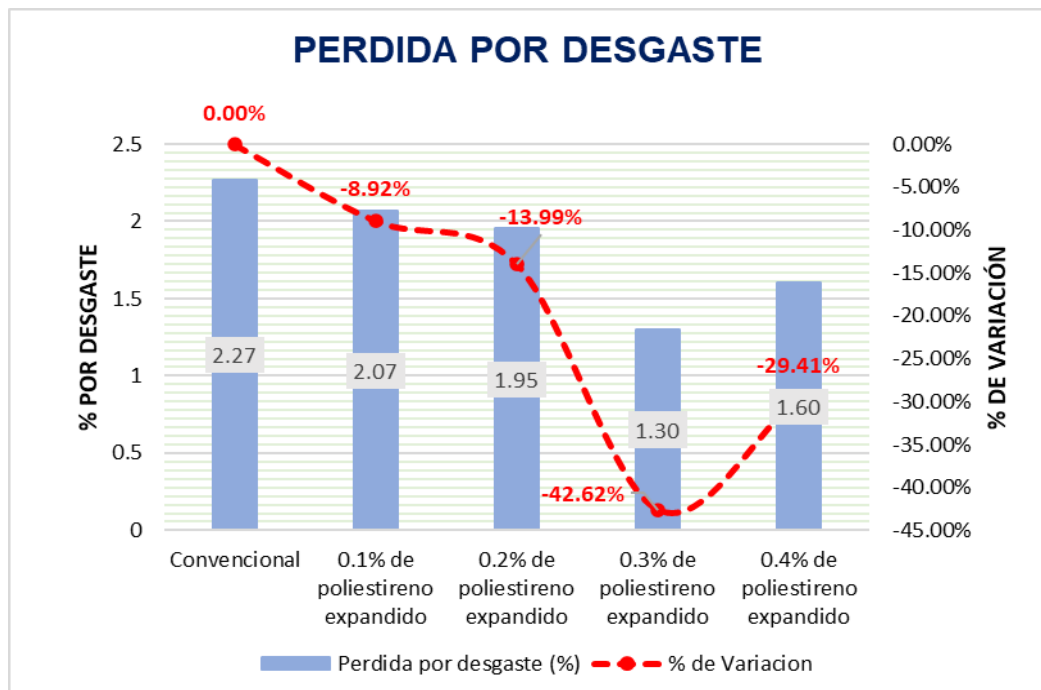


Figura 11. Variación de pérdidas por desgaste con poliestireno expandido

Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa el porcentaje de pérdida de las briquetas al introducir a la máquina de los ángeles, lo cual en la muestra convencional tiene un porcentaje de pérdida de 2.27%, en los ensayos experimentales con 0.10% de poliestireno el desgaste disminuye con un porcentaje de variación de -8.92% a la muestra convencional, con 0.20% de poliestireno el desgaste disminuye con un porcentaje de variación de -13.99% a la muestra convencional, con 0.30% de poliestireno el desgaste disminuye con un porcentaje de variación de -42.62% a la muestra convencional, con 0.40% de poliestireno el desgaste disminuye con un porcentaje de variación de -29.41% a la muestra convencional, finalmente después del análisis comparativo se afirma que con el 0.30% de poliestireno expandido es el que produce efectos con mayor significancia en las pérdidas por desgaste cuyo resultado es 1.30% de pérdida lo cual es menor a las demás muestras experimentales y a la muestra convencional.

### 5.1.3. Determinación de la estabilidad de la mezcla asfáltica

La prueba de estabilidad se dio inicio después del sumergir los especímenes cilíndricos en un baño maría a 60 °C de 30 a 40 minutos, posteriormente para obtener los resultados de estabilidad se aplicó la carga de prueba al espécimen a una deformación constante de 51mm por minuto hasta que ocurra una falla.

Tabla 17. Resultados de la estabilidad

<b>Mezcla asfáltica</b>	<b>Estabilidad Corregida (kg)</b>	<b>% de variación</b>
Mezcla Convencional	1067	0.00
0.10% de poliestireno expandido	1309	22.75
0.20% de poliestireno expandido	1486	39.31
0.30% de poliestireno expandido	1343	25.94
0.40% de poliestireno expandido	1323	24.00

**Fuente:** Elaboración propia

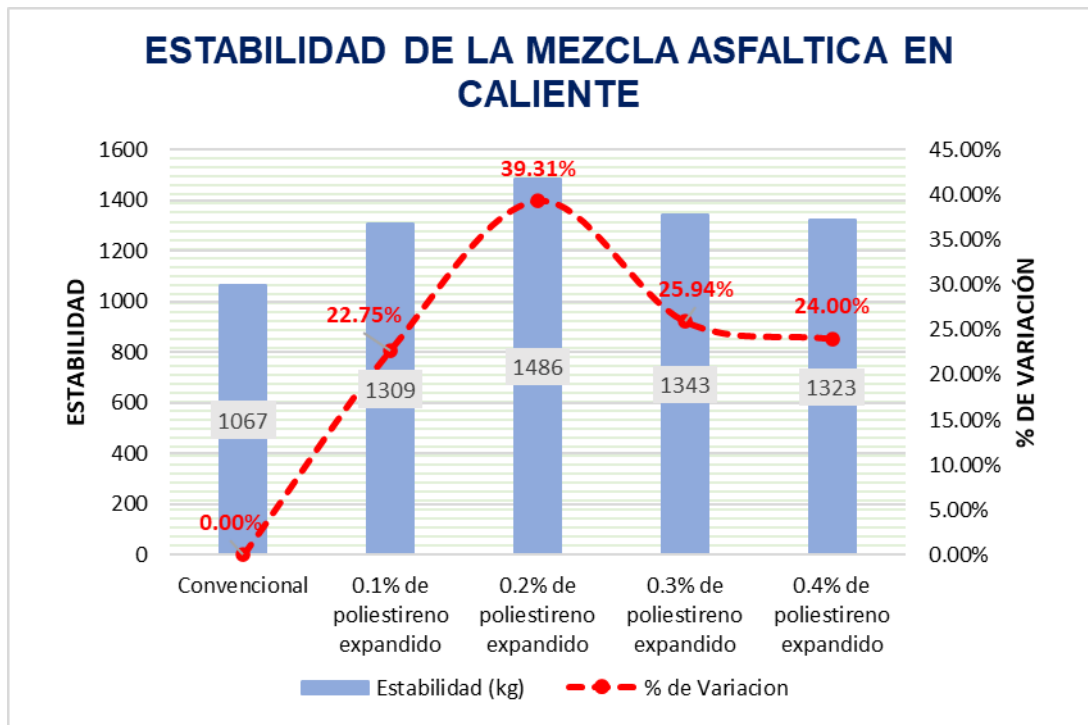


Figura 12. Variación de la estabilidad de la mezcla asfáltica con poliestireno expandido

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa el porcentaje de variación en la estabilidad de los especímenes cilíndricos de la mezcla asfáltica convencional y muestras experimentales, como se puede observar con el 0.10% de poliestireno expandido la estabilidad es mayor con valor de 1309 con un porcentaje de variación de 22.75% a la muestra convencional, con el 0.20% de poliestireno expandido la estabilidad es mayor con valor de 1486 con un porcentaje de variación de 39.31% a la muestra convencional, con el 0.30% de poliestireno expandido la estabilidad es mayor con valor de 1343 con un porcentaje de variación de 25.94% a la muestra convencional, con el 0.40% de poliestireno expandido la estabilidad es mayor con valor de 1323 con un porcentaje de variación de 24% a la muestra convencional, finalmente a través del análisis comparativo se afirma que el 0.20% de poliestireno expandido genera mayor estabilidad a la deformación.

#### 5.1.4. Cálculo del flujo de la mezcla asfáltica

Para la determinación del flujo se realizó el ensayo de Marshall para todas las muestras convencionales y experimentales con 0.10%, 0.20%, 0.30%, 0.40% de poliestireno expandido.

Tabla 18. Resultados del flujo de la mezcla asfáltica.

Porcentaje de poliestireno	Flujo (mm)	% de variación
Mezcla asfáltica Convencional	9.97	0.00
0.10% de poliestireno expandido	9.57	-4.01
0.20% de poliestireno expandido	7.67	-23.08
0.30% de poliestireno expandido	10.40	4.35
0.40% de poliestireno expandido	10.90	9.36

Fuente: Elaboración propia

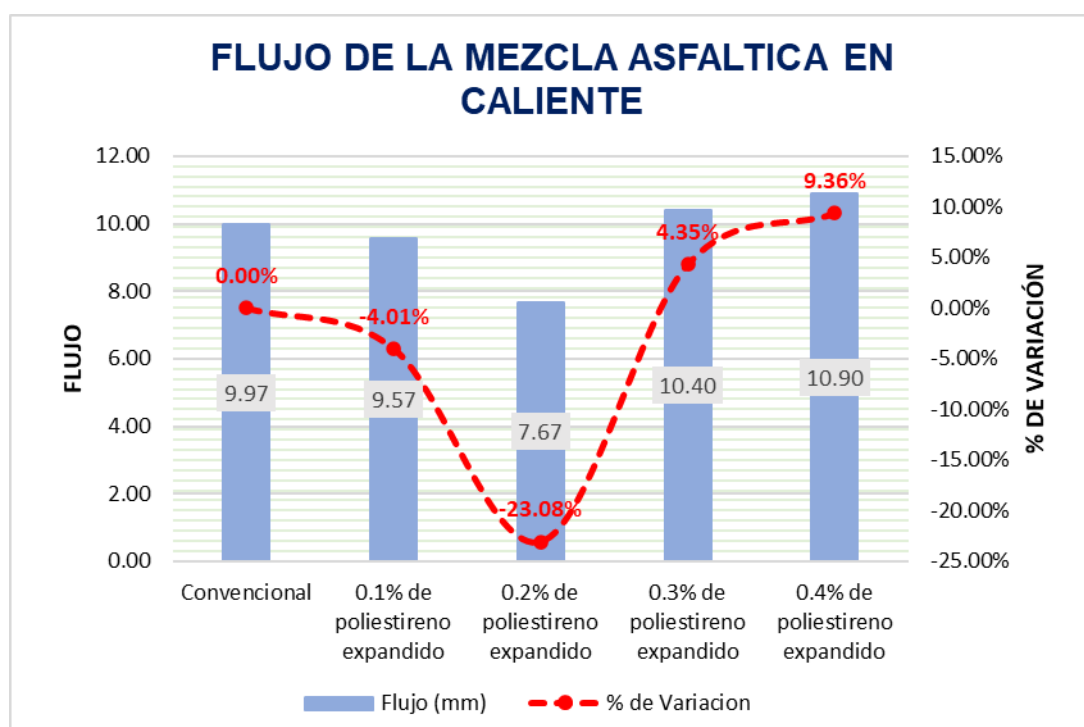


Figura 13. Variación del flujo de la mezcla asfáltica con poliestireno expandido

Fuente: Elaboración propia

En la figura se evidencia que al obtener los resultados de flujo con el 0.10% de poliestireno expandido se logró obtener 9.57 mm con un porcentaje de variación de -4.01% y con el 0.20% de poliestireno expandido se logró obtener menor flujo cuyo resultado es 7.67 mm con un porcentaje de variación de -23.08%, finalmente con el 0.30% y 0.40% de poliestireno expandido se obtuvo mayores flujos 10.4 mm y 10.9 mm con un porcentaje de variación de 4.35% y 9.36% al flujo de la muestra convencional.

Obtenido los resultados conforme a los objetivos planteados, se procede a realizar la prueba de hipótesis.

## 5.2. Contratación de hipótesis

### 5.2.1. Hipótesis específico 1 (prueba del investigador)

La pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas en caliente varía ligeramente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

#### Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

**Hipótesis Nula Ho:** La pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas en caliente no varía ligeramente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

$$\mu R_{d1} = \mu R_{d2} = \mu R_{d3} = \mu R_{d4} = \mu_{\text{Convencional}}$$

**Hipótesis Alterna Ha:** La pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas en caliente varía ligeramente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu R_{di} \neq \mu R_{d\_convencional}$$

Donde  $\mu R_{d}$ , es la resistencia a la disgregación.

#### Prueba del supuesto de Normalidad para la pérdida por desgaste:

Planteamiento de la hipótesis:

- Ho: Los datos provienen de una distribución normal
- Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Pruebas de normalidad							
	Poliestireno	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pérdida por desgaste	Convencional	,312	4	,	,899	4	,428
	0.10% de poliestireno expandido	,170	4	,	,988	4	,948
	0.20% de poliestireno expandido	,353	4	,	,744	4	,034
	0.30% de poliestireno expandido	,283	4	,	,863	4	,272
	0.40% de poliestireno expandido	,198	4	,	,958	4	,764

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 14. Prueba de normalidad pérdida por desgaste



**Fuente:** Elaboración propia

Mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que los datos no provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Al no cumplir el supuesto de normalidad se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Perdida por desgaste es la misma entre categorías de Poliestireno.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de ,050.  
b. Se muestra la significancia asintótica.

Figura 15. Prueba Kruskal Wallis pérdida por desgaste

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.001 y es menor a 0.05, por ende, se concluye que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna lo cual se afirma que La pérdida por desgaste de las mezclas asfálticas en caliente varía ligeramente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

### 5.2.2. Hipótesis específico 2 (prueba del investigador)

La estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente tiene un comportamiento positivo adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

#### **Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:**

**Hipótesis Nula Ho:** La estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente tiene un comportamiento negativo adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

$$\mu E1 = \mu E2 = \mu E3 = \mu E4 = \mu E \text{ Convencional}$$

**Hipótesis Alterna Ha:** La estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente tiene un comportamiento positivo adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

Existe al menos un  $i / \mu_{Ei} \neq \mu_E$  convencional

Donde  $\mu_E$ , es la estabilidad

**Prueba del supuesto de Normalidad para la estabilidad:**

Planteamiento de la hipótesis:

- Ho: Los datos provienen de una distribución normal
- Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Poliestireno expandido	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad	Convencional	,248	3	.	,968	3	,659
	0.10% de poliestireno expandido	,367	3	.	,794	3	,099
	0.20% de poliestireno expandido	,181	3	.	,999	3	,940
	0.30% de poliestireno expandido	,349	3	.	,832	3	,194
	0.40% de poliestireno expandido	,178	3	.	,999	3	,955

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 16. Prueba de normalidad para la estabilidad.

**Fuente:** Elaboración propia

Mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis alterna y concluimos que los datos provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Al cumplir el supuesto de normalidad se aplica la prueba paramétrica de Anova.

		Pruebas de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Estabilidad	Se basa en la media	3,453	4	10	,051
	Se basa en la mediana	,633	4	10	,650
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,633	4	3,409	,670
	Se basa en la media recortada	3,127	4	10	,065

Figura 17. Prueba de homogeneidad de varianzas para la estabilidad.

**Fuente:** Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que el valor de significancia (sig) es mayor a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe igualdad de varianzas entre los diseños, con un nivel de significancia del 5%.

Una vez probado los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del ANOVA de un factor.

ANOVA					
Estabilidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	274086,933	4	68521,733	12,048	<.001
Dentro de grupos	56874,667	10	5687,467		
Total	330961,600	14			

Figura 18. Prueba de ANOVA de un factor para la estabilidad

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig. de la prueba entre grupos o diseños es 0.000 y es menor a 0.05, por ende, que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna y se concluye que La estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente tiene un comportamiento positivo adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

### 5.2.3. Hipótesis específico 3 (prueba del investigador)

El flujo de las mezclas asfálticas en caliente cambia notablemente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

#### **Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:**

**Hipótesis Nula Ho:** El flujo de las mezclas asfálticas en caliente no cambia notablemente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

$$\mu_{Ca1} = \mu_{Ca2} = \mu_{Ca3} = \mu_{Ca4} = \mu_{Ca \text{ Convencional}}$$

**Hipótesis Alterna Ha:** El flujo de las mezclas asfálticas en caliente cambia notablemente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_{Cai} \neq \mu_{Ca \text{ convencional}}$$

Donde  $\mu_{Ca}$ , es el porcentaje del contenido de asfalto

### Prueba del supuesto de Normalidad para el flujo:

Planteamiento de la hipótesis:

- Ho: Los datos provienen de una distribución normal
- Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Pruebas de normalidad							
Flujo	Poliestireno expandido	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Convencional	,385	3	.	,750	3	,000
	0.10% de poliestireno expandido	,385	3	.	,750	3	,000
	0.20% de poliestireno expandido	,385	3	.	,750	3	,000
	0.30% de poliestireno expandido	,385	3	.	,750	3	,000
	0.40% de poliestireno expandido	,208	3	.	,992	3	,826

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 19. Prueba de normalidad del flujo.

Fuente: Elaboración propia

Mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, no todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que los datos no provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Al no cumplir el supuesto de normalidad se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Flujo es la misma entre categorías de Poliestireno expandido.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,027	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de ,050.  
b. Se muestra la significancia asintótica.

Figura 20. Prueba Kruskal Wallis para flujo.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.027 es menor a 0.05, por ende, se concluye que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna lo cual se afirma que El flujo de las mezclas asfálticas en caliente cambia notablemente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### ✓ **Objetivo general**

En relación al objetivo general se determinó cuánto varían las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, como primer punto es el flujo que obtuvo porcentajes máximos y mínimos 9.36% (con 0.4% de poliestireno expandido) y -23.08% (con 0.2% de poliestireno expandido); segundo punto es la estabilidad que se halló una variación de 39.31% (con 0.2% de poliestireno expandido) y 22.75% (con 0.1% de poliestireno expandido); y como tercer punto es la pérdida por desgaste fue -8.92% (con 0.1% de poliestireno expandido) y -42.62% (con 0.3% de poliestireno expandido).

### ✓ **Objetivo específico 01**

Con respecto al primer objetivo específico en relación con la pérdida por desgaste se realizó el ensayo de cántabro cuyo resultado obtenido con el 0.1% de poliestireno la pérdida por desgaste total obtenido fue 2.07%, con 0.20% de poliestireno expandido la pérdida por desgaste total obtenido fue 1.95%, con 0.30% de poliestireno expandido la pérdida por desgaste total obtenido fue 1.30%, con 0.40% de poliestireno expandido la pérdida por desgaste total obtenido fue 1.60%, por lo que finalmente se afirma que a mayor incorporación de poliestireno expandido menor será las pérdidas por desgaste de las briquetas cilíndricas, por lo que en la mezcla convencional se obtuvo mayor pérdida cuyo resultado es 2.27%.

