

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**COMPORTAMIENTO FÍSICO QUÍMICO DE  
DIFERENTES TIPOS DE FILLER  
INCORPORADOS EN LAS MEZCLAS  
ASFÁLTICAS EN CALIENTE**

**Para optar: El Título Profesional  
de Ingeniera Civil**

**AUTOR:**

**BACH. CARHUANCHO GALVEZ, ANTONELLA LOYZETH**

**ASESOR:**

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

**Línea de Investigación Institucional:**

Transportes y Urbanismo

Huancayo – Perú

2023

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Mg. Jesús Idén Cárdenas Capcha  
Jurado

---

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza  
Jurado

---

Mg. Javier Reynoso Oscanoa  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## **DEDICATORIA**

A mis progenitores, por su pleno apoyo e impulso emocional para concluir mi proyecto de tesis.

A mis abuelos, por el soporte emocional en mi vida cotidiana durante el desarrollo de mi tesis.

Bach. Carhuancho Gálvez, Antonella Loyzeth

## **AGRADECIMIENTO**

Mi sincero agradecimiento:

Principalmente a Dios y a la Virgen María Auxiliadora por cuidarme, brindarme una buena salud y guiarme constantemente.

A mis padres, Luz Gálvez y Henry Carhuacho, quienes nunca me abandonaron en mi trayecto estudiantil.

A mi alma mater, la Universidad Peruana los Andes – Filial Chanchamayo, en especial a mi Facultad de Ingeniería por formarme como una buena profesional.

A Hanns Valverde, quien me brindó soporte emocional durante el desarrollo de mi tesis para obtener el título de Ingeniero Civil.

Bach. Carhuacho Gálvez, Antonella Loyzeth

## CONSTANCIA 0169

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

**“COMPORTAMIENTO FÍSICO QUÍMICO DE DIFERENTES TIPOS DE FILLER INCORPORADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE”.**

**Cuyo autor(es)** : Antonella Loyzeth, Carhuancho Galvez

**Facultad** : Ingeniería

**Escuela Profesional** : Ingeniera Civil.

**Asesor(a)** : Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

Que, fue presentado con fecha 17.05.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 19.05.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **20 %**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

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

Huancayo 19 de mayo del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## 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>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>16</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>16</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	16
1.2. Delimitación del problema .....	18
1.2.1. Espacial .....	18
1.2.2. Temporal .....	19
1.3. Formulación del problema.....	19
1.3.1. Problema general .....	19
1.3.2. Problemas específicos .....	19
1.4. Justificación.....	20
1.4.1. Justificación práctica o social.....	20
1.4.2. Justificación científica o teórica .....	20
1.4.3. Justificación metodológica .....	20
1.5. Objetivos de la investigación.....	21
1.5.1. Objetivo general .....	21
1.5.2. Objetivos específicos.....	21
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	24
2.2. Bases teóricas o científicas .....	27
2.2.1. Mezcla asfáltica en caliente.....	27

2.2.2. Asfalto .....	27
2.2.3. Agregados para la mezcla.....	45
2.2.4. Propiedades de los fillers.....	49
2.2.4.1. Propiedades físicas de los fillers .....	49
2.2.4.2. Propiedades químicas de los fillers .....	49
2.2.5. Tipos de Filler y su efecto en la mezcla asfáltica.....	50
2.2.6. Importancia de filler en el asfalto.....	50
2.2.7. Sub – rasante .....	51
2.3. Marco conceptual .....	53
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>54</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>54</b>
3.1. Hipótesis.....	54
3.1.1. Hipótesis general .....	54
3.1.2. Hipótesis específicas .....	54
3.2. Variables.....	54
3.2.1. Definición conceptual de las variables.....	54
3.2.2. Definición operacional de la variable.....	55
3.2.3. Operacionalización de variables.....	56
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>57</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>57</b>
4.1. Método de investigación.....	57
4.2. Tipo de investigación .....	58
4.3. Nivel de la investigación .....	58
4.4. Diseño de la investigación.....	58
4.5. Población y muestra .....	59
4.5.1. Población.....	59
4.5.2. Muestra.....	59
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	59
4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos .....	59
4.7.1. Procesamiento de la información .....	59
4.7.2. Técnica y análisis de datos .....	62
4.8. Aspectos éticos de la investigación .....	62
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>63</b>

<b>RESULTADOS.....</b>	<b>63</b>
5.1. Descripción del diseño tecnológico.....	63
5.2. Descripción de resultados.....	63
5.3. Contrastación de hipótesis.....	90
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>96</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>96</b>
6.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	96
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>100</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia.....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables.....</b>	<b>110</b>
<b>Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento.....</b>	<b>112</b>
<b>Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo N°05: La data de procesamiento de datos.....</b>	<b>226</b>
<b>Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento.....</b>	<b>228</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Límites de penetración estándar .....	33
Tabla 2. Propiedades del Asfalto en caliente .....	35
Tabla 3. Cementos asfálticos por viscosidad a 60°C (AASHTO M 226) .....	43
Tabla 4. Cementos asfálticos clasificados por viscosidad a 60 °C).....	44
Tabla 5. Cementos asfálticos clasificado por viscosidad .....	45
Tabla 6. Granulometría estándar para Mezcla asfáltica en caliente .....	46
Tabla 7. Técnica en árido grueso .....	46
Tabla 8. Operacionalización de variables .....	56
Tabla 9. Granulometría del Agregado Grava de 3/4” .....	64
Tabla 10. Análisis Granulométrico del Agregado Grava de 1/2” .....	65
Tabla 11. Granulometría del Árido Arena Triturada de 1/4” .....	66
Tabla 12. Granulometría del Árido Arena Natural de 1/4” .....	67
Tabla 13. Combinación granulométrica de materiales.....	68
Tabla 14. Granulometría del Material Combinado. ....	69
Tabla 15. Granulometría de la mezcla física de áridos. ....	70
Tabla 16. Especificaciones para Áridos gruesos. ....	71
Tabla 17. Requisitos para áridos finos. ....	71
Tabla 18. Peso específico con cemento portland. ....	72
Tabla 19. Durabilidad al sulfato de magnesio con cemento portland .....	72
Tabla 20. Extracción cuantitativa de asfaltos .....	73
Tabla 21. Peso específico con cal.....	73
Tabla 22. Durabilidad al sulfato de magnesio con cal .....	74
Tabla 23. Extracción cuantitativa de asfaltos con cal .....	74
Tabla 24. Diseño Marshall a distintos % de cemento asfáltico.....	75
Tabla 25. Diseño Marshall al óptimo cemento asfáltico.....	77
Tabla 26. Diseño Marshall 6.1% de C.A. + 1%, 2%, 3% y 4% de Cemento Portland .....	77
Tabla 27. Diseño Marshall 6.1% de C.A. + 1%, 2%, 3%, 4% de Cal.....	78
Tabla 28. Variación de la estabilidad por diferentes tipos de filler.....	79
Tabla 29. Variación del flujo por diferentes tipos de filler. ....	80
Tabla 30. Variación del V.M.A. por diferentes tipos de filler. ....	81
Tabla 31. Variación de los Vacíos Aire por diferentes tipos de filler.....	82