De acuerdo a este objetivo y los resultados, se compara con el antecedente cuyo autor es Gómez (2018), presentando la mezcla convencional con pérdida de desgaste de 4.47%, la muestra modificada con adición del 1% de polipropileno muestra 6.31%, con la adición de PBD en un 2 % y 3 %, igual a 23.71% y 26.91%. Considerando estos valores, se afirma que el desgaste en cuanto a la adición de poliestireno se reduce al incrementar la proporción, pero con el PBD tiene una relación directa, pues ambos incrementan su valor; entonces el poliestireno expandido en cuanto a esta propiedad es beneficioso para la mezcla asfáltica

### ✓ **Objetivo específico 02**

Con respecto al segundo objetivo específico en la determinación de la estabilidad de las mezclas asfálticas como resultado se obtuvo con la mezcla convencional 1067 kg,

mientras que con el 0.10% de poliestireno expandido la estabilidad corregida es 1309 kg lo cual se evidencia que la estabilidad se incrementa en un 22.75%, con el 0.20% de poliestireno expandido la estabilidad corregida es 1486 kg lo cual se evidencia que la estabilidad se incrementa en un 39.31%, con el 0.30% de poliestireno expandido la estabilidad corregida es 1343 kg lo cual se evidencia que la estabilidad se incrementa en un 25.94%, con el 0.40% de poliestireno expandido la estabilidad corregida es 1323 kg lo cual se evidencia que la estabilidad se incrementa en un 24%, finalmente se afirma que el poliestireno expandido mejora las propiedades de la mezcla asfáltica.

Al respecto lo demuestra el autor Dávalos (2015) citado como antecedente nacional afirma que para la adición de poliestireno expansivo del 4.3 % se obtuvo la estabilidad de 560.74 kg, para la dosificación de 4.8% se obtuvo la estabilidad de 599.66 kg, para la dosificación de 5.3% se obtuvo la estabilidad de 536.26 kg, y finalmente concluyó que la adición de poliestireno expandido reciclado mejora su estabilidad en un 60 %. De esta forma, se confirma que el poliestireno acrecienta la estabilidad en un 39.31% y 60% depende al porcentaje que se adiciona.

### ✓ **Objetivo específico 03**

Con respecto al tercer objetivo específico en la determinación del flujo de las mezclas asfálticas se obtuvo como resultado en la convencional mostró un 9.97 mm, mientras que en las experimentales con 0.10% de poliestireno expandido es 9.57 mm con un porcentaje de variación de -4.01%, con 0.20% de poliestireno expandido de 7.67 mm con un porcentaje de variación de -23.08%, con 0.30% de poliestireno expandido es 10.40 mm lo cual se observa que aumenta con un porcentaje de variación de 4.35%, con 0.40% de poliestireno expandido es 10.90 mm con un porcentaje de variación de 9.36%, finalmente se afirma que con 0.20% de poliestireno expandido el flujo sufre una reducción máxima.

Acerca de esta propiedad, los autores Arevalo y Lucho (2019), sus resultados alcanzaron un flujo de 4.4 mm 1611 kg (0.3% de poliestireno) a 4.8 mm (0.5% de poliestireno), el convencional obtuvo un flujo de 4.4 mm. De acuerdo a estos valores al comparar con los actuales se puede decir que el 0.2% y al 0.3% de adición de poliestireno no varía de forma significativa con la muestra convencional, lo que es beneficioso para la mezcla aumentando su estabilidad o resistencia.

## CONCLUSIONES

### ✓ **Objetivo general**

Las propiedades físicas de las mezclas asfálticas mejoran al adicionar poliestireno expandido, pues se contrasta con el 0.2% cuyo flujo igual a 7.67 mm se redujo -23.08%, la estabilidad igual a 1486 kg aumentó 39.31% y la pérdida por desgaste fue 1.95% con -13.99% de variación a comparación con las mezclas convencionales, siendo este diseño el que obtuvo valores superiores.

### ✓ **Objetivo específico 01**

Las mezclas asfálticas con poliestireno expandido presentaron pérdidas de variación ligera como: con el 0.10% de poliestireno varió -8.92%, con 0.20% de poliestireno expandido se redujo aún más -13.99%, con 0.30% de poliestireno es la mezcla con mayor pérdida por desgaste de -42.62% y con 0.40% de poliestireno expandido cambió hasta -29.41%; además se evaluó mediante la prueba de Kruskal Wallis si la hipótesis del autor se acepta o rechaza, la cual resultó con valor de significancia menor al 5%, por ende se aceptó la hipótesis alterna. Por lo que finalmente se afirma que a mayor incorporación de poliestireno expandido menor será las pérdidas por desgaste de las briquetas cilíndricas, por lo que en la mezcla convencional se obtuvo mayor pérdida cuyo resultado es 2.27% de la mezcla convencional.

### ✓ **Objetivo específico 02**

Las mezclas asfálticas mostraron un comportamiento positivo adicionando poliestireno expandido, presentando los resultados siguientes: La mezcla convencional tuvo como estabilidad igual a 1067 kg, mientras que con el 0.10% de poliestireno expandido la estabilidad corregida es 1309 kg con variación de 22.75%, con el 0.20% de poliestireno expandido la estabilidad corregida es 1486 kg incrementando hasta un 39.31%, con el 0.30% de poliestireno expandido la estabilidad corregida es 1343 kg aumenta hasta 25.94%, con el 0.40% de poliestireno expandido la estabilidad corregida es 1323 kg lo cual se evidencia que la estabilidad se incrementa en un 24%; así también, se llegó a evaluar a través de la prueba de Anova que hipótesis es la correcta, lo que conllevó a un valor de significancia menor al 5% de manera que se aceptó la hipótesis planteada por el autor. Finalmente se afirma que el poliestireno expandido mejora la estabilidad con 0.2% de poliestireno.



### ✓ **Objetivo específico 03**

El flujo de la mezcla asfáltica en caliente cambia notablemente adicionando poliestireno expandido, esta decisión fue tomada mediante el análisis estadístico realizado ejecutando la prueba Kruskal Wallis, la cual nos mostró que el valor de significancia es menor al 5% de esa forma se aceptó la hipótesis alterna. Por otro lado, también se evidencian en los resultados que el flujo obtuvo variaciones en la mezcla con 0.10% de poliestireno expandido igual a -4.01%, con 0.20% de poliestireno expandido igual a -23.08%, con 0.30% de poliestireno expandido varió 4.35%, con 0.40% de poliestireno expandido cambió un 9.36%, finalmente se afirma que con 0.20% de poliestireno expandido el flujo sufre una reducción máxima.

## RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones similares se recomienda realizar un análisis comparativo de las propiedades mecánicas con el poliestireno expandido para el desempeño del pavimento en climas extremadamente fríos y climas extremadamente cálidos.
- Para personas naturales se recomienda reciclar el poliestireno expandido ya que a través de esta investigación y sus antecedentes se demuestra que se puede reusar estos materiales aplicando en ciertos porcentajes para las construcciones de las infraestructuras viales y así podemos reducir los impactos ambientales, mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas.
- Se sugiere utilizar la óptima mezcla en las áreas de nuestra ciudad por donde transitan vehículos livianos, en el caso de que se necesite una resistencia mayor a una mezcla convencional y reducción del desgaste reutilizando materiales que no son biodegradables.
- Se aconseja indagar en materiales inorgánicos que se puedan adicionar a la mezcla asfáltica proporcionándole mejoras a sus propiedades y beneficios a la población como al medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta. 2017.** *Análisis de la correlación entre estabilidad y módulo de rigidez para mezcla asfáltica en caliente, empleando agregados pétreos del distrito Metropolitano de Quito.* Quito : s.n., 2017.
- Acosta, Adrianan. 2017.** *Análisis de la correlación entre estabilidad y módulo de rigidez para mezclas asfálticas en caliente, empleando agregados pétreos del distrito metropolitano de Quito.* Facultad de ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. Quito : s.n., 2017. pág. 209, Tesis de maestría.
- Arevalo, Harold y Lucho, Jhazmin. 2019.** *Influencia de la incorporación de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas.* Escuela de Pregrado, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2019. pág. 148, Tesis de pregrado.
- Asphalt institute. 2015.** *Principios de construcción de mezcla asfáltica en caliente MS 22.* 2015.
- Baena, G. 2017.** Metodología de la Investigación. [En línea] 2017.
- Bedoya. 2020.** [En línea] 2020.
- Calderon, M. 2020.** La justificación práctica se basa en la resolución del problema y elaboración de estrategias. [En línea] 2020.
- Chiquito, Aurora y Torres, Felíz. 2015.** *Diseño de mezcla asfáltica en caliente empleando agregados de la cantera San Vicente de Colinche y del río San Rafael de la provincia de Santa Elena utilizando el método Marshall.* Facultad de ciencias de la ingeniería, Universidad estatal península de Santa Elena. La Libertad : s.n., 2015.
- Dávalos, Yvette. 2018.** *Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido.* Universidad Nacional De San Agustín. Arequipa : s.n., 2018. pág. 117, Tesis de pregrado.
- Delgado, C y Solano, S. 2019.** *Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019.* Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2019. pág. 169, Tesis de pregrado.
- Duskov, M. 1997.** *EPS as a light- weight subbase material in pavements structures.* 1997.
- Embalajes Terra. 2021.** [En línea] 03 de 2021.  
<https://www.embalajesterra.com/blog/poliestireno-expandido-mercancias/>.

- García. 2019.** *Mejoradores antistripping como mitigador de daño en propiedades físico - mecánicas de mezclas asfálticas en caliente generando por precipitaciones pluviales, Huancayo 2019.* Huancayo : s.n., 2019.
- Giraldo, Juan. 2016.** Manual para los seminarios de Investigación en Psicología. [En línea] 2016.
- Gómez. 2018.** *Estudio de una mezcla asfáltica MDC-19 modificada con adición de polipropileno de baja densidad (PBD) por vía seca.* 2018.
- Gonzáles, Buitrago y. 2017.** *Caracterización del RAP e identificación de su influencia en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente".* 2017.
- Huari. 2020.** *Análisis y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente con RAP y una mezcla asfáltica modificada con polímero SBS PG 70-28".* 2020.
- Huari, Reyson. 2020.** *Análisis y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica en caliente con rap y una mezcla asfáltica modicicada con polimero sbs pg 70-28.* Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2020. Tesis Pregrado.
- Loma, Javier. 2013.** *Métodos de ensayo UNE- EN 12697-34.* Asfaltos y construcciones ELSAN. Madrid : s.n., 2013.
- Lopez, G. 2017.** Límites de flujo y estabilidad segun especificaciones MOP, para una Via de Trafico Pesado. *Scribd.* [En línea] 27 de 10 de 2017. [Citado el: 11 de 07 de 2024.] <https://es.scribd.com/document/362770617/Estabilidad-y-Flujo-Marshall>.
- Lucho, Arevalo y. 2019.** *Influencia de la incorporación de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas.* Lima : s.n., 2019.
- . 2019. *Influencia de la incorporación de poliestireno en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Lima-2019".* Lima : s.n., 2019.
- Méndez, Carlos. 2012.** Inducción en la Investigación. *Justificación de la Investigación.* [En línea] 2012.
- MICROSÍLICE. Toxement, Euclid Group. 2016.** 2016.
- Ñaupas, Humberto, y otros. 2018.** *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis.* Bogota : s.n., 2018.
- Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido.* **Dávalos, Y. 2015.** 2015.
- Otzen, Tamara y Manterola, Carlos. 2017.** *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio.* 2017.
- Perez y Matta. 2019.** *Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote - Ancash - 2019.* Chimbote : s.n., 2019.

- Peréz, Natalia, y otros. 2016.** *Evaluación de la propiedades mecánicas del poliestireno expandido*. Secretaria de comunicaciones y transportes, Instituto mexicano del transporte. Sanfandila : s.n., 2016.
- Quiminet.com. 2022.** Infoemación y negocios segundo a segundo. [En línea] 1 de 01 de 2022. <https://www.quiminet.com/articulos/todo-sobre-el-poliestireno-3337.htm>.
- Ruiz, Fernández y. 2018.** *Mezcla asfáltica modificada con poliestireno por vía seca*. 2018.
- Salamanca, Gonzalo. 2007.** *Influencia de la contaminación salina en el envejecimiento prematuro de mezclas y tratamientos asfálticos*. Departamento de ingeniería civil, Universidad de Chile. Santiago : s.n., 2007.
- Sánchez, Reyes y Mejía. 2018.** Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. [En línea] 2018.
- Universo, población y muestra.* **Condori, Porfirio. 2020.** 2020.
- Vargas, Conejo y. 2017.** *Análisis comparativo del comportamiento mecánico de mezclas de concreto asfáltico tipo 2(MDC-19) con adición de polimeros.* . Colombia : s.n., 2017.
- Vásquez, Flores y. 2017.** *Relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente, durante la colocación y posterior a la misma.* 2017.

## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

## “Propiedades Físicas de Mezcla Asfálticas en Caliente adicionando Poliestireno Expandido – Huancayo 2020”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuánto varían las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo - 2020?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar cuánto varían las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido Huancayo-2020.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La adición del poliestireno expandido mejora considerablemente las propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente Huancayo- 2020.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Poliestireno expandido</p>	<p>Dosificación De poliestireno expandido</p>	<p>0.10 %, 0.20 %, 0.30 % y 0.40 % de poliestireno expandido.</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b>  <b>Cuantitativo:</b> Es un método de investigación que utiliza herramientas de análisis matemático y estadístico para describir y explicar fenómenos mediante datos numéricos.  <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>  <b>Aplicada:</b> Busca la aplicación o utilización de conocimientos, desde una o varias áreas especializadas, con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades concretas.  <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b>  <b>Explicativo</b>                      CUANDO: 2024  <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b>  <b>Experimental:</b> Consiste en realizar un análisis estadístico para validar o refutar una hipótesis.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a) ¿Cuánto varía la perdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente adicionando poliestireno expandido Huancayo-2020?                      b) ¿Cuánto difiere la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020?                      c) ¿Cuánto cambia el flujo de la mezcla asfáltica en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) Determinar cuánto varía la pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo-2020                      b) Determinar la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.                      c) Determinar el flujo de la mezcla asfáltica en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>a) La pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente varía ligeramente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.                      b) La estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente tiene un comportamiento positivo adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.                      c) El flujo de la mezcla asfáltica en caliente cambia notablemente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2020.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Propiedades físicas de mezclas asfálticas</p>	<p>Pérdida por desgaste</p> <hr/> <p>Estabilidad</p> <hr/> <p>Flujo</p>	<p>Cántabro</p> <hr/> <p>Ensayo Marshall</p> <hr/> <p>Ensayo Marshall</p>	



**Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>1: Variable Independiente: Poliestireno expandido</b>	Según Arevalo y Lucho (2019) también llamado en Perú Tecnopor, viene a ser un polímero termoplástico que tiene como componente un 98% de aire y 2% de poliestireno además es un material económico y, si no cuenta con una adecuada disposición final como desecho, puede tardar en degradarse entre 70 a 100 años.	La variable VI 1: Poliestireno expandido se operacionaliza mediante una dimensión que personifica su característica D1: Dosificación.	Dosificación	0.10 %, 0.20 %, 0.30 % y 0.40 % de poliestireno expandido.	Ficha de recolección de datos
<b>2: Variable Dependiente: Propiedades físicas de mezcla asfáltica en caliente</b>	Según Conejo y Vargas (2017) Se define como mezcla asfáltica (o bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incluido el polvo mineral) con un ligante. Las cantidades relativas de ligante y áridos determinan las propiedades físicas de la mezcla.	La variable VD 2: propiedades físicas de mezcla asfáltica en caliente se operacionaliza mediante tres dimensiones las cuales muestra D1: Pérdida por desgaste D2: Estabilidad D3: Flujo A su vez estas disponen de un indicador.	Pérdida por desgaste	Cántabro	Ficha de recolección de datos
			Estabilidad	Ensayo Marshall	Ficha de recolección de datos
			Flujo	Ensayo Marshall	Ficha de recolección de datos

**Anexo N°03: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación**

2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Bach. Ing. ANTEZANA CCAHUAYA ABEL



**“PROPIEDADES FÍSICAS DE  
MEZCLAS ASFÁLTICAS EN  
CALIENTE ADICIONANDO  
POLIESTIRENO EXPANDIDO,  
HUANCAYO-2020”**



**GEO TEST V S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com.  
FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.

# Granulometría del agregado grueso y fino

  
Luis Gariarua Espinosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de  
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pq. GRAU N°211 - CHILCA  
 (enf. a una escuela frente al puente Puro Av. Ferrocarril Erasmón Av. Leoncio Prado)  
 E-MAIL : labgentestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.  
 RUC : 20605529229

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA</b>																												
<b>TÍTULO:</b> Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adhiriendo poliestireno expandido, hitmixo-2007				<b>REGNO POR: A.Y.G.</b>																								
<b>TESTEA:</b> Anderson Cochuyro Abel				<b>FEDMA: Abril - 2022</b>																								
<b>CANTIDA:</b> Apuro																												
<b>RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA 3/4"</b>																												
Item	Tipo de Material	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Tiempo	Análisis Gravitimétrico por tamizado % Que Pasa											Fecha de Muestra	Codigo de Muestra											
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 10	Nº 15	Nº 20	Nº 30	Nº 40			Nº 50	Nº 60	Nº 100	Nº 200							
001	Agregado Grueso	Ab-22	Grava de 3/4"	Día	10.480	10.000	52.9	29.2	9.026	4.769	2.360	2.000	1.189	0.660	0.429	0.309	0.160	0.080	0.040	0.020	0.010	0.005	25.8	25.8	Ab-22	M-1		
002	Agregado Grueso	Ab-22	Grava de 3/4"	Día	505.0	100.0	45.5	28.1	16.1	16.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	Ab-22	M-2	
<b>ESTADÍSTICOS</b>																												
<b>PROMEDIO</b>					106.9	100.0	48.3	29.7	20.9	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
<b>MAXIMO</b>					106.0	100.0	53.0	29.2	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
<b>MINIMO</b>					106.0	100.0	46.5	28.1	16.1	16.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1
<b>DESV. ESTÁNDAR</b>					0.0	0.0	4.5	7.8	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	
<b>VARIANZA</b>					0.0	0.0	19.8	61.6	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4
<b>COEFICIENTE VARIACION</b>					0.0	0.0	9.9	23.3	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2

Ing. Oscar  
 300 Geotest  
 000000000000000000  
 000000000000000000



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN :** Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991378093  
**E-MAIL :** labgeotestv02@gmail.com / geotestv@gmail.com  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.  
**RUC :** 20606529229

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

HECHO POR: A.Y.G  
 FECHA: Abril - 2022

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA CHANCADA**

N° de Muestra	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por Tamizado % Que Pasa												Fecha de Muestreo	Codigo de Muestra	
				1"	3/4"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#60	#100	#150	#200				
001	10/06	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
002	10/06	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
				PROMEDIO														
				MAYOR														
				MENOR														
				DESV ESTÁNDAR														
				VARIANZA														
				COEFICIENTE VARIACION														

  
 Ing. Oscar  
 Tercero Contreras  
 Ing. Civil



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**GEO TEST V. S.A.C.**

**DIRECCIÓN** : Pj. GRAU N°211 - CHILCA  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com / geotest.vv@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V.S.A.C.  
**RUC** : 20606529229

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2027"  
**TESISTA:** Antezana Cochuyaya Abel  
**CAJONERA:** Apita  
**MEDIO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Abril - 2022

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA NATURAL																								
N° de Muestra	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Gravimétricos por Tamizado % Que Pasa												Fecha de Muestreo	Código de Muestra							
				1"	3/4"	1 1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 15	N° 20	N° 40	N° 60	N° 100			N° 200						
				100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			100.0						
001	Ab-22	Agregado Fino	Di	22.400	19.050	12.700	8.525	4.750	2.300	2.000	1.500	0.800	0.425	0.200	0.110	0.050	0.025	0.010	0.005	0.002	0.001	Ab-22	M-1	
002	Ab-22	Agregado Fino	Di	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	Ab-22	M-2
				<b>PROMEDIO</b>																				
				100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
				<b>MODULO</b>																				
				100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
				<b>DESV. ESTANDAR</b>																				
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
				<b>VARIANZA</b>																				
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
				<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>																				
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Firmado digitalmente por: Abel Antezana Cochuyaya  
 DN: cn=Abel Antezana Cochuyaya, ou=Geotest V.S.A.C., o=Geotest V.S.A.C., c=PE  
 Fecha y hora: 2022.04.27 10:50:00





DIRECCIÓN : 1<sup>er</sup>. GRAU N° 211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com.  
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

# *Combinación granulométrica teórica y física de la agregado*

  
Luis Gamarras Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**

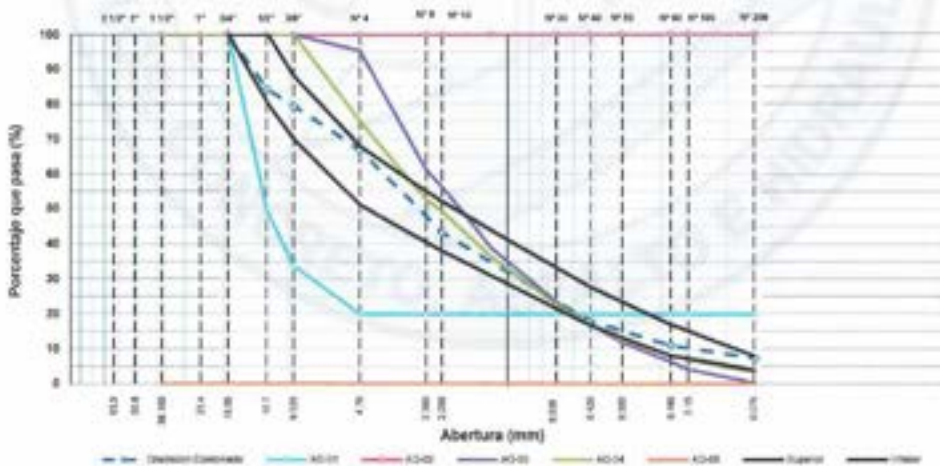


DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado J  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA												
ANÁLISIS - COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS												
TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"												
RESISTA: Antezana Cochuyaya Abel												
HECHO POR: A.Y.G.												
CAMERA: Apaña												
FECHA: Abril - 2022												
GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS												
TAMIZ	ABERTURA	SIEVE								N COMBADO		
		Grava 24"		Grava 12"		Arena Chica		Arena Fina		100	475	75
		Núm	%	Núm	%	Núm	%	Núm	%			
1.18"	30.48	100.0	21.00	100.0	0.00	100.0	44.00	100.0	25.00	100.0	-	-
1"	25.40	100.0	21.00	100.0	0.00	100.0	44.00	100.0	25.00	100.0	-	-
3/4"	19.05	100.0	21.00	100.0	0.00	100.0	44.00	100.0	25.00	100.0	100.0	100
1/2"	12.50	43.8	19.49	100.0	0.00	100.0	44.00	100.0	25.00	100.0	100.0	100
20"	2.00	33.7	19.49	100.0	0.00	100.0	44.00	100.0	25.00	100.0	100.0	100
15"	4.75	20.0	8.29	100.0	0.00	85.2	41.00	75.2	18.00	40.0	100	100
12"	2.50	20.0	8.29	100.0	0.00	81.3	38.00	51.7	12.00	40.0	100	100
10"	2.00	20.0	8.29	100.0	0.00	80.3	34.77	49.2	12.00	40.0	100	100
7.5"	1.90	20.0	8.29	100.0	0.00	80.9	17.12	36.3	9.00	32.0	100	100
6.0"	0.850	20.0	8.29	100.0	0.00	23.4	10.39	23.7	5.00	22.0	100	100
4.75"	0.425	20.0	8.29	100.0	0.00	17.2	7.57	17.1	4.29	16.0	17	38
3.0"	0.250	20.0	8.29	100.0	0.00	11.8	5.29	12.6	2.15	14.0	20	52
2.5"	0.180	20.0	8.29	100.0	0.00	8.3	2.77	8.1	2.00	11.0	8	37
1.9"	0.150	20.0	8.29	100.0	0.00	4.2	1.89	8.3	1.79	9.7	10	45
1.5"	0.075	20.0	8.29	100.0	0.00	0.3	0.13	3.9	0.90	7.2	4	3

CURVA GRANULOMETRICA



*Luis Guzmán Espinoza*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 124581

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cívicas

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**

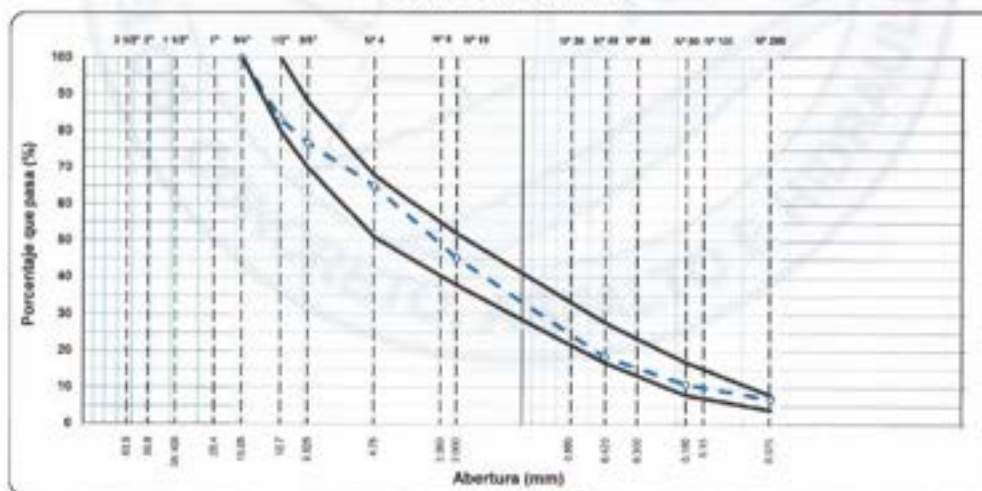


**DIRECCION** : I<sup>ta</sup>, GRAU N° 211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
(ASTM C - 136)							
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"							
TESISTA: Antezana Cofesuya Abel							
CANTERA: Apata							
MATERIAL: Combinación del agregado							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Abril - 2022							
TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. BAC - 3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	aprovechado	que pasa		TAMAJO MÁXIMO mm
1 1/2"	38.100						Peso seco de la muestra
1"	25.400						Peso Fracción
3/4"	19.000				100.0	100	
10"	11.700	1204.6	16.9	16.9	83.1	80 - 100	
30"	6.000	5093.0	6.3	23.2	76.8	70 - 80	COMBINACION DE ABRASADORES
14"	6.300						Grano clasado de 3/4"
N°4	4.750	3219.0	11.7	35.0	65.0	61 - 65	Grano clasado de 10"
N°6	2.500	142.8	17.1	52.0	48.0		Grano Clasado 14"
N°10	2.000	22.7	2.6	54.6	45.4	38 - 52	Grano Natural 14"
N°15	1.180	82.9	8.8	64.4	35.6		
N°20	0.840						
N°30	0.600	90.4	10.7	75.2	24.8		
N°40	0.425	82.9	6.3	81.4	18.6	17 - 28	
N°60	0.250	50.7	6.3	87.7	12.3		
N°80	0.180	19.3	1.2	89.0	11.0	4 - 17	
N°100	0.150	16.1	1.9	90.9	9.1		
N°200	0.075	16.5	2.2	93.1	6.9	4 - 8	
< 200	-	58.3	6.9	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



  
**Luis Gamboa Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 DIP 196161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.





DIRECCION : Puj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cruzada frente al parque Puzo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com.  
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

# Caracterización del agregado fino

  
Luis Carrera Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCION : PnJ. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una ciudad frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

(ASTM D 4318)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Iruacayo-2020"

TESISTA: Antezana Coshuaya Abel

CANTERA: Apata

MATERIAL: Combinación de agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Abril - 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 200	
		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro de Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g	<b>NP</b>	<b>NP</b>
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $(W) = (A-B)/(B-C) \times 100$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
		NP	NP

Malo

ESPECIFICACION	MAX. (%)	CUMPLIMIENTO
IP	NP	OK

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



Luis Casarria Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 DNP 188181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgentestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

<b>LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> (ASTM D 4318)	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>	
TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"	
TESISTA: Antezane Coahuayo Abel	HECHO POR: A.Y.G.
CANTERA: Apata	FECHA: Abril - 2022
MATERIAL: Combinación de agregado fino	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
No. de Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g	<b>NP</b>	<b>NP</b>
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad (W=(A-B)/(B-C)*100	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITE DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	NP	NP	NP

Meio

ESPECIFICACION	MAX. (%)	CUMPLIMIENTO
IP	NP	OK



  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 126111

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

(ASTM C128-19)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"

TESISTA: Artozama Coahuaya Abel

CANTERA: Apata

MATERIAL: Agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Abril - 2022

Muestra: Combinación del agregado fino

**AGREGADO FINO**

Peso específico de Mesa:	2.590	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico SSS:	2.614	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico Aparente:	2.610	g/cm <sup>3</sup>
Absorción:	0.949	%

ITEM		P-1	P-2
Peso de Tara	(g)	85.0	93.7
Peso de Fola	(g)	191.8	191.8
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0	500
Peso de Fola + Arena + Agua	(g)	957.4	957.3
Peso del agregado seco	(g)	580.3	589
Volumen de fola	(cm <sup>3</sup> )	495.8	495.8
Peso Especifico de Mesa	(g/cm <sup>3</sup> )	2.590	2.589
Peso Especifico SSS	(g/cm <sup>3</sup> )	2.615	2.614
Peso Especifico Aparente	(g/cm <sup>3</sup> )	2.611	2.610
Absorción	(%)	0.949	0.949

  
 Luis Gamarrá Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198101



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C896-18)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"							
TESTISTA: Arcezana Coahuaya Abel							
CANTERA: Apata							
MATERIAL: Combinación de agregado fino							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Abril - 2022							
AGREGADO FINO							
TAMANO DE TAMIZ		ESCALÓN ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4						
	N° 4	17.1	100.0	96.20	3.80	3.80	0.65
	N° 8	12.4	100.0	94.30	5.70	5.70	0.71
	N° 16	10.7	100.0	95.40	4.60	4.60	0.49
	N° 30	12.8	100.0	91.70	8.30	8.30	1.05
TOTALES							2.89

  
 Luis Castaña Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : 1ºº. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruzo con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1888)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"					
TESISTA: Antezana Coahuaya Abel					
CANTERA: Apeta			HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Combinación de agregado fino			FECHA: Abril - 2022		
AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Baker 250 ml)	g	130.19	101.35	145.90
3.-	Peso + Sal +Baker 250 ml	g	130.30	101.46	146.01
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.11	0.11	0.11
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm <sup>3</sup>	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm <sup>3</sup>	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $\frac{1}{100} \left( \frac{C+D}{B} \right) \times 100$	%	0.330	0.330	0.330
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.330		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	

  
 Luis Gamboa Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 196151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCION : PnJ. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200**

(ASTM C 117-17)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"

TESISTA: Antezana Ccahuaya Abel

CANTERA: Apata

MATERIAL: Agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Abril - 2022

**COMBINACION GLOBAL DE AGREGADOS**

ASTM C 117-17

Muestra	M-01
Tamaño máximo nominal	3/4"
Masa seca de la muestra original	2503.50 g
Masa seca de la muestra después del lavado	2350.10 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	6.13 %

  
 Luis Caceres Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 180191

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgentestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D419)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"				
TESISTA: Arlezana Cochayá Ábel				
CARTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Combinación del agregado fino			FECHA: Abril - 2022	
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.75	4.75	4.75
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	12:14	12:16	12:18
4	Hora de Salida	12:24	12:26	12:28
5	Hora de Entrada	12:28	12:28	12:30
6	Hora de Salida	12:46	12:48	12:50
7	Altura Máxima de Material Fino	5.78	5.80	5.80
8	Altura Máxima de la Arena	3.30	3.30	3.40
9	Equivalente de Arena (%)	57.9	58.9	60.7
10	Equivalente de Arena Prescrito (%)		60.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.6%	OK

  
 Luis Gamero Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181



DIRECCIÓN : PSC. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
Fornocarril cruce con Av. Leoncio Prado  
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com.  
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

# Caracterización del agregado grueso

  
Luis Galarraga Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196151



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS**

(ASTM C127-15)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"

TESISTA: Antezana Coahuaya Abel

CANTERA: Apofa

MATERIAL: Agregado grueso

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Abril - 2022

Muestra: Combinación del agregado grueso

**AGREGADO GRUESO**

Peso específico de Masa:	2.600	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico SSS:	2.622	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico Aparente:	2.659	g/cm <sup>3</sup>
Absorción:	0.855	%

ITEM	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	2666.5
2. Peso de agregado sumergido (gr)	1773.2
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	2842.2
4. Peso Especifico de Masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.600
5. Peso Especifico SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2.622
6. Peso Especifico Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.659
7. Absorción (%)	0.855

  
 Luis Gamboa Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgentestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CARAS FRACTURADAS	
(ASTM D 5821-13)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"	
TESTISTA: Arlezana Coshuaya Abel	HECHO POR: A.Y.G
CANTERA: Apata	FECHA: Abril - 2022
MATERIAL: Combinación de agregado grueso	

**A- CON UNA CARA FRACTURADAS 90% MIN**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (grs.)	B (grs.)	C (g/BA)*100	D %	E C/D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1197.7	99.81	16.9	1686.8
1/2"	3/8"	300.0	299.4	99.80	6.3	628.7
TOTAL		1500	1497.1		23.2	2,315.50

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2316}{23.20} = 99.8 \%$
------------------------------------	--

**B- CON DOS CARAS FRACTURADAS 70% MIN**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (grs.)	B (grs.)	C (g/BA)*100	D (grs.)	E C/D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1177.0	98.08	16.9	1,657.6
1/2"	3/8"	300.0	299.0	99.67	6.3	627.9
TOTAL		1500	1476.0		23.2	2,285.51

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2288}{23.20} = 98.5 \%$
--------------------------------------	--

Luis Gabriela Espinosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1585)					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"					
TESISTA: Antezana Coahuaya Abel					
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Combinación de agregado grueso			FECHA: Abril - 2022		
AGREGADO GRUESO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Baker 250 ml.)	g	145.90	101.35	178.38
3.-	Peso + Sal + Baker 250 ml.	g	145.92	101.37	178.40
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.02	0.02	0.02
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Alfaro de Agua Total (B)	cm <sup>3</sup>	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm <sup>3</sup>	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles (1)/((C+D)/(Bx100)	%	0.050	0.050	0.050
9.-	Promedio Sales Solubles	%	<b>0.050</b>		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	

  
 Abel Coahuaya Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 156181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotestv@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C88M-18)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas artificiales en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"							
TECISTA: Anselma Coahuayo Abol							
CANTERA: Apata				HECHO POR: A.V.G.			
MATERIAL: Combinación de agregado grueso				FECHA: Abril - 2022			
AGREGADO GRUESO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETEMIDO						
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	3/8"	23.2	1000.4	892.2	8.20	6.82	0.19
3/8"	N°4	11.7	300.0	277.6	22.40	7.47	0.87
TOTALES		34.9	1300.4				1.06

  
 Luis Castiella Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 190191



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N° 211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	
(ASTM D 4751-18)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA	
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo-2022"	
TESISTA: Anlizara Coahuaya Abel	HECHO POR: A.V.G.
CANTERA: Apaña	FECHA: Abril - 2022
MATERIAL: Combinación de agregado grueso	

Muestra: Convencional

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(g)(A)*100	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	2000.0	37.2	1.9	16.9	31.4	
1/2"	3/8"	1000.0	41.7	4.2	6.3	26.3	
<b>Σ</b>		<b>3,000.0</b>	<b>78.9</b>		<b>23.2</b>	<b>57.7</b>	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					2.49		OK
ESPECIFICACION:					MAXIMO	10.0%	