Tabla 32. Variación de los Vacíos llenos de asfalto por tipos de filler.....	83
Tabla 33. Valores obtenidos de la estabilidad de la mezcla con cal hidratada .....	84
Tabla 34. Valores de la estabilidad de la mezcla con cemento portland.....	85
Tabla 35. Resultados del flujo de la mezcla con cal hidratada .....	86
Tabla 36. Valores obtenidos del flujo de la mezcla con cemento portland.....	87
Tabla 37. Valores del V.M.A de la mezcla con cal hidratada.....	88
Tabla 38. Valores del V.M.A de la mezcla con cemento.....	89
Tabla 39. Diseño Marshall a diferentes porcentajes de cemento asfáltico.....	227
Tabla 40. Variación de la estabilidad por diferentes tipos de filler.....	227
Tabla 41. Valores obtenidos de la estabilidad de la mezcla con cal hidratada .....	227
Tabla 42. Valores obtenidos del V.M.A de la mezcla con cal hidratada .....	227

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de deterioro por el daño por humedad (Costa Rica).....	17
Figura 2. Falla de pavimento flexible.....	17
Figura 3. Vía de entrada de la provincia de Jauja. ....	18
Figura 4. Provincia de Jauja. ....	19
Figura 5. Asfaltos. ....	29
Figura 6. Asfáltenos. ....	30
Figura 7. Asfáltenos Resinas.....	30
Figura 8. Saturados.....	31
Figura 9. Clases de los asfaltos. ....	31
Figura 10: Estructura de flujo planta de porciones de MAC.....	34
Figura 11. Vacíos de la mezcla asfáltica. ....	36
Figura 12: Vacíos llenos de Asfalto. ....	37
Figura 13: Ensayo de Penetración.....	44
Figura 14. Propiedades físicas de los fillers.....	49
Figura 15: Curva Granulométrica del Agregado Grava de 3/4". ....	65
Figura 16. Curva Granulométrica del Árido Grava de 1/2". ....	66
Figura 17. Curva Granulométrica del Agregado Arena Triturada de 1/4". ....	67
Figura 18. Curva Granulométrica del Agregado Arena Natural de 1/4". ....	68
Figura 19. Combinación granulométrica de materiales. ....	69
Figura 20. Granulometría de la combinación física de Áridos. ....	70
Figura 21. Estabilidad vs %C.A.....	75
Figura 22. Vacíos vs %C.A.....	76
Figura 23. Flujo vs %C.A.....	75
Figura 24. V.M.A. vs %C.A.....	76
Figura 25. Vacíos Llenos vs %C.A. ....	77
Figura 26. Variación en la estabilidad.....	80
Figura 27. Variación en el flujo. ....	81
Figura 28. Variación en el V.M.A.....	82
Figura 29. Variación en los vacíos. ....	83
Figura 30. Variación en los vacíos llenos. ....	84
Figura 31. Estabilidad con Cal hidratada .....	85

Figura 32. Estabilidad con Cemento Portland.....	86
Figura 33. Flujo con Cal hidratada.....	87
Figura 34. Flujo con Cemento Portland .....	88
Figura 35. V.M.A con Cal hidratada.....	89
Figura 36. V.M.A con Cemento Portland .....	90
Figura 37. Prueba de normalidad de la resistencia de las mezclas asfálticas.....	91
Figura 38. Prueba de hipótesis de datos de resistencia de la mezcla asfáltica .....	91
Figura 39. Prueba de normalidad de deformación de las mezclas asfálticas .....	92
Figura 40. Prueba de hipótesis de datos de deformación de la mezcla asfáltica.....	93
Figura 41. Porcentaje de vacíos del MAC.....	94
Figura 42. Recopilación de la prueba de hipótesis de valores V.M.A del MAC .....	95

## RESUMEN

En la investigación el problema general fue: ¿Cómo inciden los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico?, el objetivo general fue: Analizar la incidencia de los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico. Y la hipótesis general fue: Los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente inciden significativamente en el comportamiento físico químico.

Desde un enfoque cuantitativo, con método científico, de tipo aplicado, de nivel relacional y de diseño cuasi – experimental. La población fue constituida por 42 briquetas con diferentes tipos de filler de origen industrial, además la muestra fue constituida por 18 briquetas convencionales más el óptimo y 24 briquetas con las dosificaciones de fillers con cal y cemento portland respectivamente al 1%, 2%, 3% y 4%, en cada porcentaje se elabora 3 briquetas con diferentes tipos de filler de origen industrial.

Finalmente se concluyó que el comportamiento de la MAC-2 con un óptimo contenido de asfalto en el 6.1%, mejora las propiedades físico químicas gracias a la incorporación de filler de origen industrial a la dosificación de la mezcla. Además, las dosificaciones de filler (cal y cemento portland) en dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4% logran mejorar las propiedades físico químicas, por lo que la combinación química entre el asfalto y el filler mejoran las cualidades de la MAC-2.

**PALABRAS CLAVES:** Filler, mezcla asfáltica, comportamiento físico - químico.

## **ABSTRACT**

In the investigation, the general problem was: How do the different types of filler incorporated in hot asphalt mixes affect the physical-chemical behavior? The general objective was: Analyze the incidence of the different types of filler incorporated into asphalt mixes in hot in physical chemical behavior. And the general hypothesis was: The different types of filler incorporated in hot asphalt mixes significantly affect the physical-chemical behavior.

From a quantitative approach, with a scientific method, of an applied type, of a relational level and of a quasi-experimental design. The population was constituted by 42 briquettes with different types of filler of industrial origin, in addition the sample was constituted by 18 conventional briquettes plus the optimum and 24 briquettes with the dosages of fillers with lime and portland cement respectively at 1%, 2%, 3 % and 4%, in each percentage 3 briquettes are made with different types of filler of industrial origin.

Finally, it was concluded that the behavior of the MAC-2 with an optimum asphalt content of 6.1%, improved the physical-chemical properties thanks to the incorporation of filler of industrial origin to the mix dosage. In addition, the filler dosages (lime and Portland cement) in dosages of 1%, 2%, 3% and 4% managed to improve the physical-chemical properties, so the chemical combination between the asphalt and the filler improves the qualities of the MAC-2.