  
 Luis Galdames Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 158181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCION : Pº. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Fozo Av.  
 Femenaril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ABRASIÓN LOS ANGELES				
(ASTM C131)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2002"				
RESMA: Antezana Coahuaya Abel			HECHO POR: A.Y.G.	
CANTERA: Apata			FECHA: Abril - 2002	
MATERIAL: Combinación de agregado grueso				
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	8
1.12" - 1"	-			
1" - 3/4"	-			
3/4" - 1/2"	-	2500.0		
1/2" - 3/8"	-	2502.0		
3/8" - 1/4"				
1/4" - 3/16"				
3/16" - 1/8"				
Peso Muestra		5011		
Peso Resolido Tamiz N° 12		4160.0		
Peso Pasado Tamiz N° 12		851		
% DESGASTE		16.38		
PROMEDIO		17.0%		
ESPECIFICACION:	MAX.	32.0% DK		

  
 Luis Gamara Espinosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 108181



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N° 211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado J  
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
E-MAIL : labgeotests02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com.  
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

# *Diseño de mezcla asfáltica convencional*

  
Luis Gamboa Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V. S.A.G.**

DIRECCIÓN : Pj. GRAL N°211 - CHILCA

E-MAIL : labgeotests02@gmail.com / gyotest.v@gmail.com

(Dist. a una cuadra dentro del pasaje Puato - Av. Francisco Prado)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 95325151 - 972831911 - 991375093

RLC : 201606529229



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huanucoyo 2020"

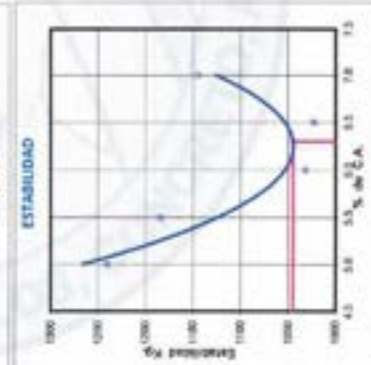
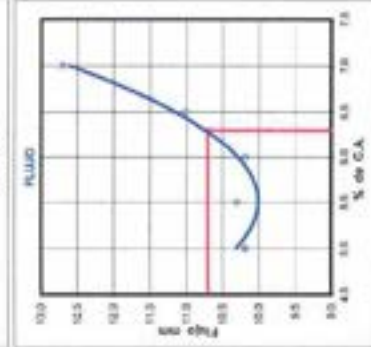
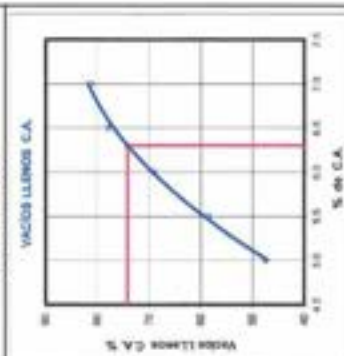
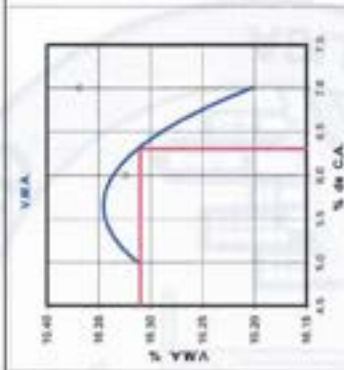
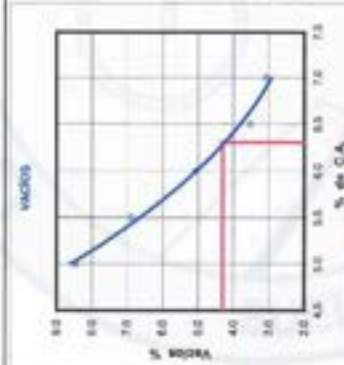
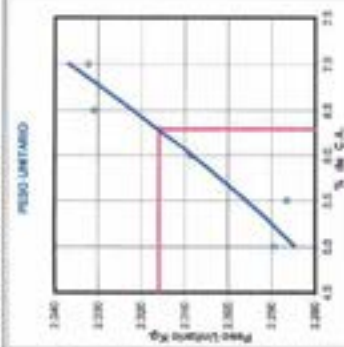
REGISTRO: Antezona Cochayay Abal

CANTERA: Apata

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

NETO POR A.Y.G.

FECHA: Abril - 2022



RESUMEN DE RESULTADOS

VALORES POR LADO	7.5	ESPESOR	75
CEMENTO ASFÁLTICO	6.7	W/C	14-15%
PESE AJUSTADO	4.5	3-5	
VACÍOS	4.5	86-10	
V.M.A.	16.5	8-14	
VACÍOS LLENOS CON C.A.	12.9	Mín. 4%	
FLUJO	107	Máx. 4000	
ESTABILIDAD	1057		
ESTABILIDAD FLUJO	2718		
ÍNDICE DE COMPACTABILIDAD			
ESTABILIDAD INTERNA			

COEFICIENTES

Grava 15mm 10"	3%
Grava 7.5mm 10"	40%
Grava 4.75mm 10"	4%
Área total	25%

PREP. 100

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
GEO TEST V. S.A.G.  
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN :** Pse. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR :** 952523151 - 972831911 - 991375093

**RUC :** 20606529229  
**E-MAIL :** labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA											
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2											
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adhiriendo poliestireno expandido, huancayo-2022" REVISTA: Adhesión Coahuila Asef CANTERA: Apata MATERIAL: Mezcla Asfáltica											
HECHO POR: A.Y.G.										FECHA: Abril - 2022	
<b>Diseño: C.A. 1.8%</b>											
ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
CAME ASTM	#4"	#10"	#20"	#40"	#60"	#100"	#200"	#425"	#75"	#150"	#300"
AMORTIGA 30mm	11.76	8.00	4.75	2.80	1.75	1.00	0.60	0.30	0.15	0.075	0.0375
PESO RETENIDO	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
RETENIDO PASADO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RETENIDO ACUMULADO	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ASA	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ESPECIFICACION	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ASFALTO LAVADO											
RESIDUO ASFÁLTICO											

REPRESENTACIÓN GRÁFICA											
#4"	#10"	#20"	#40"	#60"	#100"	#200"	#425"	#75"	#150"	#300"	#600"
Escala de 1 gramo en mm											

ENSAYO MARSHALL - ASTM D-1559											
INDICADOR	#4"	#10"	#20"	#40"	#60"	#100"	#200"	#425"	#75"	#150"	#300"
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
2. ADESGADO UNICO EN PESO DE LA MEZCLA + #4"	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
3. ADESGADO PASO EN PESO DE LA MEZCLA + #4"	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
4. PULVER EN PESO DE LA MEZCLA	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
5. PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO (APORTE)	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
6. PESO ESPECIFICO DEL ADESGADO TOTAL (ATA)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
7. PESO ESPECIFICO DEL ADESGADO TOTAL (ATA) - ASA	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
8. PESO ESPECIFICO ALLEN - ASPHALT	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9. PESO DE LA PROBLETA (P)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
10. PESO DE LA PROBLETA EN EL HORNO	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
11. PESO DE LA PROBLETA EN AGUA	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
12. VOLUMEN DE LA PROBLETA (Vp)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
13. PESO DE LA PROBLETA (P)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
14. VOLUMEN DE PROBLETA (Vp) - ASA	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
15. VOLUMEN DE LA PROBLETA POR DESPLAZAMIENTO (Vd)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
16. PESO ESPECIFICO BULK DE LA PROBLETA (Bp)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
17. PESO ESPECIFICO BULK DE LA MEZCLA (Bm)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
18. SACOS (S) - 1000g	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
19. PESO ESPECIFICO BULK DEL ADESGADO TOTAL (Bm) - (Bp) - (S)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
20. VMA - (Vd) - (Vp)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
21. VMA LIGADA (VMA) - (Vp) - (S)	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8
22. C.A. ADESGADO POR ADESGADO TOTAL (A) - (S) - (VMA)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
23. C.A. ADESGADO POR ADESGADO TOTAL (A) - (S) - (VMA) - (S)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
24. ESTABILIDAD (ST) - (VMA) - (VMA) - (S)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25. FLUJO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
26. SECTORA DEL DISEÑO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
27. ESTABILIDAD EN COMBUST	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
28. FACTOR DE COMPLEJO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
29. ESTABILIDAD COMPLEJO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30. ESTABILIDAD FLUJO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CONVERSIONES	
Gravimétrico (G)	25%
Gravimétrico (C)	2%
Gravimétrico (A)	4%
Gravimétrico (S)	2%
Gravimétrico (VMA)	15%

  
**Luis Camarero Espinosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 156181

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN :** P.S. GRAU N° 211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruzar con Av. Leoncio Prado  
**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991373093

**RUC :** 20606529229  
**E-MAIL :** labgentestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK :** Geo Test V.S.A.C.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

**OBJETO:** Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adhiriendo polifibras expandidas; febrero-2007

**RESISTA:** Antelena Cochuyta Abel  
**CANTERA:** Asfalto  
**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Abril - 2007

**Dosificación CA 51 h**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LIMASO ASFÁLTICO		
UNID. ASTM	0.075	0.15	0.3	0.6	1.18	2.5	4.75	7.5	15	30	60	100
GRANULOSIDAD EN GRMS	18.00	33.00	6.00	4.00	2.00	1.00	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
PROVA EN TERMO	%	20.4	39.2	7.2	4.8	2.4	1.2	0.6	0.3	0.15	0.07	0.03
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AREA	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ESPECIFICACION	%	100	80-100	70-90	57-85	38-58	27-35	21-27	18-24	15-18	12-15	10-12
ASFALE LIGADO												
TIEMPO DE CURADO												

**REPRESENTACIÓN GRAFICA**

ENSAYO MARSHALL - ASTM D-1559						
DESCRIPCION	UNID.	1	2	3	PROCESADO	COMPARADO
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	55	55	55	5.0	
2. HORNEADO SUAVEMENTE EN PESO DE LA MEZCLA + 0.4	%	55.46	55.46	55.46	5.0	
3. HORNEADO FUERTE EN PESO DE LA MEZCLA + 0.4	%	51.48	51.48	51.48	5.0	
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5. PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APORTE		2.65	2.65	2.65		
6. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO SUAVEMENTE HORNEADO		2.65	2.65	2.65		
7. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FUERTE HORNEADO		2.65	2.65	2.65		
8. PESO ESPECIFICO FILLER APORTE						
9. PESO DE LA BLOQUETA AL AIRE	g	108.3	108.1	107.7		
10. PESO DE BLOQUETA AL AIRE (SUAVEMENTE)	g	108.1	108.0	108.0		
11. PESO DE LA BLOQUETA EN AGUA	g	88.3	87.7	88.0		
12. VOLUMEN DE LA BLOQUETA (SUAVEMENTE)	cc	84.7	83.9	83.9		
13. PESO DE LA MAMPARSA (SUAVEMENTE)	g					
14. VOLUMEN DE MAMPARSA (SUAVEMENTE)	cc					
15. VOLUMEN DE LA BLOQUETA POR DESPLAZAMIENTO (SUAVEMENTE)	cc	24.1	23.9	23.7		
16. PESO ESPECIFICO DE LA BLOQUETA (SUAVEMENTE)	g/cc	4.07	2.89	2.89	2.89	
17. PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D-2007	g/cc	2.48	2.48	2.48		
18. VACIO (V) (SUAVEMENTE)	%	2.4	6.8	6.8	6.8	2 - 8
19. PESO ESPECIFICO REAL DEL AGREGADO TOTAL (SUAVEMENTE)	g/cc	2.60	2.60	2.60		
20. VMA (SUAVEMENTE)	%	15.2	16.5	16.2	16.2	16 - 18
21. VMA (SUAVEMENTE) CON C.A. (SUAVEMENTE)	%	16.7	16.8	16.7	16.7	
22. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL (SUAVEMENTE)	g/cc	2.67	2.67	2.67		
23. C.A. AGREGADO POR AGREGADO TOTAL (SUAVEMENTE)	%	1.89	1.89	1.89		
24. CEMENTO ASFALTICO (SUAVEMENTE) (SUAVEMENTE)	%	6.28	6.28	6.28	6.28	5 - 10
25. FLUIDO	mm	10.1	10.1	10.1		
26. VISCOSIDAD DEL TIEMPO	g/cm	11.49	11.49	11.49		
27. ESTABILIDAD EN CORTEZ	g	1.00	1.00	1.00		
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	g	1.00	1.00	1.00		
29. ESTABILIDAD POR TORSION	g	174	174	174	174	165 - 210
30. ESTABILIDAD FLUIDO	g/cm	207	200	200	207	170 - 200

**AGREGADOS:**  
 Grava (0.6-4.75) 25%  
 Grava (4.75-12.5) 20%  
 Arena (0.6-4.75) 40%  
 Arena (4.75-12.5) 20%  
 Cemento asfáltico 10% (CA 51)

**Luis Gamarras Espinoza**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 198181**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Psc. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adosadas poliestireno expandido, febrero-2022"  
 TESTEA: Antuzano Conchuyo Abel  
 CANTERA: Apata  
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A.Y.G  
 FECHA: Abril - 2022

**Dosificación C.A. 5.8 %**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LÁMINA ASFÁLTICA	
TAMANO DE MALLA	20"	75"	300"	600"	750"	1.18"	1.65"	2.0"	2.5"	Porcentaje	Unidad
AGREGADO TOTAL	100.00	10.78	4.57	4.78	5.98	6.87	6.18	5.74	5.19		%
RESIDUO PASADO		89.22	95.43	95.22	94.02	93.13	93.82	94.26	94.81		%
RETENIDO AREAL	%	10.78	4.57	4.78	5.98	6.87	6.18	5.74	5.19		%
RETENIDO ACUMULADO	%	0.00	10.78	15.35	20.33	27.20	33.38	39.12	44.31		%
FINA	%	89.22	85.71	84.73	84.02	83.13	83.82	84.26	84.81		%
ESPECIFICACION	%	90	85-100	75-90	70-85	60-75	55-70	50-65	45-60		%
ANÁLISIS LÍMITE											%
TAMANO ASFÁLTICO											mm

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA**

**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

PROPIEDAD	SP	S	TS	FLAC	ESPECIFICACION	ESPECIAL
1. C/A EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.8	6.0	6.0	6.0	
2. ASESADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - MPA	%	2.80	2.78	2.78	2.78	
3. ASESADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - MPA	%	3.00	3.22	3.22	3.22	
4. PULVERÍNEO DE LA MEZCLA	%					
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO POLIESTIRENO EXPANRIDO	kg/m <sup>3</sup>	1100	1100	1100		
6. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (GA)	kg/m <sup>3</sup>	1400	1400	1400		
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (FA)	kg/m <sup>3</sup>	1300	1300	1300		
8. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (ATA)	kg/m <sup>3</sup>					
9. PESO DE LA PROYECTA AL SEQUEO	kg	227.2	228.4	228.1		
10. PESO DE LA PROYECTA AL SEQUEO (P)	kg	227.2	228.7	228.1		
11. PESO DE LA PROYECTA BRASOR (PB)	kg	222.1	221.7	222.1		
12. VOLUMEN DE LA PROYECTA (Vp)	m <sup>3</sup>	0.087	0.084	0.084		
13. PESO DE LA RESINA (PR)	kg					
14. VOLUMEN DE RESINA (Vr)	m <sup>3</sup>					
15. VOLUMEN DE LA MEZCLA (Vc) CON ESTIRAMIENTO (Vc+e)	m <sup>3</sup>	0.087	0.087	0.087		
16. PESO ESPECÍFICO BUL DE LA PROYECTA (Pb)	kg/m <sup>3</sup>	2590	2585	2584		
17. PESO ESPECÍFICO BUL DE LA MEZCLA (Pm)	kg/m <sup>3</sup>	2420	2420	2420		
18. MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)	kg/cm <sup>2</sup>	69	69	69	69	2-8
19. PESO ESPECÍFICO BUL DEL ASESADO TOTAL (Pb+e+PR)	kg/m <sup>3</sup>	2580	2580	2580		
20. M.A. (Módulo de Elasticidad)	kg/cm <sup>2</sup>	75.2	75.2	75.2	75.2	Mód. 18
21. MÓDULO DE ELASTICIDAD (Módulo de Elasticidad)	kg/cm <sup>2</sup>	85.7	85.6	85.6	85.7	
22. PESO ESPECÍFICO DEL ASESADO TOTAL (Pb+e+PR)	kg/m <sup>3</sup>	2570	2570	2570		
23. C/A ASESADO POR ASESADO TOTAL (C/A) (Pb+e+PR)	%	1.10	1.10	1.10		
24. DENSIDAD ASESADO ESPECÍFICO (D) (Pb+e+PR)	kg/m <sup>3</sup>	130	130	130		
25. PUNTO	°C	151	151	151	151	8-14
26. LECTURA DEL EQUIPO	°C	151.00	151.00	151.00		
27. ESTABILIDAD EN COMPRESIÓN	%	100	100	100		
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	%	100	100	100		
29. ESTABILIDAD EN COMPRESIÓN	%	100	100	100	100	Mód. 50
30. ESTABILIDAD EN COMPRESIÓN	kg/cm <sup>2</sup>	200	200	200	200	170-200

CONCLUSIONES:  
 C/A Mezcla 20" 5.8%  
 C/A Mezcla 75" 6%  
 C/A Mezcla 300" 4.5%  
 C/A Mezcla 600" 4.7%  
 C/A Mezcla 750" 5.9%  
 C/A Mezcla 1.18" 6.8%  
 C/A Mezcla 1.65" 6.1%  
 C/A Mezcla 2.0" 5.7%  
 C/A Mezcla 2.5" 5.1%

**Luis Camarero Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198191



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN :** Pje. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991375093