**KEY WORDS:** Filler, asphalt mix, physical-chemical behavior.

## INTRODUCCIÓN

La tesis es realizada en la provincia de Jauja, distrito de Apata tuvo como propósito analizar la incidencia de los diferentes tipos de filler incorporados en la MAC-2 en el comportamiento físico químico, además estos fillers comerciales tienen fin de obtener el mejoramiento en los parámetros de una vía, ya que hoy en día se tiene diferentes zonas de nuestra ciudad con mucha presencia de baches, ahuellamiento, etc. Esto debido al cambio climático crítico que presenta nuestra ciudad y el aumento acelerado de la densidad vehicular, siendo esta situación el que ha generado en las vías pavimentadas un daño lo cual ha generado incomodidad en toda la población de esta ciudad ya que dichos problemas son suscitados en vías principales, para ello se ha incorporado filler mejorando las propiedades físico químicos del pavimento.

La presente tesis describe en su máxima comprensión que detalla seis capítulos, evaluados y divididos como se muestra a continuación:

**Capítulo I.**-En este capítulo se muestra la descripción, la delimitación del problema, planteamiento de la problemática, la justificación y los objetivos de la problemática.

**Capítulo II.**-Se muestra el marco teórico de la investigación los antecedentes nacionales e internacionales, y las bases teóricas y científicas.

**Capítulo III.**-Desarrolla el análisis de la hipótesis, una definición conceptual y operacional de las variables de la tesis.

**Capítulo IV.**-Describe la metodología, tipo, nivel y diseño de la tesis, un análisis de la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos que apoyan en la investigación.

**Capítulo V.**-Detalla una descripción del diseño y resultados del estudio, también se presenta la contrastación de la hipótesis.

**Capítulo VI.** -Describe la discusión de los resultados, recomendaciones, conclusiones, matriz y anexos que sustentan la investigación.

Bach. Carhuancho Gálvez, Antonella Loyzeth

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Toda Latinoamérica se observa la modificación de pavimentos en la industria de la construcción ha venido en un proceso de cambios por mejorar las propiedades de estos logrando así obtener productos que puedan ser útiles a las precisiones de los consumidores y que puedan aguantar los parámetros climáticos de los diferentes lugares es por ello que según Qazizadeh y Taghikhani (2018) mencionan: “Los pavimentos flexibles tiene que ser modificados de acuerdo a la necesidad de vía tanto como demanda vehicular como los factores climáticos ya que estos se encontraran siempre en contacto con la vía”.

En los estudios realizados por Qazizadeh y Taghikhani, (2018) en Lanamme en las vías de Costa Rica presentaron daños por humedad propio de este país ya que durante 6 meses del año presenta intensas lluvias, logrando así proponer el uso de filler denominando: “Cualquier partícula que se agregue al asfalto con un tamaño menor a los 74  $\mu\text{m}$  es considerado como filler”, logrando obtener un asfalto con mejores condiciones para la construcción de vías.



*Figura 1. Tipos de deterioro por el daño por humedad (Costa Rica).*

*Fuente:* Tomada de “Evaluación de determinación de daño por humedad para Costa Rica”, por Miranda Arguello y Aguilar Moya. 2018, p. 2.

En el Perú las carreteras presentan una mínima durabilidad para las diferentes ciudades presentando una variabilidad de densidad vehicular y una variedad de tipos de subrasante logrando mantener una durabilidad en las carreteras manteniendo así el confort de la vía. En la construcción de carreteras son de diferentes características por presentar un clima variado desde temperaturas frías hasta lugares muy caluroso con una temperatura la cual aumentada con la densidad vehicular que presentan estas ciudades hacen que la durabilidad de estos pavimentos no cumple con el diseño establecido presentando fallas a nivel superficial como fisuras, agrietamientos y fallas a nivel de estructura logrando diagnosticar fallas en la estructura del pavimento, siendo necesario mejorar las propiedades para las sollicitaciones a la que es sometido, es por ello que la adición de filler industriales son una forma de mejorar la durabilidad ante las sollicitaciones de carga. Mayta Rojas, (2018)



*Figura 2. Falla de pavimento flexible.*

*Fuente:* Tomada de “Grietas en los pavimentos de la región”, por GRUPO BITAFAL. 2020, p. 1.

En la región Junín la construcción de los diferentes pavimentos flexibles son de manera convencional, teniendo en la actualidad pavimentos con diferentes fallas en el distrito de Apata es por ello que: “En la fabricación de pistas dependen de la información del tránsito que llegará a soportar la vía, en la que cumple algunas normativas, en la que no rompa ni hunda el pavimento con facilidad en la que deben estar de acuerdo a las necesidades planteadas y la situación climática de nuestra ciudad”, ante esta la problemática planteada se hace referencia al uso en la mezcla asfáltica de fillers logrando así obtener un mejor producto en relación a lo convencional, que actualmente no cumple con la durabilidad requerida para las demandas de carga sometidas por la densidad vehicular.



*Figura 3. Vía de entrada de la provincia de Jauja.*

*Fuente:* Tomada en “Vía a Jauja en mal estado y abandonado”, por Group 10. 2021, p. 1.

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Espacial**

La tesis se realizó en la Av. Ramón Castilla, distrito de Apata, provincia de Jauja.



Figura 4. Provincia de Jauja.

Fuente: Tomada de Perú.com. 2016.

### 1.2.2. Temporal

La tesis se realizó entre el mes de octubre del 2020 hasta setiembre del 2021.

## 1.3. Formulación del problema

### 1.3.1. Problema general

¿Cómo inciden los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico?

### 1.3.2. Problemas específicos

1. ¿De qué manera varía la resistencia con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico?
2. ¿Cómo se altera la deformación con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico?
3. ¿Cómo cambia el porcentaje de vacíos con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico?

## **1.4. Justificación**

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

“Se fundamenta la realización de una investigación al proponer estrategias que al momento de aplicarse pretenden en la contribución de un problema” Hernández, Fernández, & Lucio, (2006)

En la presente investigación se planteó contribuir a la sociedad para tener en consideración la aplicación de diferentes tipos de filler de origen industrial (cal y cemento portland) en la MAC-2 para determinar de esta forma el comportamiento físico y químico que presentan, de esta forma brindando una nueva opción de mejora en las características del asfalto, teniendo el propósito de mejorar la vialidad de las vías de transporte para el beneficio de la sociedad.

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

Hernández, Fernández, & Lucio (2006), menciona que “Muestra la significación de la información de un problema en la realización de la teoría científica, mostrando si el análisis permite desarrollar una tecnología científica” (pág. 75).