**RUC :** 20606529229  
**E-MAIL :** labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA												
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2												
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Iturza-2022" TESIS: Antuzano Cahuaya Abel CÁTERA: Apata MATERIAL: Mezcla Asfáltica												
Dosis: CA 5.1%											HECHO POR: A.Y.G.	
											FECHA: Abril - 2022	
ENSAYO GRANULOMÉTRICO						LAVADO ASFÁLTICO						
TIPO DE ENSAYO	30"	45"	75"	75"	150"	75"	75"	75"	75"	75"	Residuo 75 micras	P
ABERTURA DE MALLA	11.90	11.90	4.75	4.75	2.00	2.00	2.00	4.75	4.75	Residuo 4.75	P	
PERCENTUAL PASADO	N	100.0	100.0	87.0	58.4	26.4	4.2	0.1	0.0	Residuo 75-150	P	
PERCENTUAL RETENIDO	N	0.0	0.0	13.0	41.6	73.6	95.8	99.9	100.0	Residuo 4.75	P	
PERCENTUAL PASADO	N	100.0	100.0	97.0	99.4	100.0	100.0	100.0	100.0	Residuo 75-75	P	
PERCENTUAL RETENIDO	N	0.0	0.0	3.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	Residuo 75	P	
COMPOSICIÓN	N	100	100-100	11.90	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40	Residuo 75	P	
ASFALTO LÍQUIDO										MACADAM	N	
FRASCO ASFALTADO										PERO TOTAL	P	
REPRESENTACIÓN GRÁFICA												
ENSAYO MARSHALL - ASTM D-1559												
ANÁLISIS		1"	2"	3"	PROYECTO	ESPECIFICACIÓN						
1. LA UNIDAD DE LA MEZCLA	N	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1						
2. HUNDIMIENTO EN PESO DE LA MEZCLA - 1"	N	21.48	21.48	21.48	21.48	21.48						
3. HUNDIMIENTO EN PESO DE LA MEZCLA - 2"	N	20.57	20.57	20.57	20.57	20.57						
4. PUNTO DE PUNTO DE LA MEZCLA	N											
5. PUNTO DE PUNTO DEL CEMENTO ASFALTO ASFALTADO		1.85	1.85	1.85								
6. PUNTO DE PUNTO DEL ASFALTO (100%)- 1"		2.00	2.00	2.00								
7. PUNTO DE PUNTO DEL ASFALTO (100%)- 2"		2.00	2.00	2.00								
8. PUNTO DE PUNTO DEL ASFALTO (100%)- 3"		2.00	2.00	2.00								
9. PUNTO DE LA PROYECTA 1"	P	100.0	100.0	100.0								
10. PUNTO DE LA PROYECTA 2"	P	100.0	100.0	100.0								
11. PUNTO DE LA PROYECTA 3"	P	100.0	100.0	100.0								
12. PUNTO DE LA PROYECTA 4"	P	100.0	100.0	100.0								
13. PUNTO DE LA PROYECTA 5"	P	100.0	100.0	100.0								
14. PUNTO DE LA PROYECTA 6"	P	100.0	100.0	100.0								
15. PUNTO DE LA PROYECTA 7"	P	100.0	100.0	100.0								
16. PUNTO DE LA PROYECTA 8"	P	100.0	100.0	100.0								
17. PUNTO DE LA PROYECTA 9"	P	100.0	100.0	100.0								
18. PUNTO DE LA PROYECTA 10"	P	100.0	100.0	100.0								
19. PUNTO DE LA PROYECTA 11"	P	100.0	100.0	100.0								
20. PUNTO DE LA PROYECTA 12"	P	100.0	100.0	100.0								
21. PUNTO DE LA PROYECTA 13"	P	100.0	100.0	100.0								
22. PUNTO DE LA PROYECTA 14"	P	100.0	100.0	100.0								
23. PUNTO DE LA PROYECTA 15"	P	100.0	100.0	100.0								
24. PUNTO DE LA PROYECTA 16"	P	100.0	100.0	100.0								
25. PUNTO DE LA PROYECTA 17"	P	100.0	100.0	100.0								
26. PUNTO DE LA PROYECTA 18"	P	100.0	100.0	100.0								
27. PUNTO DE LA PROYECTA 19"	P	100.0	100.0	100.0								
28. PUNTO DE LA PROYECTA 20"	P	100.0	100.0	100.0								
29. PUNTO DE LA PROYECTA 21"	P	100.0	100.0	100.0								
30. PUNTO DE LA PROYECTA 22"	P	100.0	100.0	100.0								
31. PUNTO DE LA PROYECTA 23"	P	100.0	100.0	100.0								
32. PUNTO DE LA PROYECTA 24"	P	100.0	100.0	100.0								
33. PUNTO DE LA PROYECTA 25"	P	100.0	100.0	100.0								
34. PUNTO DE LA PROYECTA 26"	P	100.0	100.0	100.0								
35. PUNTO DE LA PROYECTA 27"	P	100.0	100.0	100.0								
36. PUNTO DE LA PROYECTA 28"	P	100.0	100.0	100.0								
37. PUNTO DE LA PROYECTA 29"	P	100.0	100.0	100.0								
38. PUNTO DE LA PROYECTA 30"	P	100.0	100.0	100.0								
39. PUNTO DE LA PROYECTA 31"	P	100.0	100.0	100.0								
40. PUNTO DE LA PROYECTA 32"	P	100.0	100.0	100.0								
41. PUNTO DE LA PROYECTA 33"	P	100.0	100.0	100.0								
42. PUNTO DE LA PROYECTA 34"	P	100.0	100.0	100.0								
43. PUNTO DE LA PROYECTA 35"	P	100.0	100.0	100.0								
44. PUNTO DE LA PROYECTA 36"	P	100.0	100.0	100.0								
45. PUNTO DE LA PROYECTA 37"	P	100.0	100.0	100.0								
46. PUNTO DE LA PROYECTA 38"	P	100.0	100.0	100.0								
47. PUNTO DE LA PROYECTA 39"	P	100.0	100.0	100.0								
48. PUNTO DE LA PROYECTA 40"	P	100.0	100.0	100.0								
49. PUNTO DE LA PROYECTA 41"	P	100.0	100.0	100.0								
50. PUNTO DE LA PROYECTA 42"	P	100.0	100.0	100.0								
51. PUNTO DE LA PROYECTA 43"	P	100.0	100.0	100.0								
52. PUNTO DE LA PROYECTA 44"	P	100.0	100.0	100.0								
53. PUNTO DE LA PROYECTA 45"	P	100.0	100.0	100.0								
54. PUNTO DE LA PROYECTA 46"	P	100.0	100.0	100.0								
55. PUNTO DE LA PROYECTA 47"	P	100.0	100.0	100.0								
56. PUNTO DE LA PROYECTA 48"	P	100.0	100.0	100.0								
57. PUNTO DE LA PROYECTA 49"	P	100.0	100.0	100.0								
58. PUNTO DE LA PROYECTA 50"	P	100.0	100.0	100.0								
59. PUNTO DE LA PROYECTA 51"	P	100.0	100.0	100.0								
60. PUNTO DE LA PROYECTA 52"	P	100.0	100.0	100.0								
61. PUNTO DE LA PROYECTA 53"	P	100.0	100.0	100.0								
62. PUNTO DE LA PROYECTA 54"	P	100.0	100.0	100.0								
63. PUNTO DE LA PROYECTA 55"	P	100.0	100.0	100.0								
64. PUNTO DE LA PROYECTA 56"	P	100.0	100.0	100.0								
65. PUNTO DE LA PROYECTA 57"	P	100.0	100.0	100.0								
66. PUNTO DE LA PROYECTA 58"	P	100.0	100.0	100.0								
67. PUNTO DE LA PROYECTA 59"	P	100.0	100.0	100.0								
68. PUNTO DE LA PROYECTA 60"	P	100.0	100.0	100.0								
69. PUNTO DE LA PROYECTA 61"	P	100.0	100.0	100.0								
70. PUNTO DE LA PROYECTA 62"	P	100.0	100.0	100.0								
71. PUNTO DE LA PROYECTA 63"	P	100.0	100.0	100.0								
72. PUNTO DE LA PROYECTA 64"	P	100.0	100.0	100.0								
73. PUNTO DE LA PROYECTA 65"	P	100.0	100.0	100.0								
74. PUNTO DE LA PROYECTA 66"	P	100.0	100.0	100.0								
75. PUNTO DE LA PROYECTA 67"	P	100.0	100.0	100.0								
76. PUNTO DE LA PROYECTA 68"	P	100.0	100.0	100.0								
77. PUNTO DE LA PROYECTA 69"	P	100.0	100.0	100.0								
78. PUNTO DE LA PROYECTA 70"	P	100.0	100.0	100.0								
79. PUNTO DE LA PROYECTA 71"	P	100.0	100.0	100.0								
80. PUNTO DE LA PROYECTA 72"	P	100.0	100.0	100.0								
81. PUNTO DE LA PROYECTA 73"	P	100.0	100.0	100.0								
82. PUNTO DE LA PROYECTA 74"	P	100.0	100.0	100.0								
83. PUNTO DE LA PROYECTA 75"	P	100.0	100.0	100.0								
84. PUNTO DE LA PROYECTA 76"	P	100.0	100.0	100.0								
85. PUNTO DE LA PROYECTA 77"	P	100.0	100.0	100.0								
86. PUNTO DE LA PROYECTA 78"	P	100.0	100.0	100.0								
87. PUNTO DE LA PROYECTA 79"	P	100.0	100.0	100.0								
88. PUNTO DE LA PROYECTA 80"	P	100.0	100.0	100.0								
89. PUNTO DE LA PROYECTA 81"	P	100.0	100.0	100.0								
90. PUNTO DE LA PROYECTA 82"	P	100.0	100.0	100.0								
91. PUNTO DE LA PROYECTA 83"	P	100.0	100.0	100.0								
92. PUNTO DE LA PROYECTA 84"	P	100.0	100.0	100.0								
93. PUNTO DE LA PROYECTA 85"	P	100.0	100.0	100.0								
94. PUNTO DE LA PROYECTA 86"	P	100.0	100.0	100.0								
95. PUNTO DE LA PROYECTA 87"	P	100.0	100.0	100.0								
96. PUNTO DE LA PROYECTA 88"	P	100.0	100.0	100.0								
97. PUNTO DE LA PROYECTA 89"	P	100.0	100.0	100.0								
98. PUNTO DE LA PROYECTA 90"	P	100.0	100.0	100.0								
99. PUNTO DE LA PROYECTA 91"	P	100.0	100.0	100.0								
100. PUNTO DE LA PROYECTA 92"	P	100.0	100.0	100.0								

**Luis Gamarrá Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 158161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campos de Asesoría a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA</b>												
<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2</b>												
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando polímero expandido, huancayo-2022" TÉCNICA: Análisis de Mezcla CARRETERA: Ayacucho MATERIAL: Mezcla Asfáltica												
HECHO POR: A.Y.D											FECHA: Ago - 2022	
<b>Dosaje CA 78%</b>												
<b>ENSAYO GRANULOMÉTRICO</b>											<b>LAVADO ASFÁLTICO</b>	
TIPO DE ASFO	24"	48"	24"	48"	24"	48"	24"	48"	24"	48"	Porcentaje de agua	P
GRANDEZA DE PASA	75.00	150.00	300.00	600.00	1200.00	2500.00	5000.00	10.00	20.00	42.50	Porcentaje de Lechada	P
PESO RETENIDO	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Porcentaje de Lechada + FFA	P
RETENIDO PARCIAL	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Porcentaje de FFA	P
RETENIDO ADICIONADO	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Porcentaje de Agua	P
PASA	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Porcentaje de FFA	P
FUNDICIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Porcentaje de Lechada	P
PASA EN PASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Porcentaje de Agua	P
RESIDUO ASFÁLTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Porcentaje de FFA	P
Método Standard											PESO TOTAL	
<b>REPRESENTACIÓN GRÁFICA</b>												
<b>ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559</b>												
TEMPERATURA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	71.2	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9
2. PONDORADO DEBIDO EN PESO DE LA MEZCLA + FFA	%	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14
3. PONDORADO FFA EN PESO DE LA MEZCLA + FFA	%	30.88	30.88	30.88	30.88	30.88	30.88	30.88	30.88	30.88	30.88	30.88
4. VALOR DE PESO DE LA MEZCLA	g	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
5. PESO EMPESADO DEL CEMENTO ASFALTICOPOLIMÉRICO	g	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
6. PESO EMPESADO DEL ABRIGADO UNIDO - AUA	g	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005
7. PESO EMPESADO DEL ABRIGADO UNO - AUA1	g	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
8. PESO EMPESADO FFA - GRANULOS	g	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9. PESO DE LA BROCHETA, ATE	g	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10. PESO DE BROCHETA AL ATE (MARRAS)	g	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11. PESO DE LA BROCHETA EN AGUA	g	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12. VOLUMEN DE LA BROCHETA (V <sub>B</sub> )	cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13. PESO DE LA PROBETA (P <sub>1</sub> )	g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14. VOLUMEN DE PROBETA (V <sub>P</sub> )	cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15. VOLUMEN DE LA PROBETA POR EMPESADO (V <sub>1</sub> )	cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16. PESO EMPESADO AUA DE LA BROCHETA (M <sub>1</sub> )	g	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
17. PESO EMPESADO AUA1 DE LA BROCHETA (M <sub>1</sub> )	g	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18. MÓDULO DE ELASTICIDAD	kg/cm <sup>2</sup>	27	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
19. PESO EMPESADO AUA DEL ABRIGADO TOTAL (M <sub>1</sub> +M <sub>1</sub> +M <sub>1</sub> )	g	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
20. FFA - BLENDEO	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21. PONDORADO CON CA. TÍPICO	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22. PESO EMPESADO DEL ABRIGADO TOTAL (M <sub>1</sub> +M <sub>1</sub> +M <sub>1</sub> )	g	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
23. C.A. REEMPLAZO POR ABRIGADO TOTAL (M <sub>1</sub> +M <sub>1</sub> +M <sub>1</sub> )	%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24. DENSIDAD MÁXIMA (D <sub>max</sub> )	g/cc	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
25. FFA	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26. FFA	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27. ESTABILIDAD EN COMPRESIÓN	kg	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29. ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30. ESTABILIDAD FLUJO	kg	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
OBSERVACIONES: Área filtrada 50" : 90% Área filtrada 10" : 8% Área filtrada 150" : 90% Área total : 98% Método de filtro : Paj 50 - 100												

**Luis Garriga Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198191

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
GEO TEST V. S.A.C.**

**DIRECCIÓN :** Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Pizarro Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991375093

**RUC :** 20606529229  
**E-MAIL :** labgeotestv02@gmail.com  
geotestv@gmail.com.  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA												
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2												
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adhiriendo polímero expandido: huancayo 2020"												
TESTEA: Antezana Colquey Alor						MEDIO POR: A.Y.G.						
CANTERA: Ajuto						FECHA: Abril - 2022						
MATERIAL: Mezcla Asfáltica												
Diseño: CA 6.2.3b - OPTIMO												
ENSAJO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TIPO DE ASTA	20"	47.5"	75"	105"	150"	200"	250"	300"	475"	Peso del Sólido	%	
ABERTURA EN mm	75.00	117.50	150.00	200.00	250.00	300.00	375.00	475.00	600.00	Peso del Líquido	%	
PERCENTAJE PASADO	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Peso del Aceite + Filler	%	
RETENIDO POR TAM	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Peso del Filler	%	
RETENIDO ATRÁS TAM	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Peso del Agua + Filler	%	
AGUA	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Peso del Polvo	%	
CONTENCIÓN DE AGUA	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Peso del Aceite	%	
ASFALTO LIGADO										PERCENTAJE	%	50.4
TAMADO ASFALTADO										PESO TOTAL	%	1000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<p align="center">Densidad de compactación</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROPIEDAD</th> <th>20"</th> <th>47.5"</th> <th>75"</th> <th>105"</th> <th>150"</th> <th>200"</th> <th>250"</th> <th>300"</th> <th>475"</th> <th>REQUISITO</th> <th>ESPECIFICADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. CAL EN PESO DE LA MEZCLA</td> <td>%</td> <td>5.00</td> <td>5.20</td> <td>5.00</td> <td>4.80</td> <td>4.60</td> <td>4.40</td> <td>4.20</td> <td>4.00</td> <td>4.80</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. MATERIAL QUE PASA EN PESO DE LA MEZCLA + 0.075"</td> <td>%</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. MATERIAL QUE PASA EN PESO DE LA MEZCLA + 0.425"</td> <td>%</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5. PÉDREGAL ESPECIAL DEL CEMENTO AVALUADO ANTES</td> <td></td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO GRUESO - BOLA</td> <td></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO FINO - BOLA</td> <td></td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8. PÉDREGAL ESPECIAL PULV. APASADO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9. PÉDREGAL ESPECIAL AL ACEITE</td> <td>%</td> <td>50.00</td> <td>50.00</td> <td>50.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10. PÉDREGAL ESPECIAL AL ACEITE (CONTINUA)</td> <td>%</td> <td>50.00</td> <td>50.00</td> <td>50.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11. PÉDREGAL ESPECIAL EN AGUA</td> <td>%</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12. COLUMNA DE LA DENSIDAD (20°C)</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2407</td> <td>2404</td> <td>2402</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13. PÉDREGAL ESPECIAL EN AGUA (20°C)</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14. COLUMNA DE LA DENSIDAD POR COMPACTACIÓN (20°C)</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2407</td> <td>2404</td> <td>2402</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA DE LA DENSIDAD (20°C)</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2400</td> <td>2400</td> <td>2400</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.700</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA EN AGUA</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>17. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA EN AGUA</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>18. AGUA (20°C)</td> <td>%</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>19. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA DEL AGREGADO TOTAL (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)</td> <td></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20. FILLER (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)</td> <td>%</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21. MATERIAL QUE PASA EN LA TAMADO (20°C)</td> <td>%</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO TOTAL (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)</td> <td></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23. FILLER (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)</td> <td>%</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>24. DENSIDAD MÁX. POR MÉTODO (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25. AGUA</td> <td>%</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>26. CANTIDAD DEL AGREGADO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>11.000</td> <td>11.000</td> <td>11.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>50.0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>27. DENSIDAD DEL AGREGADO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>28. FACTOR DE ESTABILIDAD</td> <td>kg</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>29. DENSIDAD DEL AGREGADO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>30. DENSIDAD MÁX. DEL AGREGADO</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td>2.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>													PROPIEDAD	20"	47.5"	75"	105"	150"	200"	250"	300"	475"	REQUISITO	ESPECIFICADO	1. CAL EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.00	5.20	5.00	4.80	4.60	4.40	4.20	4.00	4.80		2. MATERIAL QUE PASA EN PESO DE LA MEZCLA + 0.075"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		3. MATERIAL QUE PASA EN PESO DE LA MEZCLA + 0.425"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%											5. PÉDREGAL ESPECIAL DEL CEMENTO AVALUADO ANTES		1.000	1.000	1.000								6. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO GRUESO - BOLA		2.000	2.000	2.000								7. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO FINO - BOLA		1.000	1.000	1.000								8. PÉDREGAL ESPECIAL PULV. APASADO												9. PÉDREGAL ESPECIAL AL ACEITE	%	50.00	50.00	50.00								10. PÉDREGAL ESPECIAL AL ACEITE (CONTINUA)	%	50.00	50.00	50.00								11. PÉDREGAL ESPECIAL EN AGUA	%	0.00	0.00	0.00								12. COLUMNA DE LA DENSIDAD (20°C)	kg/m <sup>3</sup>	2407	2404	2402								13. PÉDREGAL ESPECIAL EN AGUA (20°C)	%											14. COLUMNA DE LA DENSIDAD POR COMPACTACIÓN (20°C)	kg/m <sup>3</sup>	2407	2404	2402								15. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA DE LA DENSIDAD (20°C)	kg/m <sup>3</sup>	2400	2400	2400						2.700		16. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA EN AGUA	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000								17. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA EN AGUA	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000								18. AGUA (20°C)	%	0.00	0.00	0.00						0.00	0.00	19. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA DEL AGREGADO TOTAL (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)		2.000	2.000	2.000								20. FILLER (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)	%	0.00	0.00	0.00						0.00		21. MATERIAL QUE PASA EN LA TAMADO (20°C)	%	100.00	100.00	100.00						100.00		22. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO TOTAL (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)		2.000	2.000	2.000								23. FILLER (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)	%	0.00	0.00	0.00						0.00		24. DENSIDAD MÁX. POR MÉTODO (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000								25. AGUA	%	0.00	0.00	0.00						0.00	0.00	26. CANTIDAD DEL AGREGADO	kg/m <sup>3</sup>	11.000	11.000	11.000						50.0	0.00	27. DENSIDAD DEL AGREGADO	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000								28. FACTOR DE ESTABILIDAD	kg	1.00	1.00	1.00								29. DENSIDAD DEL AGREGADO	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000						100	0.00	30. DENSIDAD MÁX. DEL AGREGADO	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000						100	0.00
PROPIEDAD	20"	47.5"	75"	105"	150"	200"	250"	300"	475"	REQUISITO	ESPECIFICADO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
1. CAL EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.00	5.20	5.00	4.80	4.60	4.40	4.20	4.00	4.80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2. MATERIAL QUE PASA EN PESO DE LA MEZCLA + 0.075"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3. MATERIAL QUE PASA EN PESO DE LA MEZCLA + 0.425"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5. PÉDREGAL ESPECIAL DEL CEMENTO AVALUADO ANTES		1.000	1.000	1.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO GRUESO - BOLA		2.000	2.000	2.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO FINO - BOLA		1.000	1.000	1.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8. PÉDREGAL ESPECIAL PULV. APASADO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
9. PÉDREGAL ESPECIAL AL ACEITE	%	50.00	50.00	50.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
10. PÉDREGAL ESPECIAL AL ACEITE (CONTINUA)	%	50.00	50.00	50.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
11. PÉDREGAL ESPECIAL EN AGUA	%	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
12. COLUMNA DE LA DENSIDAD (20°C)	kg/m <sup>3</sup>	2407	2404	2402																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
13. PÉDREGAL ESPECIAL EN AGUA (20°C)	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
14. COLUMNA DE LA DENSIDAD POR COMPACTACIÓN (20°C)	kg/m <sup>3</sup>	2407	2404	2402																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
15. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA DE LA DENSIDAD (20°C)	kg/m <sup>3</sup>	2400	2400	2400						2.700																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
16. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA EN AGUA	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
17. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA EN AGUA	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
18. AGUA (20°C)	%	0.00	0.00	0.00						0.00	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
19. PÉDREGAL ESPECIAL BOLA DEL AGREGADO TOTAL (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)		2.000	2.000	2.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
20. FILLER (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)	%	0.00	0.00	0.00						0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
21. MATERIAL QUE PASA EN LA TAMADO (20°C)	%	100.00	100.00	100.00						100.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
22. PÉDREGAL ESPECIAL DEL AGREGADO TOTAL (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)		2.000	2.000	2.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
23. FILLER (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)	%	0.00	0.00	0.00						0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
24. DENSIDAD MÁX. POR MÉTODO (20°C) (MÉD. CONV. UNIF.)	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
25. AGUA	%	0.00	0.00	0.00						0.00	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
26. CANTIDAD DEL AGREGADO	kg/m <sup>3</sup>	11.000	11.000	11.000						50.0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
27. DENSIDAD DEL AGREGADO	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	kg	1.00	1.00	1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
29. DENSIDAD DEL AGREGADO	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000						100	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
30. DENSIDAD MÁX. DEL AGREGADO	kg/m <sup>3</sup>	2.000	2.000	2.000						100	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