El desarrollo de investigación tuvo como fin de evaluar los tipos de filler, por lo que se planteó para aportar nuevos conocimientos, por lo consiguiente servirá como sustento teórico en el uso de la MAC-2 para determinar la forma del comportamiento físico y químico, por lo que viene a estar justificada teóricamente por el manual de carreteras- parámetros técnicos englobados para la construcción EG 2013 en la cual muestra requisitos, parámetros procedimientos para lograr un índice de calidad mínimo que se tienen que lograr.

### **1.4.3. Justificación metodológica**

Según Bernal (2010), viene a describir el proyecto de investigación en la que ofrece nuevas estrategias generando conocimientos válidos y confiables”.

En la presente investigación propuso como método aprovechar el pavimento asfáltico aplicando diferentes tipos de filler y comparar, por lo que se obtuvo resultados de una nueva mezcla asfáltica que mejoró el comportamiento físico y químico de acuerdo a la EG 2013, por lo que permitió obtener conocimientos y ser aplicado en distintas vías en la provincia de Jauja, distrito de Apata.

## **1.5. Objetivos de la investigación**

### **1.5.1. Objetivo general**

Analizar la incidencia de los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Evaluar la variación de la resistencia con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

2. Determinar la alteración de la deformación con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

3. Identificar el cambio del porcentaje de vacíos con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Garzon & Cardenaz (2018) presentaron la tesis de posgrado **Titulado:** “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente, empleando cal, en los aeropuertos del sur del Perú”, el cual fija como **objetivo general:** “Identificar el Comportamiento Mecánico de MAC, aplicando cal, en los Aeropuertos del Sur del Perú”, empleando la **metodología:** “La información es descriptiva y explicativa”, presentando como **resultado:** “Que el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de MAC utilizando cal, al igual como la tracción indirecta con 84.50%, estabilidad 1181Kg, flujo 5.0 pulg y el IR Marshall con 2360 Kg/cm”, y finalmente **concluyo:** “Mencionando que la MAC utiliza el cal en la que detallan un excelente comportamiento mecánico a causa de la mejora de la resistencia y reducción en las deformaciones”.

Valera Nuñez (2018) describieron la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación del efecto de la cal hidratada y el polvo de ladrillo utilizado como repleto mineral en las propiedades de una mezcla asfáltica”, el cual fija como **objetivo general:** “Analizar el efecto que produce la incorporación de cal hidratada

y el polvo de ladrillo sobre las propiedades mecánicas de la MAC”, empleando la **metodología:** “Método cuantitativo, de tipo aplicada con un nivel explicativo y diseño experimental”, detallando como **resultado:** “Reduce los impactos sobre los efectos producidos en la MAC ya que aumenta las características mecánicas de la MAC”, y se **concluye:** “Mencionando el uso de estos materiales mejoran la condición del pavimento logrando así obtener un mejor producto ya que la cal hidrata tiende a mejorar la resistividad de la le mezcla asfáltica logrando así obtener resultados satisfactorios en relación a la MAC convencional”.

Santamaría Chipana (2020), presentaron la investigación de pregrado **Titulado:** “Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico”, el cual fija como **objetivo general:** “Establecer la relación del comportamiento de las mezclas asfálticas con las características del agregado fino”, empleando la **metodología:** “Desde un método científico, de tipo aplicada y un diseño descriptivo”, como logrando **resultado:** “Que desarrollando los ensayos se muestra que el uso del RCA en la mezcla resulta en el aumento de TSR en el 262%, 141% y un 22% al remplazarlo con arena al 30%, 7% y un 4% en comparación al MP, en la calidad de los áridos utilizados en la tesis”, y finalmente **concluyo:** “Afirmando que al remplazar agregado fino por valva se disminuye la alteración estable en las mezclas asfálticas, esto vienen a mejorar entanto mayor sea el tamaño de la partícula de remplazo, en especial para tamaños de valva entre 0.15-0.075 mm”.

Caso Quispe & De la cruz Gutierrez (2021), presentaron la tesis de posgrado **Titulado:** “Diseño de la MAC cambiadas con polímeros reciclados HDPE y SRB, para pavimentos en la ciudad de Huancavelica”, detallando como **objetivo general:** “Analizar el % de polímeros reciclados HDPE y SBR produce valores óptimos de estabilidad y flujo Marshall en la modificación de diseño de MAC para pavimentos en la ciudad de Huancavelica”, aplicando la **metodología:** “De tipo aplicada, con un nivel explicativo, con el método científico de diseño experimental puro”, obteniendo como **resultado:** “Que al desarrollar se mostro que los polímeros reciclados HDPE y SBR en un porcentaje de 4% y de un 2% respectivamente del cemento asfáltico mostro un efecto significativo en la estabilidad y el flujo Marshall del diseño de la mezcla asfáltica en el pavimento en caliente”, y finalmente **concluyo:** “Que se empleo de polímeros HDPE en un 4% del porcentaje óptimo del

cemento asfáltico produce un efecto significativo en la estabilidad y flujo Marshall del diseño de la MAC para los pavimentos en la ciudad de Huancavelida”

Santa Cruz Veliz (2021), presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres – Provincia de Concepción 2020”, el cual fija como **objetivo general:** “Evaluar la viabilidad de ocasionar las MAC empleando el material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres – Provincia de Concepción de 2020”, aplicando la **metodología:** “Con un método científico, con un nivel explicativo, de tipo aplicada y de diseño experimental puro”, describió el **resultado:** “La evaluación de condiciones Marshall se muestra que a máximo sea el contenido de material reciclado la resistencia reduce del 95% de la mezcla para la mezcla patron MAC 0% RAP a un 82% para el MAC de 60% RAP, este comportamiento llega a que el cemento asfáltico envejece cuando vienen a ser demasiado sensible y detalla una máxima dureza, por el ensayo de Cantabro se afirma cuando se incrementa el contenido del material reciclado el desgaste por efecto de abrasión incrementa de 6.7% para la mezcla patron MAC con 0% de RAP a un 10.4% para el MAC- 60%RAP, en la calidad de los áridos utilizados en la tesis”, y finalmente **concluyo:** “Mencionando que la resistencia a la compresión de la mezcla con material reciclado que se relaciona a la mezcla patron que incrementa notablemente de 2.4 Mpa confirmando que el comportamiento del material reciclado aprota al material envejecido”.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Acosta Vera (2018), detalló 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:** “Evaluar la relación entre la estabilidad y módulo de rigidez de los diseños de MAC”, utilizando la **metodología:** “Con un método cuantitativo, experimental, siendo de nivel explicativo y descriptivo”, obteniendo como **resultado:** “El agregado petreo que fue secado como muestra vienen a cumplir con las normas establecidas y el modulo de rigidez en la mezcla propuesta con la utilización de los áridos del Río Pita (Sector Pintag), Río Guayllabamba y Pifo, que se encuentran en el Distrito Metropolitano de Quito, para evaluar las características principales de las combinaciones y se refiere solamente en una técnica como es el

Marshall”, y finalmente **concluyo:** Mencionando que en al agregado que fue extraido del Rio Pita se muestra un valor de correlacion  $r= 0.47$ , en tanto el material del Dío Guayllabamba muestra un valor de correlacion de  $r= -0.66$  y el material que fue extraido de Pifo (construarenas)  $r=0.79$ .