**Luis Gamboa Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 128181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN** : Pte. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Terminal cruce con Av. Leoncio Prado)

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**RUC** : 20606529229

**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.

**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE							
ASTM D-2941							
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"							
TESISTA: Antozano Cahuaya Abel							
CANTERA: Apata				HECHO POR: A.Y.G.			
MATERIAL: Mezcla Asfáltica				FECHA: Abril - 2022			
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2							
ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	6.30
Peso del material	g	1134.00	1133.20	1149.80	1131.40	1137.60	1127.20
Peso del agua + Puro Pita	g	200.70	206.70	208.70	206.70	224.70	207.40
Peso del material + Agua + agua del aire	g	509.20	506.30	510.20	508.10	504.30	507.40
Peso del material + Agua + agua del agua	g	417.70	402.80	406.70	404.30	402.20	404.30
Volumen del material	cc	612.00	621.10	626.50	633.80	626.70	621.00
Peso Especifico Máximo	g/cc	2.349	2.488	2.470	2.418	2.468	2.438
Temperatura de ensayo	°C	24	24	24	24	24	24
Grava triturada 24"	%	21%	21%	21%	21%	21%	21%
Grava triturada 12"	%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Arena triturada 14"	%	44%	44%	44%	44%	44%	44%
Arena natural	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Tiempo de ensayo	Min	10	10	10	10	10	10
Factor de Corrección							

  
**Luis Gabarrón Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 196151



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Tuzo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952325151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com  
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



# *Diseño de mezcla asfáltica con el 0.10% de poliestireno expandido*

  
 Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN** : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotesty02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA												
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2												
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"												
TESTISTA: Arteriana Cahuaya Abel												
CANTERA: Ajata												
MATERIAL: Mezcla Asfáltica												
MEDIO POR: A.Y.G.												
FECHA: Abril - 2022												
Diseño: C.A. 8.3% - Óxidos y 6.0% de Poliestireno expandido.												
ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMO ASTM	30"	19"	12.5"	7.5"	4.75"	2.5"	1.18"	0.6"	0.3"	0.15"	Porcentaje	Porcentaje
ABERTURA EN MM	7620	4750	3175	1900	1175	625	300	150	75	37.5	Porcentaje	Porcentaje
PESO RETENIDO	g	130.0	580.0	1070.0	1510.0	2010.0	2410.0	2610.0	2710.0	2710.0	Porcentaje	Porcentaje
RETENIDO PORCENT	%	0.0	0.1	0.7	1.7	3.8	7.8	11.4	12.2	12.2	Porcentaje	Porcentaje
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	0.1	0.8	2.5	6.3	14.1	25.5	37.7	49.9	Porcentaje	Porcentaje
AREA	%	100.0	99.9	99.2	98.3	94.5	86.7	74.6	62.4	50.1	Porcentaje	Porcentaje
ESPECIFICACION	%	90	95-100	90-95	80-85	60-65	40-45	25-30	15-20	8-12	Porcentaje	Porcentaje
ASPHALTO LAVADO	%	90	95-100	90-95	80-85	60-65	40-45	25-30	15-20	8-12	Porcentaje	Porcentaje
TRABO ASFÁLTICO	%	90	95-100	90-95	80-85	60-65	40-45	25-30	15-20	8-12	Porcentaje	Porcentaje

REPRESENTACIÓN GRÁFICA												
Tamaño de grano en mm												

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1558												
RESULTADO	UNIDAD	1	2	3	PROBADO	ESPECIFICACION						
1. CA EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0						
2. AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + MP2	%	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5						
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + MP4	%	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5						
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (0.075)	%											
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO MARSHALL		1.025	1.025	1.025								
6. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.65	2.65	2.65								
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.55	2.55	2.55								
8. PESO ESPECÍFICO PULV. ASPHALTO (CA)												
9. PESO DE LA BLOQUETA AL AIRE	g	1021	1021	1021								
10. PESO DE PROVEDA AL AIRE (G) TURNO	g	1021	1021	1021								
11. PESO DE LA BLOQUETA EN AGUA	g	887	887	887								
12. VOLUMEN DE LA BLOQUETA (V <sub>B</sub> )	cm <sup>3</sup>	39.7	39.7	39.7								
13. PESO DE LA BLOQUETA (P <sub>B</sub> )	g											
14. VOLUMEN DE AGUA (V <sub>A</sub> )	cm <sup>3</sup>											
15. VOLUMEN DE LA BLOQUETA POR DESPLAZAMIENTO (V <sub>M</sub> )	cm <sup>3</sup>	39.7	39.7	39.7								
16. PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BLOQUETA (P <sub>B</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58						
17. PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO (P <sub>A</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	2.48	2.48	2.48								
18. VÍCIOS (V <sub>V</sub> )	%	4.4	4.7	4.4	4.4	4.4						
19. PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (P <sub>AT</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	2.55	2.55	2.55								
20. U.M.A. (M <sub>U</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	13.2	16.1	15.4	15.2	15.2						
21. VÍCIOS CUERPO CON CA. (V <sub>V</sub> )	%	74.2	76.3	73.3	74.3	74.3						
22. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (P <sub>AT</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	2.58	2.58	2.58								
23. CA. ABSORCIÓN POR AGREGADO TOTAL (P <sub>AT</sub> )	%	1.0	1.0	1.0								
24. CEMENTO ASFÁLTICO ESPECÍFICO (P <sub>CA</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	1.02	1.02	1.02								
25. AGUA	g/cm <sup>3</sup>	1.0	1.0	1.0								
26. SECCIÓN DEL EQUIPO	mm	10.0	10.0	10.0	10	10						
27. ESTABILIDAD EN COMPRESIÓN	kg	100	110	100								
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	g	1.0	1.0	1.0								
29. ESTABILIDAD COMPRESIÓN	kg	100	110	100	100	100						
30. ESTABILIDAD FLUJO	kg/cm <sup>2</sup>	300	300	300	300	300						

OBSERVACIONES	
Grava triturada 30"	0%
Grava triturada 19"	0%
Grava triturada 12.5"	0%
Grava natural	0%
Poliestireno expandido	0.1%
Cemento asfáltico	8.3%

**Luis Gambara Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 136191

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCION** : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE**

(ASTM D 2941)

**TÍTULO:** 'Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020'

**TESISTA:** Aníbal Córdova Abel

**CANTERA:** Apeta

**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**FECHA:** Abril - 2022

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Portland	%	6.00					
Peso del material	gr	1524.40					
Peso del agua + agua libre	gr	1055.30					
Peso del material + arena + agua (en seco)	gr	3079.70					
Peso del material + arena + agua (en agua)	gr	4463.00					
Volumen del material	cc	633.70					
Peso Especifico Mixto	gr/cc	2.406					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava Humeda 30"	%	21.0					
Grava Humeda 30"	%	0.0					
Arena Humeda 10"	%	44.0					
Arena Natural	%	23.0					
Pavimentado modificado	%	0.10					
Tempo de ensayo	Min	15					
Factor de Corrección							

  
**Luis Casariego Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 196151



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prados  
 CELULAR : 952525151 - 972631911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 gentest.v@gmail.com.  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA												
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-3												
TÍTULO: "Propiedades físicas de meclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, febrero-2022"										HECHO POR: A.Y.G.		
RESUMEN: Antezana Guzmán Abel										FECHA: Abril - 2022		
CANTERA: Apata												
MATERIAL: Mezcla Asfáltica												
Diseño: C.A 6.1% - Óptimo y 8.2% de Poliestireno expandido.												
ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAM. ASTM	30"	19"	12.5"	7.5"	4.75"	2.5"	1.5"	0.75"	0.425"	Peso de Solante	g	
ASPIRADA EN g	48.000	12.000	4.000	4.700	3.000	4.400	4.00	2.00	1.000	Peso del Lavado	g	
PESO RETENIDO	g	36.000	8.000	0.700	1.300	1.400	2.600	3.000	27.0	Peso del Lavado	g	
RETENIDO PARCIAL	%	75.0	66.7	20.0	27.7	33.3	65.0	75.0	55.6	Peso del Lavado	g	
RETENIDO ACUMULADO	%	75.0	83.3	93.3	96.7	98.3	100.0	100.0	100.0	Peso del Lavado	g	
ASÍ	%	25.0	13.3	6.7	3.3	1.7	0.0	0.0	0.0	Peso del Lavado	g	
ESPECIFICACION	%	50	30-50	10-30	1-10	0-10	0-10	0-10	0-5	Peso del Lavado	g	368.4
ASPH TO 10000										PROPORCIÓN	%	8000.0
TAM. ASFÁLTICO										PESO TOTAL	g	4600.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA												
Gráfico de Granulometría: % que pasa en peso vs. Tamaño de Malla en milímetros. Curvas para M 30, M 45, M 75, M 100, M 150, M 200, M 300.												


  

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559												
PROPÓSITO	UF	1	2	3	NOTAS	ESPECIFICACION						
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10						
2. ADICIÓN GRUESA EN PESO DE LA MEZCLA + M 75	%	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50						
3. ADICIÓN FINA EN PESO DE LA MEZCLA + M 75	%	66.75	66.75	66.75	66.75	66.75						
4. PÉRDIDA EN PESO DE LA MEZCLA (g)	%											
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.020	1.020	1.020								
6. PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO GRUESO - BLS		1.000	1.000	1.000								
7. PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO FINO - BLS		1.000	1.000	1.000								
8. PESO ESPECÍFICO PULV. AMARRADO (g)												
9. PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	100.0	100.0	100.0								
10. PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	100.0	100.0	100.0								
11. PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	100.0	100.0	100.0								
12. VOLUMEN DE LA BRQUETA (10%)	cm <sup>3</sup>	50.0	50.0	50.0								
13. PESO DE LA PASTA (10%)	g											
14. VOLUMEN DE PASTA (10%) (g)	cm <sup>3</sup>											
15. VOLUMEN DE LA BRQUETA POR EMPACAMIENTO (10%)	cm <sup>3</sup>	50.0	50.0	50.0								
16. PESO ESPECÍFICO REAL DE LA BRQUETA (10%)	g/cm <sup>3</sup>	2.00	2.00	2.00	2.00							
17. PESO ESPECÍFICO MÍNIMO ASTM D-297	g/cm <sup>3</sup>	2.30	2.30	2.30								
18. VACÍO (10%) (10%)	%	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0						
19. PESO ESPECÍFICO REAL DEL ASFALTO TOTAL (10%) (10%) (10%) (10%)		1.00	1.00	1.00								
20. V.A. (10%) (10%)	%	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0						
21. VACÍO LLENADO CON C.A. (10%) (10%)	%	77.7	80.0	79.7	79.8	79.8						
22. PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO TOTAL (10%) (10%) (10%) (10%)		1.00	1.00	1.00								
23. C.A. ADICIONADO POR ASFALTO TOTAL (10%) (10%) (10%) (10%)	%	8.0	8.0	8.0								
24. COEFICIENTE DE COMPACTACIÓN (10%) (10%) (10%) (10%)	%	1.00	1.00	1.00								
25. FLUJO	mm	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0						
26. ESTADÍSTICA DEL FLUJO	mm	10.00	10.00	10.00								
27. ESTADÍSTICA DE CORRELACIÓN	g	100	100	100								
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	g	1.00	1.00	1.00								
29. ESTADÍSTICA DE CORRELACIÓN	g	100	100	100	100	100						
30. ESTADÍSTICA DE FLUJO	g/cm <sup>3</sup>	400	400	400	400	1700-4000						

OBSERVACIONES	
Grav. húmeda 30"	31%
Grav. húmeda 19"	2%
Grav. húmeda 12.5"	4%
Grav. natural	3%
Porcentaje húmedo	6.2%
Coeficiente de flujo	PER 10 - 100



INGENIERO CIVIL  
 CIP 158161

DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



# *Diseño de mezcla asfáltica con el 0.20% de poliestireno expandido*

  
Luis Gamarral Espinosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN :** Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**RUC :** 20606529229  
**E-MAIL :** labgeotesty02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.

**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991375093

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE**  
 (ASTM D-2041)

**TÍTULO:** "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"  
**TESTISTA:** Artezana Coahuaya Abel  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla Asfáltica

**HECHO POR:** A. Y. G.  
**FECHA:** Abril - 2022

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.00					
Peso del material	gr	1026.40					
Peso del agua + arena fina	gr	2050.20					
Peso del material + fisco + agua (en aire)	gr	3084.70					
Peso del material + fisco + agua (en agua)	gr	4494.00					
Volumen del material	m <sup>3</sup>	840.70					
Peso Especifico Muestra	gr/m <sup>3</sup>	2.387					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava 3/4"	%	21.0					
Grava 3/8"	%	0.0					
Arena 3/4"	%	44.0					
Arena natural	%	29.0					
Pirólisis de caucho	%	0.2					
Temperatura de ensayo	Min	15					
Factor de Corrección							

  
**Luis Gabriel Espinosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 196161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**

DIRECCIÓN : Psg. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



# *Diseño de mezcla asfáltica con el 0.30% de poliestireno expandido*

  
Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Consejo de Adecuación Normativas y Especificas Técnicas en las Especialidades de  
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCION : Psg. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Pradof

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"

TESISTA: Antonia Cochuaya Abel

CANTORA: Apata

INTERVAL: Mezcla Asfáltica

MECOPOR: A.Y.G.  
 PCMA: Abril - 2022

Diseño: C.A. 6.0% - Óptimo y 6.0% de Poliestireno expandido.