Ara Donis (2018) mencionó la tesis de pregrado **Titulado:** “Comparación del diseño de MAC, empleando filler procesado o agregado mineral (polvo de roca) y el filler natural (limo no plástico), aplicando el método Marshall para capa de rodadura de  $\frac{3}{4}$ ”, el cual fija como **objetivo general:** “Realizar la MAC empleando Filler o árido mineral y el Filler natural limo no plástico, a través del método Marshall para capa de rodadura de  $\frac{3}{4}$ ”, empleando la **metodología:** “Con un método cuantitativo, experimental”, obteniendo como **resultado:** “Que la MAC con el Filler que se procesa y el Filler natural y desarrollando las pruebas adecuadas, en la que se llega a detallar que con el Filler que se procesa mejorará con el Filler natural, al igual que en su resistencia y costos”, y finalmente **concluyo:** “Que se realiza el MAC mediante el método Marshall en la que se tiene una mezcla correcta a través de la evaluación, estabilidad, densidad y fluencia”.

Soto Álvarez (2018), resaltó la tesis de pregrado **Titulado:** “Estudio experimental del comportamiento de una mezcla asfáltica fabricada con residuos de la celulosa a partir del ensayo de sensibilidad al agua por tracción indirecta”, presentando como **objetivo general:** “Exponer la investigación de una nueva mezcla asfáltica, compuesta de DGs y cenizas de la celulosa como material de aportación, en mezclas con betún CA-14 y CA-24”, aplicando la **metodología:** “En la tesis se emplea una metodologia con diseño experimental, siendo de nivel explicativo y descriptivo, con un método cuantitativo”, detalla el **resultado:** “Mencionando el filler de ceniza y DGs para mezclas asfalticas en caliente CA-24 y CA-14 vienen a umentar la sensivilidad ante el agua, al emplear ligante CA-24 vienen a otorgar una mayor viscosidad a la mezcla, siendo un factor positivo evitando la desintegracion de los agregados, la dosificacion usada no vienen a garantizar resultados optimos”, y finalmente **concluyo:** “Detallando la adiccion de productos de desechos de ceniza de celulosa y RGs como filler de aportacion en una mezcla bituminosa, vienen a presentar resultados no prometedores en primeras instancias con respecto a algunas propiedades, por otro lado se muestra una

reduccion en los costos generando un beneficio general al mitigar problemas ambientales”.

Camacho Reyes, Gómez Espinosa, & López López (2019), presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Viabilidad diseño de mezcla asfáltica modificada con 1% de fibra de PET”, el cual fija como **objetivo general:** “Analizar la incorporación del 1% de fibra de PET a una mezcla asfáltica, logrando que los valores resulten semejantes o superiores, comparados con las mezclas convencionales reguladas por el INVIAS y UNE, con el propósito de transmigrar la contaminación por la existencia de plástico en el medio ambiente”, aplicando la **metodología:** “Aplicada, con un nivel explicativo, con un método cuantitativo y un diseño experimental”, detallando como **resultado:** “Que al desarrollar los ensayos la mezcla asfáltica presenta una adherencia del 96% porcentaje recomendado para una mezcla de tipo MDC-19 que tienen que tener un valor mínimo de 80%, los resultados obtenidos al emplear el ensayo del modilo resiliente a T° de 10°C logrando verificar las condiciones que se consideran para mezclas de un elevado modulo en la que señala que debe ser 10000 Mpa”, y finalmente **concluyo:** “Mencionando que la mezcla ensayada al ser modificada con el 1% de fibra de PET es apta para parámetros de transito de NT2 mostrando un comportamiento favorable en zonas con temperaturas de un promedio de 20°C”.

Zamora Castillo & Mora Aldana (2019) presentaron la tesis de pregrado **Titulado:** “Influencia de la cal hidratada en mezclas asfálticas drenantes”, el cual fija como objetivo general: Evaluar la influencia en la que se llega a tener el Hidróxido de calcio o cal hidratada sobre un diseño de mezcla asfáltica drenante, a través de reemplazar sobre las fracciones granulométricas”, empleando la **metodología:** “Desde un enfoque cuantitativo, con una investigación experimental”, describiendo como **resultado:** “Que al sustituir el 50% de filler por cal hidratada, señala al no verse dañadas por elevadas T° ni por la humedad, y, el comportamiento mínimo que se obtiene en las briquetas reemplazando el 100% del filler por cal hidratada”, y finalmente **concluyo:** “Mencionando al emplear la cal hidratada como materia selecta para el diseño de mezckas asfálticas drenntes que detallan alteración en los valores, en las que se concluye que para una buena alternativa sería elaborar diseños alternativos que sería sustitutyendo el 50% del filler”.

## **2.2. Bases teóricas o científicas**

### **2.2.1. Mezcla asfáltica en caliente**

Es realizada en plantas, antes de incorporar agregados a la mezcla se deben asegurar en dividir los áridos por diversas dimensiones con el fin de evitar que se resuelvan. Estas partículas tienen que cubrir las partículas de agregado. Por ende, esta mezcla asfáltica viene a adquirir diversas propiedades como: durabilidad, flexibilidad, resistencia y estabilidad.

Se define como una “Mezcla bituminosa en caliente al que se caracteriza por estar compuesta por áridos de polvo mineral acompañado con un ligante. Una mezcla asfáltica debe estar diseñada en base a un desempeño de la estructura de una vía teniendo en cuenta las principales características de la mezcla como: vacíos de aire, contenido de asfalto, densidad de la mezcla, vacíos llenos de asfalto y vacíos en el árido mineral”. Arevalo Palimino & Lucho Valle (2019)

### **2.2.2. Asfalto**

“Los asfaltos corresponden al conjunto de elementos bituminosos que son localizadas en la naturaleza en los diferentes estados, también es un elemento del pétreo en los que se halla la solución al problema, que a través de un procedimiento de depuración las fracciones volátiles se separan obteniendo como consecuencia de tipo de sobrante nombrado asfalto”.

“Los asfaltos pétreos llegan a presentar una base asfáltica, los de la base asfáltica presentan buenos componentes en el empleo de la pavimentación debido a las características ligantes y de soporte a la meteorización, los de bases alcalinas que se llegan a oxidar gradualmente, y por lo que al detallarse al aire se obtiene un resultado de polvo sin poder ligante”. Segura Almanza (2016).

#### **2.2.2.1. Función del asfalto**

De acuerdo al Asopac: “Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colombia (2004) se realizan unas adecuadas funciones, por lo que se menciona a continuación”:

- Recubrir la estructura del pavimento volviéndolo poco sensible a la humedad y eficiente frente a la penetración del agua originario de la precipitación.

- Facilitar la fisión y adhesión de los áridos en la que llega a aguantar la fuerza mecánica de desintegración provocada por las cargas de los móviles.
- Además, presenta cualidades como lo son la resistencia, adherencia, impermeabilidad y durabilidad. Las cualidades son ideales para la elaboración de pavimento flexible, de igual manera que las bases estabilizadas y emulsiones asfálticas.
- Generalmente los asfaltos implican como solidos a una T° ambiente y su conducta cambia necesariamente a la T° que se subyuga al incrementar la T° que se emblandece y llega a ser corriente.

#### **2.2.2.2. Compuestos químicos de los asfaltos**

En el caso el asfalto diluido en n - heptano, los elementos duros son rápidos, estos elementos por lo que se les conoce como asfáltenos, denominado así por Boussingault en 1837.

Hay varias divisiones asfálticas rápidas por diferentes solventes, sin embargo, esta es la excelente forma de diferenciar a los elementos como insolubles en n-pentano.

“Los componentes solubles en n-heptano se nombran en común petroléenos, además conocidos máltenos. Las resinas se localizan en los petroléenos, llegando a ser normalmente rápidas por solventes o succionadas de los petroleros a través de las partículas finas y diferentes minerales activados, estas resinas, anticipadamente aspiradas, pueden llevar a un desarrollo de adsorción del mineral por solventes primeramente escogidas”. Arrieta Zapata & Medina Cordova (2019)

“Los carbonos son elementos duros existentes en los asfáltenos de varios asfaltos, por lo que los solubles de carbono, son insolubles en tetracloruro de carbono”.

Los máltenos y asfáltenos son encontrados como islas flotando en el tercer elemento del asfalto.

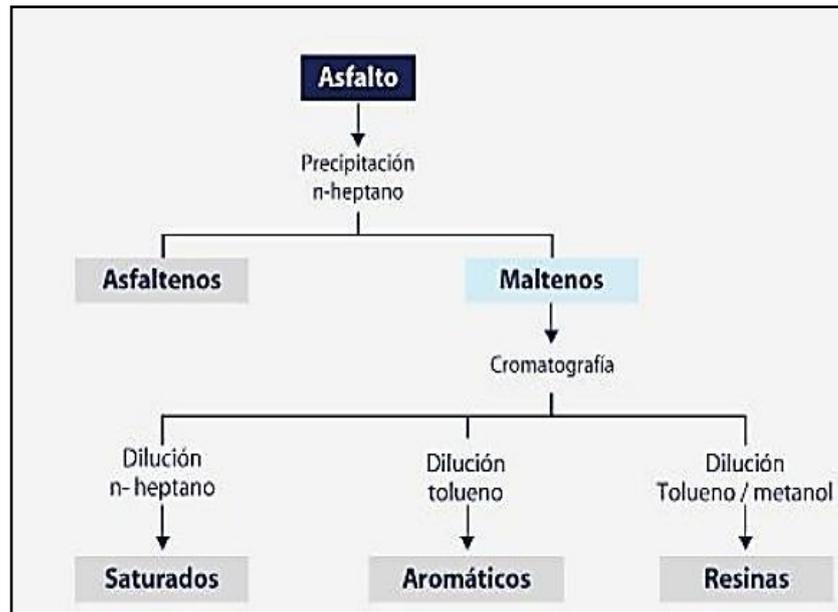


Figura 5. Asfaltos.

Fuente: “Composición química de los asfaltos”, por Línea. 2000-2016.

#### - **Asfaltos originados de petróleo**

“Los asfaltos más trabajados en la actualidad, son los más originados de petróleo, estos se consiguen a través de procedimiento de destilación industrial del crudo. Simbolizan no menos del 90% de la productividad general de asfalto, casi todos los petróleos crudos que implican asfalto y en su mayoría”. Acosta Vera (2018)

También hay petróleos crudos que no comprende el asfalto, en base a la relación de asfalto que posee, los petróleos se organizan en lo siguiente:

- Carburantes crudos de base asfáltica
- Carburantes crudos de base parafínica

Los asfaltos están comprendidos químicamente por asfaltenos, resinas, aromáticos y saturados.

#### - **Asfaltenos**

“Material que proveen la durabilidad del asfalto y organizan su esqueleto. Los asfaltenos suministran la resistencia mecánica de los asfaltos y les dan la resistencia”.

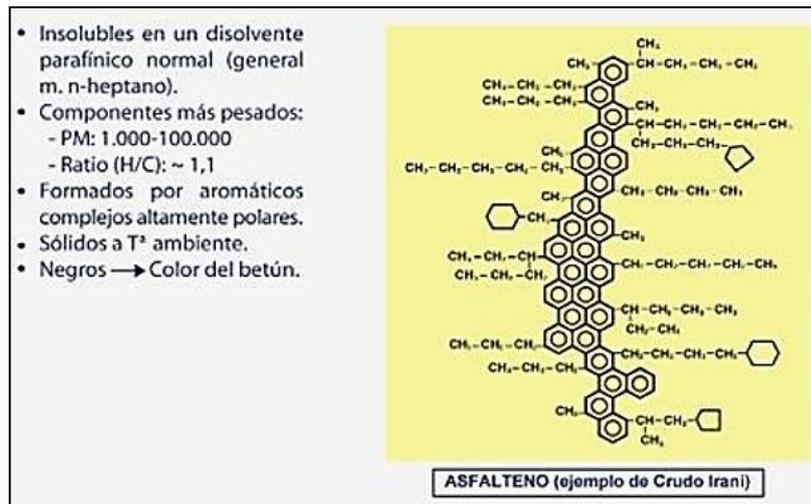


Figura 6. Asfáltenos.

Fuente: “Compuestos químicos de los asfaltos”, 2000-2016.

### - Aromáticos

Según Ara Donis (2018) “Son producidas de la concentración de anillos aromáticos que se reemplaza por cadenas pequeñas y contiene heteroátomos en divisiones cortas, se aprecia que las resinas son el resultado de un cambio no polar.

Las resinas se proporcionan de asfalto en la que los cementantes provienen como peptizantes de los asfáltenos”.