ENSAYO GRANULOMÉTRICO											LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ (mm)	47.5	75	150	300	600	750	1.18	1.75	3000	4.75	Porcentaje	Porcentaje
AMORTA EN PASA	10.00	10.00	8.00	6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	1.00	0.00	Porcentaje	Porcentaje
RETENO PARCIAL	%	10.00	12.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	Porcentaje	Porcentaje
RETENO ACUMULADO	%	0.00	10.00	22.00	36.00	51.00	66.00	83.00	92.00	93.00	Porcentaje	Porcentaje
PAISA	%	90.00	88.00	86.00	85.00	84.00	83.00	82.00	81.00	80.00	Porcentaje	Porcentaje
ESPECIFICACION	%	90	80-90	70-80	55-65	40-50	25-35	15-25	8-17	4-8	Porcentaje	Porcentaje
ASFALTO (Kilogramos)											Porcentaje	Porcentaje
TAMIZ ASPALTO											Porcentaje	Porcentaje

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA**

Especificaciones

ENSAYO MARSHALL, ASTM D-1559							
PROBETA	N°	1	2	3	ROMBEO	ESPECÍFICO	
1	CA EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.00	6.00	6.00	6.00	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + 75µ	%	20.80	20.70	20.80		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + 75µ	%	60.70	60.70	60.70		
4	PELLEJERÍA DE LA MEZCLA (CA)	%					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		2.020	2.020	2.020		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.600	2.600	2.600		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.600	2.600	2.600		
8	PESO ESPECÍFICO PULV. ANARANJADA (CA)						
9	PESO DE LA BROQUETA A. 475	g	100.0	100.0	100.0		
10	PESO DE BROQUETA A. 475 EN TORCÓN	g	100.0	100.0	100.0		
11	PESO DE LA BROQUETA EN AGUA	g	90.7	90.7	90.7		
12	VOLUMEN DE LA BROQUETA (V <sub>B</sub> )	cm <sup>3</sup>	58.7	58.8	58.8		
13	PESO DE LA PÁRAMA (P <sub>B</sub> )	g					
14	VOLUMEN DE PÁRAMA (V <sub>P</sub> )	cm <sup>3</sup>					
15	VOLUMEN DE LA BROQUETA POR DESPRENDIMIENTO (V <sub>BD</sub> )	cm <sup>3</sup>	58.7	58.8	58.8		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BROQUETA (S <sub>B</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	1.704	1.700	1.700	1.700	
17	PESO ESPECÍFICO NOMINAL (S <sub>N</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	2.020	2.020	2.020		
18	GRUPO (G)	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0 - 0
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (S <sub>T</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	2.600	2.600	2.600		
20	CA. 475 (P <sub>475</sub> )	%	17.4	17.2	17.4	17.4	Máx. 10
21	GRUPO LÍQUID CON CA. 475 (P <sub>475</sub> )	%	80.7	80.0	80.0	79.0	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (S <sub>T</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	2.600	2.600	2.600		
23	CA. 600 (P <sub>600</sub> )	%	0.0	0.0	0.0		
24	CEMENTO ASFÁLTICO ESPECÍFICO (C <sub>A</sub> )	%	6.0	6.0	6.0		
25	AGUA	mm	10.0	10.0	10.0	10.0	0 - 10
26	SECCION DEL EQUIPO		10.00	10.00	10.00		
27	ESTABILIDAD EN COMBUSTION	%	100	100	100		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	%	100	100	100	100	Máx. 90
30	ESTABILIDAD (L <sub>10</sub> )	kg/cm <sup>2</sup>	200	200	200	200	100-200

Densidad aparente: 2.020  
 Densidad absoluta: 2.600  
 Área natural: 0.0%  
 Poliestireno expandido: 0.0%  
 Cemento asfáltico: PER 60 - 80

**Ing. Gabriela Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 18871



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN** : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE (ASTM D-2041)							
<b>TÍTULO:</b> "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020" <b>TESISTA:</b> Arlezana Ccahuaya Abel <b>CANTERA:</b> Apata <b>MATERIAL:</b> Mezcla Asfáltica							
<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2</b>							
ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Aditivo	%	0.30					
Peso del material	g	1500.10					
Peso del agua + agua RICE	g	200.20					
Peso del material + agua + agua (en aire)	g	6076.00					
Peso del material + agua + agua (en agua)	g	4936.10					
Moisture del material	%	629.90					
Peso Especifico Máximo	g/cc	2.278					
Temperatura de ensayo	°C	20					
Grava 4.75"	%	31.0					
Grava 9.5"	%	6.0					
Grava 19"	%	44.0					
Grava natural	%	25.0					
Fines natural	%	0.1					
Factor de Cemento	Mh	10					

  
**Luis Germán Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181

DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Looncio Pradoj

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



# *Diseño de mezcla asfáltica con el 0.40% de poliestireno expandido*

  
 Luis Gallardo Espinosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP 138151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**



DIRECCIÓN : Pq. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE (ASTM D 2041)							
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"							
TESTEA: Antezana Ccahuaya Abol							
CANTERA: Apata				HECHO POR: A.Y.G.			
MATERIAL: Mezcla Asfáltica				FECHA: Abril - 2022			
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2							
ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento asfáltico	%	6.00					
Peso de material	gr	1250.70					
Peso de agua + Pisco Pica	gr	300.00					
Peso de material + Pisco + agua (en agua)	gr	500.00					
Peso de material + Pisco + agua (en agua)	gr	463.00					
Volúmenes del material	cc	256.45					
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.340					
Temperatura de ensayo	°C	20					
Grava filtrada 20"	%	31.0					
Grava filtrada 30"	%	0.0					
Grava filtrada 40"	%	44.0					
Grava natural	%	25.0					
Finezas del 75µ	%	0.4					
Tiempo de ensayo	Min	10					
Factor de Corrección							

  
 Luis Gasparra Espinosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 126161



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCION** : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Fierrocarril cruzo con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA												
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2												
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo 2022"												
PRUEBA: Análisis Conways Abel												
CANTERA: Apata												
MATERIAL: Mezcla Asfáltica												
HECHO POR: A.Y.G.												
FECHA: Abril - 2022												
Diseño: C.A. 8.3 % - Óptimo y 6.4% de Poliestireno expandido												
ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMO (mm)	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40	Nº 60	Nº 100	Fin de Criba	Fin de Lavado	Fin de Filo
ABERTURA (mm)	19.0	12.5	9.5	4.75	2.0	0.85	0.425	0.25	0.075			
PESO RETENIDO	g	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
RETENIDO PASAJE	%	10.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	0.0			
RETENIDO NOMINAL	%	10.0	14.0	17.0	20.0	20.5	20.7	20.8	20.9			
PERDA	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
ESPECIFICACION												
ASFALTO LIQUIDO												
TAMOS ASFALTADOS												
Método Usado:												
REPRESENTACIÓN GRÁFICA												
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559												
PROYECTOS	3/4"	1/2"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
1. C.A. DISEÑO DE LA MEZCLA	%	10.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	0.0			
2. AGREGADO DISEÑO EN PESO DE LA MEZCLA + M.P.	%	34.37	34.37	34.37	34.37	34.37	34.37	34.37	34.37			
3. AGREGADO EN PESO DE LA MEZCLA + M.P.	%	38.07	38.07	38.07	38.07	38.07	38.07	38.07	38.07			
4. FLUIDO EN PESO DE LA MEZCLA	%											
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASPHALTAMENTE			1.025	1.025	1.025	1.025	1.025	1.025	1.025			
6. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO DISEÑO - BULK			2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60			
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO PAVO - BULK			2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60			
8. PESO ESPECÍFICO PAVO - PAVIMENTO COM												
9. PESO DE LA BROTADA AL ARI	g	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
10. PESO DE BROTADA AL ARI (AFUNDO)	g	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
11. PESO DE LA BROTADA EN ARI	g	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
12. VOLUMEN DE LA BROTADA (VIB)	cc	91.4	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7			
13. PESO DE LA MAMINA (M)	g											
14. VOLUMEN DE MAMINA (M)	cc											
15. VOLUMEN DE LA BROTADA POR DESAFUNDO (D)	cc		90.7	90.7	90.4							
16. PESO ESPECÍFICO REAL DE LA BROTADA (SR)	g/cc	2.60	2.60	2.60	2.60							
17. PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D 297	g/cc	2.60	2.60	2.60	2.60							
18. VAGUE (V)	%	0.4	0.4	0.4	0.4							
19. PESO ESPECÍFICO REAL DEL AGREGADO TOTAL (SR-TOTAL)	g/cc	2.60	2.60	2.60	2.60							
20. M.A. (M)	%	10.0	10.0	10.0	10.0							
21. VAGUE (V)	%	0.4	0.4	0.4	0.4							
22. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (M)	g/cc	2.60	2.60	2.60	2.60							
23. C.A. AGREGADO POR AGREGADO TOTAL (M)	%	0.7	0.7	0.7	0.7							
24. COEFICIENTE DE ESTABILIDAD (C)	%	0.7	0.7	0.7	0.7							
25. FLUIDO	mm	11.0	11.0	11.0	11.0							
26. LECTURA DEL EQUIPO	mm	10.00	10.00	10.00	10.00							
27. ESTABILIDAD SIN CORRIER	g	100	100	100	100							
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.0	1.0	1.0	1.0							
29. ESTABILIDAD CON CORRIER	g	100	100	100	100							
30. ESTABILIDAD CORRIER	g	100	100	100	100							
31. ESTABILIDAD LAVADO	g	100	100	100	100							
OBSERVACIONES												
Grava filtrada 3/4"	3%											
Grava filtrada 1/2"	0%											
Grava filtrada 3/8"	4%											
Grava natural	3%											
Peralbedo natural	0.7%											
Cemento asfáltico	PGM 87 - 100											

**Luis Galambra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 196161



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Pradoj

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geoteslv@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



# *Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos (convencional)*



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**

**DIRECCIÓN** : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruzo con Av. Leoncio Prado)

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**FACEBOOK** : Geo Test V.S.A.C.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**  
 (ASTM D-2172)  
 (ASTM D-545)

**TÍTULO:** "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"

**TESISTA:** Antoniana Coafuya Abol

**CANTERA:** Apala

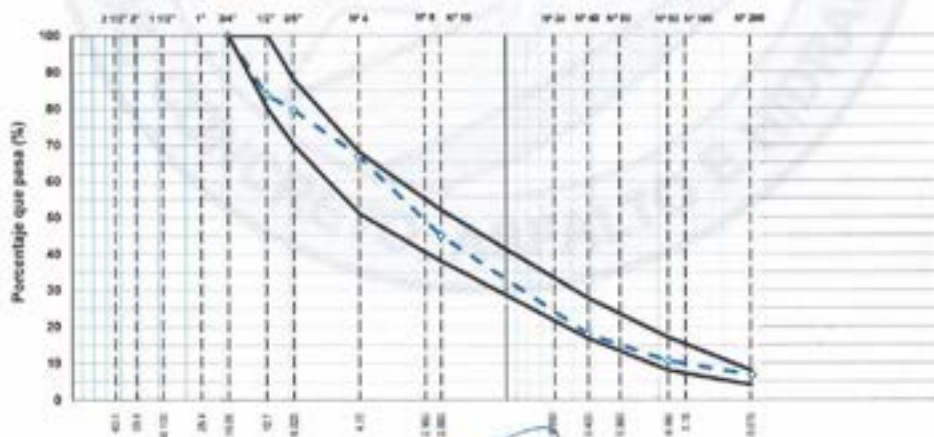
**HECHO POR:** A.Y.G.

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

**FECHA:** Abril - 2022

TAMÉ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 34"
			retenido	apartado	que pasa		
1 1/2"	38.100					Peso de levante	12.00 g
1"	25.400					Peso de material en total	1221.8 gr
3/4"	19.000			100.0	100	Peso de material lavado	1152.5 gr
1/2"	12.700	122.2	10.0	16.1	83.9	Peso material que pasa en el 1/2"	1153.9 gr
3/8"	9.525	46.7	4.2	20.3	79.7	Peso material que pasa en el 3/8"	29.7 gr
1/4"	6.300					Peso total del filtro	22.7 gr
Nº4	4.750	147.5	12.0	22.1	66.9	Peso del filtro en seco	1.4 gr
Nº5	2.900					Peso del asfalto	77.6 gr
Nº10	2.000	252.4	22.0	55.1	44.9	Contenido de asfalto	8.39 %
Nº15	1.190					Relación Pulvo - Asfalto	1.28
Nº20	0.840						
Nº30	0.600						
Nº40	0.425	216.8	26.0	82.0	18.0		
Nº50	0.300						
Nº60	0.250	85.6	7.0	89.4	10.6		
Nº100	0.150						
Nº200	0.075	43.5	3.6	93.7	6.3		
> 200		79.6	6.4	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



Luis Coafuya Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 128151



*Extracción cuantitativa  
de asfalto en mezclas  
para pavimentos  
adicionando poliestireno  
expandido (0.10%,  
0.20%, 0.30 y 0.40%)*





**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**

**DIRECCIÓN** : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril (Cruce con Av. Leoncio Prado)

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V.S.A.C.



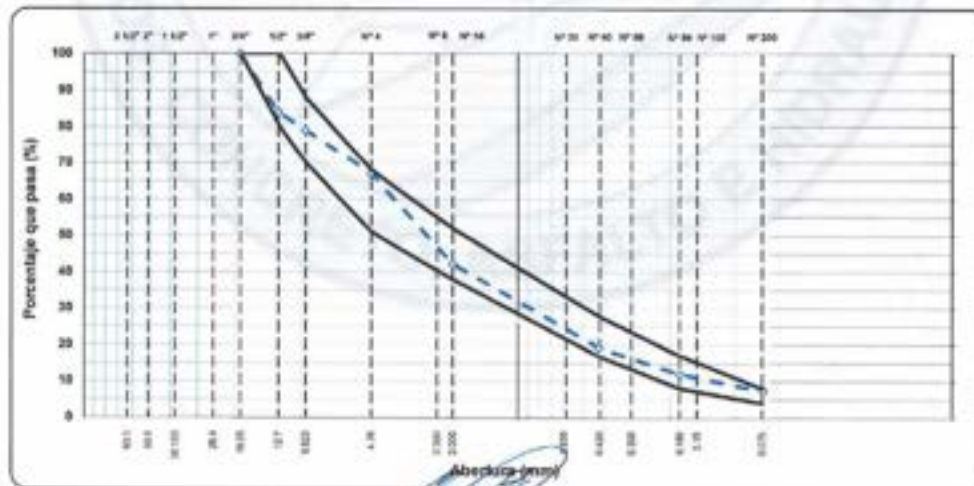
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**  
 (ASTM D-2172)  
 (ASTM D-548)

**TÍTULO:** "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"  
**TESISTA:** Antezana Coahuaya Abel  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla asfáltica  
**HECHO POR:** A. Y. G.  
**FECHA:** Abril - 2022

**DATOS DE LA MUESTRA:** 8.10 % de Poliestireno expandido

TAMIZ ACUM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC BUC - 3	TAMIZO MÁXIMO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	intermedio	que pasa				
1.18"	29.50							Peso de lavado	1.00 g
1"	25.40							Peso de material en lavar	1221.8 g
3/4"	19.00				100.0	100		Peso de material lavado	1190.1 g
10"	12.70	103.7	10.1	10.1	89.9	80 - 100		Peso material + filtro en el lavio	1191.8 g
30"	9.50	16.3	4.8	24.0	75.0	70 - 80		Peso lavio del filtro	20.8 g
1/4"	6.30							Peso final del filtro	22.8 g
Nº4	4.75	137.7	12.0	30.0	67.1	51 - 60		Peso del filtro en lavar	1.7 g
Nº7	2.50							Peso del asfalto	79.3 g
Nº 10	2.00	206.5	24.0	57.8	42.2	30 - 32		Contenido de asfalto	6.40 %
Nº 15	1.18							Retención Polvo - Asfalto	1.02
Nº 30	0.85								
Nº 30	0.60								
Nº 40	0.425	265.0	23.0	80.8	19.2	17 - 20			
Nº 50	0.30								
Nº 60	0.25	84.0	7.0	88.1	11.9	8 - 12			
Nº 100	0.15								
Nº 200	0.075	32.8	4.0	92.7	7.3	4 - 8			
< 200		84.8	7.2	100.0					

**CURVA GRANULOMETRICA**



Abeyta  
 Luis Casarín Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 120161

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN** : Pq. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com

**FACEBOOK** : Geo Test V.S.A.C.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**  
 (ASTM D-2172)  
 (ASTM D-548)

**TÍTULO:** "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"

**TESISTA:** Antezana Cochuyaya Abel

**CANTERA:** Apata

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

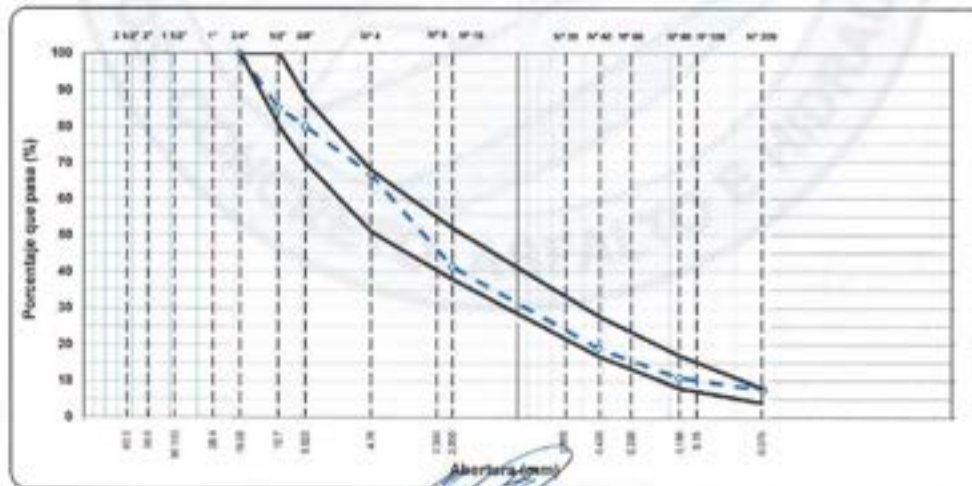
**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Abril - 2022

**DATOS DE LA MUESTRA:** 0.20 % de Poliestireno expandido

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC GRAV. - 2	TAMIZO MÓVICO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 30"	
			retenido	apuntado	que pasa				
1.18"	30.150							Flujo de lavado	2.12 g. m
1"	25.400							Peso de material en flujo	1207.1 g
3/4"	19.000				100.0	100		Peso de material lavado	1197.0 g
5/8"	15.750	171.2	14.8	14.8	85.2	85 - 100		Peso material + flujo en el filtro	1158.1 g
3/8"	9.525	98.0	8.1	19.9	90.1	70 - 85		Peso seco del filtro	39.3 g
1/4"	6.300							Peso seco del filtro	22.8 g
Nº4	4.750	154.0	13.0	33.1	66.9	51 - 65		Peso del filtro en seco	2.1 g
Nº5	2.360							Peso del asfalto	78.2 g
Nº 10	2.000	290.2	25.0	58.9	41.4	39 - 52		Contenido de asfalto	6.31 %
Nº 16	1.180							Retención Polvo - Asfalto	1.21
Nº 20	0.840								
Nº 30	0.600								
Nº 40	0.425	259.3	22.4	81.0	18.0	17 - 29			
Nº 50	0.300								
Nº 60	0.250	94.1	8.1	89.1	10.9	8 - 17			
Nº 100	0.150								
Nº 200	0.075	37.3	3.2	92.4	7.6	4 - 8			
> 200		88.4	7.6	100.0					