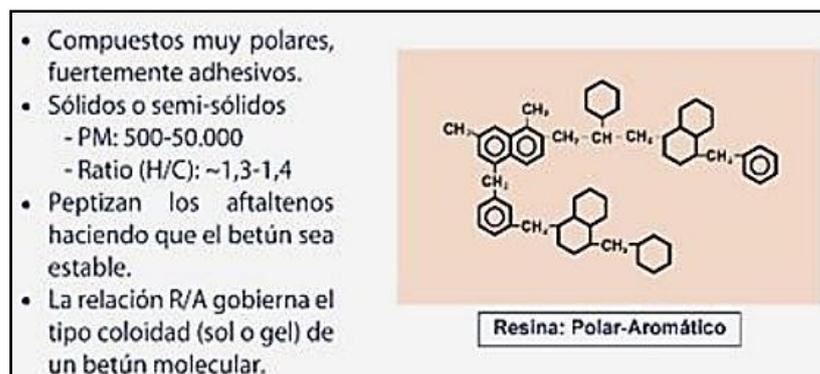


Figura 7. Asfáltenos Resinas.

Fuente: Tomada de “Compuestos químicos de los asfaltos, por Línea. 2000-2016.

### - Saturados

“Este tipo de hidrocarburos contiene entre 20 y 70 átomos de carbonos de hidrocarburos normales y de cadena propagada saturada cilíndricos, y en una existencia de pocos hidrocarburos aromáticos, los saturados

detallan pesos moléculas entre 300 y 800 en el interior de varias misiones que se llegan a nombrar algunos”:

- Reducción de la viscosidad.
- La susceptibilidad térmica, aumentan la penetración que se tiene como antioxidantes e impermeabilizantes y provocan deformaciones en el asfalto, etc.
- Aceites viscosos no polares.
- Compuestos mayormente por cadenas lineales y/o propagadas de hidrocarburos alifáticos con PM similar a los aromáticos.
- Muy baja reactividad.

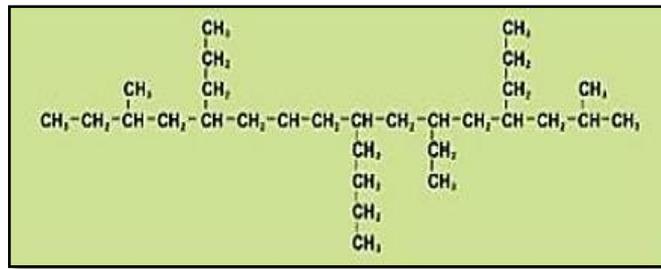


Figura 8. Saturados.

Fuente: Tomada de “Compuestos químicos de los asfaltos”, 2000-2016.

### 2.2.2.3. Clases de los asfaltos

Clasifican según su uso:

- Asfalto para pavimentación.
- Asfalto para aplicación industrial



Figura 9. Clases de los asfaltos.

Fuente: “Composición química de los asfaltos”, por Línea. 2000-2016.

### 2.2.2.3.1. Asfaltos para pavimentación

Detallan 3 conjuntos, en las que están.

#### - **Emulsiones asfálticas**

De acuerdo con Aduato Orellana (2019) “Es la combinación de agua y cemento cada uno de estos materiales que presenta su participación en porcentajes del 30-40% y 60-70%. Empleando en tratamiento superficiales de tal manera que, en las exposiciones de adherencia, mezclas abiertas, estabilización de superficie terrestre y lechadas asfálticas”.

La velocidad de rotura de la emulsión se puede clasificar como:

- Rotura rápida.
- Rotura medio.
- Rotura lenta.

#### - **Asfalto líquido**

“Además lo conocemos como asfaltos rebajados o “Cut backs”, de tal manera que se componen por una base asfáltica y un fluidificante volátil llegando a ser bencina kerosene. El disolvente se trabaja con el propósito de aportar al asfalto la viscosidad primordial logrando combinar los áridos y trabajar a pocas T°, ya realizado la mezcla de los fluidificantes sosteniendo el residuo asfáltico que rodea y aglutina los áridos, de tal manera como se evapora el solvente es lo que evalúa si el periodo de curado es lento (SC), medio (MC) o rápido (RC)”, como lo menciona Caso Quispe & De la cruz Gutiérrez (2021)

- SC: Asfaltos rebajados de curado lento.
- MC: Asfaltos rebajados de curado medio
- RC: Asfaltos rebajados de curado rápido

#### - **Cemento asfáltico**

Surge del aumento del procedimiento de la purificación del crudo que contiene elementos de aglutinamiento flexible y resistencia,

también presenta la viscosidad adecuada para el desarrollo de pavimentación. Es extraordinario para la elaboración de la MAC. En la actualidad, son especialmente trabajados los cementos asfálticos con límites de penetración de 60 a 70 para climas cálidos y 80 a 100 para climas templados, por ende, las investigaciones ejecutados y justificados en la prueba, se ha logrado determinar cuándo se anotan T° altas, entre máximo sea el índice de penetración, los pavimentos asfálticos llegan a incrementar grietas por ahuellamiento.

Tabla 1. *Límites de penetración estándar*

<b>Rango</b>	<b>Penetración estándar (0.01 mm)</b>
AC 40 a 50	40 a 50
AC 60 a 70	60 a 70
AC 85 a 100	70 a 85
AC 120 a 150	120 a 150
AC 200 a 300	200 a 300

Fuente: Basado en MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Bogotá: “Universidad Católica de Colombia”, 2002. p. 422.

#### **2.2.2.3.2. Asfalto industrial**

Busca aumentar el jaez del asfalto convencional a través de la aplicación de polímeros. Y se ordenan en diferentes grupos y son los siguientes:

- **Asfaltos Oxidados:** Es importante al fortalecer las particularidades físicas como: Aumento del peso específico y de la viscosidad, disminución de la susceptibilidad térmica y de la actividad. Santa Cruz Veliz (2021)
- **Asfaltos Modificados:** Tienden a buscar máxima durabilidad, elasticidad y obtener mejoramiento en las particularidades mecánicas con el propósito de utilizar las cualidades de los asfaltos normales solucionar algunos problemas ocasionados por

el aumento de volumen del tránsito, en la medida de aquellas cargas y parámetros del clima.