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Luis Gonzalez Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 196184

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**

**DIRECCIÓN** : Psg. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pizarro Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgentestv02@gmail.com  
 gtestes.v@gmail.com

**FACEBOOK** : Geo Test V.S.A.C.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**  
 (ASTM D-2172)  
 (ASTM D-548)

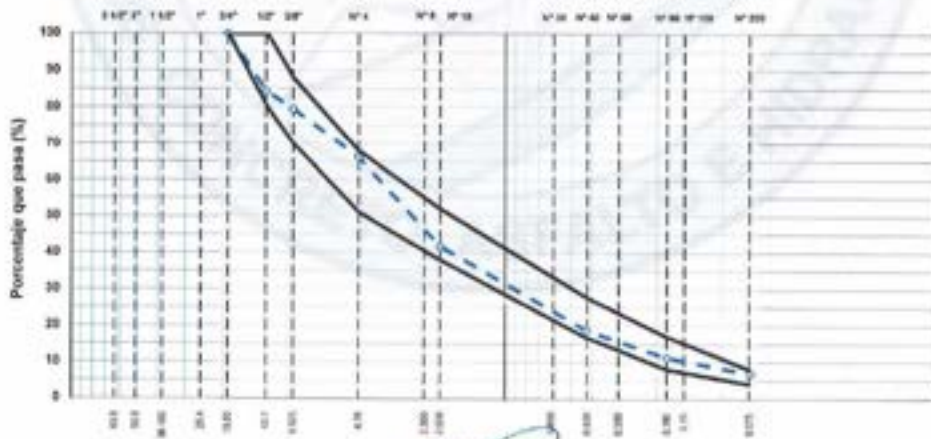
**TÍTULO:** "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"  
**TESISTA:** Aneluzna Coshuya Abel  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Abril - 2022

**DATOS DE LA MUESTRA:** 6.30 % de Poliestireno expandido

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC MAC - 3	TAMIZO MÁXIMO 3/4"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 3/4"
			retenido	atenuado	que pasa			
1 1/2"	25.00							Hora de trabajo
1"	25.00							Peso de material seco
3/4"	19.00				100.0	100		Peso de material húmedo
50"	42.700	181.8	19.4	11.1	84.4	80 - 100		Peso material + Sier en el Sier
38"	9.024	57.9	4.9	20.3	79.5	70 - 85		Peso Inicial del Sier
30"	6.300							Peso Final del Sier
Nº4	4.750	103.7	13.3	22.0	88.2	81 - 88		Peso del Sier en frío
Nº8	2.360							Peso del asfalto
Nº 15	2.000	283.0	24.5	38.3	61.7	38 - 52		Cantidad de asfalto
Nº 30	0.850							Relación Polvo - Asfalto
Nº 40	0.425	266.4	22.8	41.2	58.8	17 - 28		
Nº 60	0.300							
Nº 80	0.180	89.3	7.7	68.9	31.2	8 - 17		
Nº 100	0.150							
Nº 200	0.075	49.9	4.3	92.1	7.9	4 - 8		
+ 200	-	80.4	6.6	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Luis Constant Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 136151



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**

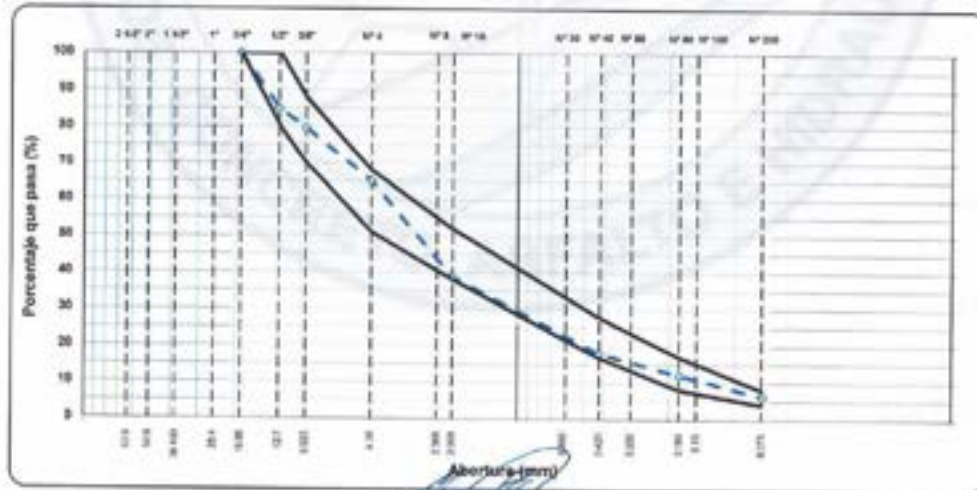
**DIRECCION** : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS							
(ASTM D-2172)							
(ASTM D-548)							
TITULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2022"							
TESISTA: Arceza Cofahuaya Abel							
CANTERA: Apata							
MATERIAL: Mezcla asfáltica							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Abril - 2022							
DATOS DE LA MUESTRA: 0.40 % de Poliestireno expandido							
TAMIZ	Abertura	PESO	PORCENTAJE			ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	gramos	retenido	acumulado	que pasa	NºC - 2	TAMAZO SUELO
1.18"	30.000						Peso de lavado
1"	25.400						12.00 g. m
3/4"	19.000					100.0	Peso de material al lavar
1/2"	12.700	172.2	34.3	14.5	65.7	80 - 100	1206.6
3/8"	9.525	62.3	5.4	20.3	79.7	75 - 85	1190.9
1/4"	6.300						Peso de material al lavar
Nº4	4.750	189.5	14.4	34.9	65.1	81 - 85	30.8
Nº8	2.360						Peso de material al lavar
Nº16	1.180	337.2	26.2	61.4	38.6	38 - 52	31.9
Nº30	0.600						Peso del asfalto
Nº40	0.425	240.0	39.7	82.0	18.0	17 - 28	77.8
Nº60	0.250						Relación Polvo - Asfalto
Nº100	0.150						6.88
Nº200	0.075	67.7	3.4	93.8	6.2	4 - 8	
< 200	-	72.3	6.2	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



Luis Gamero Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 136151



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**

DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
Fermacarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com.  
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



# *Ensayo cántabro de perdida por desgaste convencional*

  
Luis Ganserra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
DIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**

DIRECCIÓN : Pz. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE					
MTC 8.015 / Ref (NLT 252)					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA					
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"					
TESISTA: Arlezana Coahuaya Abel					
CANTERA: Apata				HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Mezcla asfáltica				FECHA: Abril - 2022	
MUESTRA: Convencional					
ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1227.90	1200.30	20.9°C	21.7°C	2.25 %
N° 02	1230.40	1202.60	21.8°C	21.9°C	2.26 %
N° 03	1239.90	1212.50	22.1°C	22.6°C	2.21 %
N° 04	1233.40	1204.30	22.1°C	22.6°C	2.26 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		DESGASTE TOTAL		2.27 %

  
 LUIS GERARDO ESPINOSA  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**

DIRECCIÓN : Pq. GRAU N° 211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com.  
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



*Ensayo cántabro de  
perdida por desgaste  
adicionando poliestireno  
expandido (0.10%,  
0.20%, 0.30 y 0.40%)*

  
Luis Gamara Espinosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Especificos Técnicos en las Especialidades de  
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN** : Pq. GRAU N° 211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**FACEBOOK** : Geo Test V.S.A.C.

**ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE**

MTC E 315 / Ref (NL7 352)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"  
**TESISTA:** Antezana Coahuaya Abel  
**CANTERA:** Apala  
**MATERIAL:** Mezcla asfáltica  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Abril - 2022

**MUESTRA:** 0.20% de Poliestireno expandido.

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1225.90	1203.50	22.5°C	22.7°C	1.91 %
N° 02	1225.40	1201.20	22.7°C	22.8°C	1.97 %
N° 03	1233.00	1208.70	22.8°C	23.1°C	1.97 %
N° 04	1230.80	1206.50	22.8°C	22.2°C	1.98 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		DESGASTE TOTAL		1.95 %

Antezana Coahuaya Abel  
 Ingeniero Civil  
 C.O. 156161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**

DIRECCIÓN : Tte. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE					
MTC E 315 / Ref (NLF 352)					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA					
TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, Huancayo-2020"					
TESISTA: Artesana Coahuaya Abel					
CANTERA: Apata					
MATERIAL: Mezcla asfáltica					
				HECHO POR: A.Y.G.	
				FECHA: Abril - 2022	
MUESTRA: 0,30% de Poliestireno expandido					
ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1235.00	1219.10	22.1°C	22.6°C	1.29 %
N° 02	1233.70	1217.60	22.8°C	23.1°C	1.31 %
N° 03	1253.20	1236.90	23.3°C	23.7°C	1.30 %
N° 04	1243.20	1226.90	23.5°C	23.4°C	1.31 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES		300	DESGASTE TOTAL		1.30 %

  
 Luis Guzmán Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198191

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**  
**GEO TEST V. S.A.C.**



**DIRECCIÓN** : Pse. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeotests02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

**ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE**

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"

**TESISTA:** Arlezana Coahuaya Abel

**CANTERA:** Apata

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

**HECHO POR:** A.Y.G.

**FECHA:** Abril - 2022

**MUESTRA:** 0.1% de Poliestireno expandido

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1226.40	1202.10	20.9°C	19.8°C	1.98 %
N° 02	1228.60	1203.50	19.8°C	20.6°C	2.04 %
N° 03	1231.80	1205.30	20.6°C	20.3°C	2.15 %
N° 04	1230.40	1204.60	20.2°C	19.3°C	2.10 %
<b>NÚMERO DE REVOLUCIONES</b>	300		<b>DESGASTE TOTAL</b>		<b>2.07 %</b>

  
**Luis Coahuaya Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. S.A.C.**

DIRECCIÓN : Pq. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229  
 E-MAIL : labgentestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.



**ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE**

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

TÍTULO: "Propiedades físicas de mezclas asfálticas en caliente adicionando poliestireno expandido, huancayo-2020"

TESISTA: Antezana Coahuaya Abel

CANTERA: Apala

MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Abril - 2022

MUESTRA: 0.40% de Poliestireno expandido

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PÉRDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1227.60	1207.50	23.7°C	24.1°C	1.61 %
N° 02	1231.20	1211.70	24.2°C	24.3°C	1.58 %
N° 03	1222.30	1203.20	24.3°C	24.5°C	1.58 %
N° 04	1225.60	1205.30	24.8°C	24.5°C	1.66 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		DESGASTE TOTAL		1.60 %

  
 Luis Guillermo Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 DIP 19671



**Anexo N°04: Fotografía de la aplicación del instrumento**



**Fotografía N° 1:** Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 3/4”) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 2:** Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 1/2”) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 3:** Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado fino (arena triturada) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 4:** Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado fino (arena natural) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 5:** Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría global del agregado, según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 6:** Determinar la pérdida por desgaste por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 7:** Determinar la pérdida por desgaste por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 8:** Método de determinación de los porcentajes de partículas chatas o alargadas en el agregado grueso, según referencia de la norma ASTM D 4791

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 9:** Método de determinación de los porcentajes de partículas chatas o alargadas en el agregado grueso, según referencia de la norma ASTM D 4791

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 10:** Determinar el porcentaje de masa del agregado grueso con partículas fracturadas, según referencia de la norma (ASTM D5821).

**FUENTE:** Elaboración propia





**Fotografía N° 11:** Determinar el porcentaje de masa del agregado grueso con partículas fracturadas, según referencia de la norma (ASTM D5821).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 12:** Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 13:** Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).

**FUENTE:** Elaboración propia



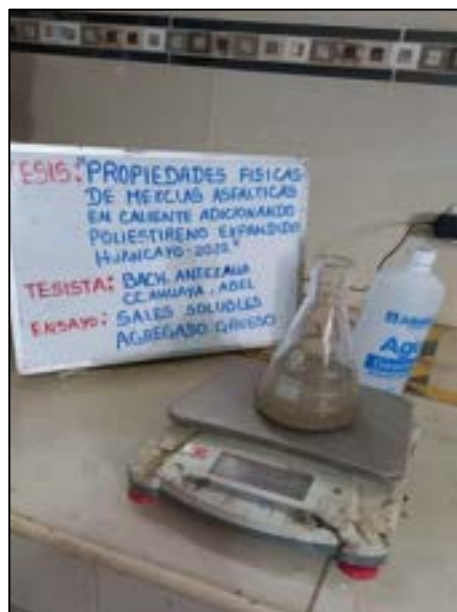
**Fotografía N° 14:** Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 15:** Elaboración del ensayo de sales solubles con el peso del material a ensayar (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 16:** Elaboración del ensayo de sales solubles con el peso del material con el peso del agua destilada para recaudar todas las sales a ensayar (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 17:** Determinar los cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 18:** Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 19:** Elaboración del ensayo de sales solubles con el peso del material a ensayar (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 20:** Elaboración del ensayo de sales solubles con el peso del material con el peso del agua destilada para recaudar todas las sales a ensayar (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 21:** Determinar los cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 22:** Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico saturado por 24 horas, seco del agregado grueso, según referencia de la norma (ASTM C 127).

**FUENTE:** Elaboración propia





**Fotografía N° 23:** Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico partículas en un estado saturado superficialmente seco del agregado grueso, según referencia de la norma (ASTM C 127).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 24:** Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico saturado del agregado grueso según la norma (ASTM C 127).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 25:** Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico saturado del agregado grueso según la norma (ASTM C 127).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 26:** Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 27:** Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino su óptimo saturado superficialmente seco mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 28:** Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino su óptimo saturado superficialmente seco mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128)

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 29:** Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 30:** Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 31:** Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419 – (14) – ASSHTO T 176).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 32:** Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –(14) – ASSHTO T 176).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 33:** Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –(14) – ASSHTO T 176).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 34:** Preparación del agregado hasta un peso constante en un horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia





**Fotografía N° 35:** El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 36:** Preparación y combinación del pen asfáltico 85/100 y el agregado para hacer la mezcla asfáltica viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 37:** Mezcla del agregado y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia.



**Fotografía N° 38:** Compactación del espécimen convencional, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 39:** Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 40:** Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 41:** Peso al aire libre para poder conservar el peso con los vacíos libres, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 42:** Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 43:** Continuamente al tener el peso suspendido de la briqueta al agua, se continúa observando y dejando libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se vuelve a secar el exceso de agua aparente para que se pueda saber el volumen con los vacíos copados, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 44:** El ensayo de los especímenes en el baño maría es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 C° para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 45:** Relleno en 3 capas del espécimen convencional, en las briquetas adicionando el 0.10% de poliestireno, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 46:** Compactación del espécimen adicionando el 0.10% de poliestireno, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia





**Fotografía N° 47:** Compactación del espécimen adicionando el 0.20% de poliestireno, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 48:** Compactación del espécimen adicionando el 0.30% de poliestireno, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 49:** Compactación del espécimen adicionando el 0.40% de poliestireno, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 50:** Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas con porcentajes de poliestireno, que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 51:** Después de completar la compactación las briquetas con porcentajes de poliestireno, esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 52:** Peso al aire libre para poder conservar el peso con los vacíos libres, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 53:** Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 54:** El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de  $60\text{ C}^\circ$  para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 55:** Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.

**FUENTE:** Elaboración propia



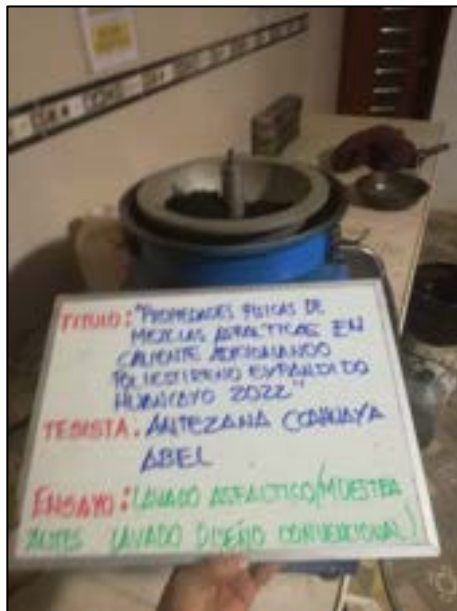
**Fotografía N° 56:** Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 57:** Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con los porcentajes de poliestireno cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 58:** Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos convencional, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.

**FUENTE:** Elaboración propia





**Fotografía N° 59:** Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente con el 10% del poliestireno, según referencia de la norma MTC E 502.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 60:** Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con el 10% del poliestireno, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 61:** Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente con el 20% del poliestireno, según referencia de la norma MTC E 502.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 62:** Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con el 20% del poliestireno, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 63:** Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con el 30% del poliestireno, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 64:** Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente con el 40% del poliestireno, según referencia de la norma MTC E 502.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 65:** Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con el 40% del poliestireno, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 66:** Después del secado al horno de la mezcla de emulsión con diferentes porcentajes de agua a usar al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 67:** Después se pesa la masa del equipo de prueba para una primera data. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 68:** El equipo se encarga de sacar todos los vacíos gradualmente para reducir la presión residual en el recipiente de vacíos a 4kPa, para luego ponerlo en baño maria y pesándolo llenar al recipiente como se muestra en la fotografía, según referencia de la norma MTC D 2041.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 69:** Se sumerge completamente las demás muestras de los diferentes porcentajes de emulsión con diferentes porcentajes de agua respectivamente. Se aplica vacío gradualmente para reducir la presión residual en el recipiente de vacíos a 4kPa, para luego ponerlo en baño maria y pesándolo llenar al recipiente como se muestra en la fotografía, según referencia de la norma MTC D 2041.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 70:** Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.

**FUENTE:** Elaboración propia





**Fotografía N° 71:** Mezcla bituminosa puesta en el equipo para calcular la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 72:** Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.

**FUENTE:** Elaboración propia