Para el Perú es principalmente funcional los cementos asfálticos que presentan categoría de penetración 60-70 en los climas con calor y 80 a 100 en climas fríos, por lo que tras la investigación estudiada y se fundamenta durante la práctica, por lo que se llega a conceptualizar cuando se copian temperaturas altas, que presenta máximo índice de penetración de los pavimentos asfálticos que se proponen para trabajar grietas por ahuellamiento. Santa Cruz Veliz (2021)

#### 2.2.2.4. Mezclas asfálticas en caliente

Quintero Jerez, Ortiz Santiago, & Sánchez (2015) mencionan que “Son las mezclas de agregados, insertando polvo mineral, más un ligante y solicitando tal situación, un aditivo, todos combinados en un equipo relacionado con la intención que los agregados lleguen a estar tapados por el ligante integrado, para su fabricación se calienta la mezcla con las máquinas apropiadas

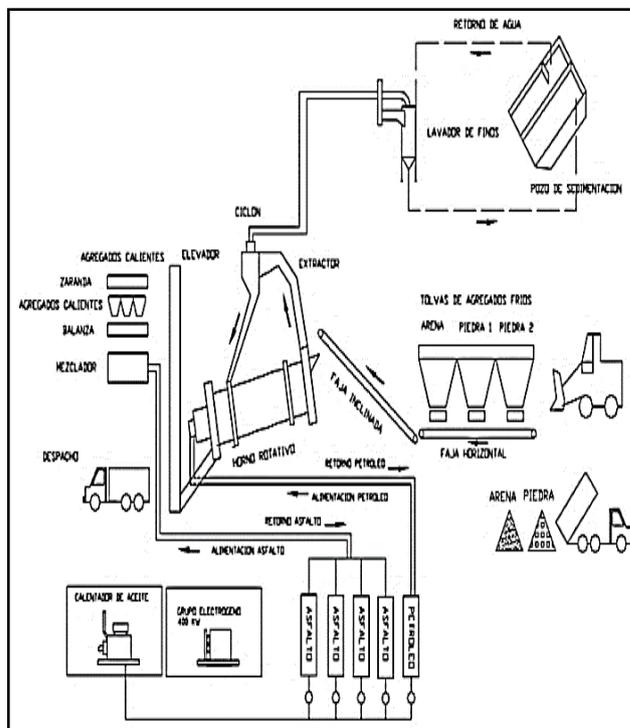


Figura 10: Estructura de flujo planta de porciones de MAC.

Fuente: “Proceso de producción de mezcla asfáltica”, por Rodríguez. 2008.

### 2.2.2.5. Características de los cementos asfálticos

Hallar la cualidad de un cemento asfáltico y describirlo por ser imprescindible, y hacer una secuencia de prácticas estandarizadas, que exponen la conducta a escala real del elemento.

Tabla 2. *Propiedades del Asfalto en caliente*

Propiedad	Und	Norma de ensayo	40-50		60-70		85-100	
			min	máx.	min	máx.	min	máx.
Asfalto Original			min	máx.	min	máx.	min	máx.
Penetración	0.1 mm	-	40	50	60	70	85	100
Índice de Penetración	-	-	-1.00	+1.00	-1.00	+1.00	-1.00	+1.00
Viscosidad a 60°C	Pa-s	ASTM D-4402	200	400	150	100	100	200
Viscosidad a 135°C	Pa-s	ASTM D-4402	0.27	0.65	0.22	0.15	0.15	0.40
Punto de inflamación	°C	-	232	-	232	-	232	-
Ductibilidad (25°C, 5 cm/min)	cm	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en tricloroetileno	%	-	99	-	99	-	99	-
Punto de ignición mediante copa abierta de Cleveland	°C	-	232	-	232	-	232	-
Pruebas al residuo (Ensayo del Horno de lámina asfáltica delgada en movimiento)								
Perdida por Calentamiento	%	-	-	1.00	-	-	-	1.00
Penetración del residuo como % de la penetración original	0.1 mm	-	58	-	54	50	50	-
Incremento del punto de ablandamiento	°C	-	-	9	-	-	-	9
Viscosidad a 60°C del residuo / viscosidad a 60°C del asfalto original	-	-	-	5	-	-	-	5
Contenido de ceras								Máxima 3%

Fuente: The Asphalt Institute, 1997

### 2.2.2.6. Densidad de la mezcla asfáltica

“Es la mezcla maciza determinada como el peso de un volumen específico de la mezcla. Definida por la cualidad primordial exigida, por lo que necesariamente detalla una alta densidad en el pavimento concluido consiguiendo una utilidad perdurable”. Anguas, Flores, López, & Alamilla, (2005).

### 2.2.2.7. Vacíos de aire de la mezcla asfáltica

Son reducidos de aire, o bolsas de aire, que se detallan entre los áridos en la mezcla final compactada.

Son niveladas, comprendidas en cierta proporción de vacíos para aprobar alguna compactación que se adiciona de menor tráfico, y facilitando vacíos llegando a fluir el asfalto mientras su compactación adicional.

“La proporción aceptada de espacios para capas de base y capas superficiales está entre 3 y 5 por lo que se necesita del diseño determinado”. Anguas, Flores, López, & Alamilla (2005).

### 2.2.2.8. Espacios en el árido mineral de la mezcla asfáltica

“Los vacíos en el árido mineral son los vacíos de aire que encontramos entre los fragmentos de árido en una mezcla compactada de pavimentación, insertando los vacíos que acumulan en el asfalto”. Anguas, Flores, López, & Alamilla (2005).

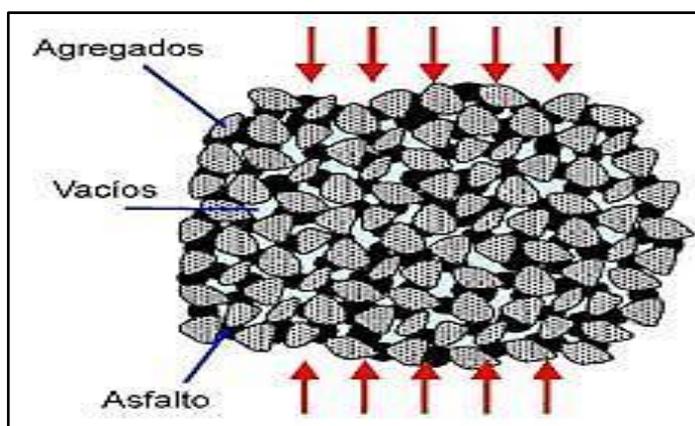


Figura 11. Vacíos de la mezcla asfáltica.

Fuente: “The Asphalt Institute”, 1997

### 2.2.2.9. Vacíos acumulados de asfalto

Instituto de Transporte (2004) nombra que “Los espacios son ocupados de asfalto VFA, son la proporción de espacios intergranulares de los fragmentos de agregados (VMA) que se localizan acumulados de asfalto. El VFA se localiza al disminuir los vacíos de aire del VMA y proporcionando entre VMA, en la que se detalla como porcentaje. (Instituto Mexicano del Transporte, 2004). La primordial causa del parámetro de VFA que limita los niveles

mayores de VMA y continuamente, los niveles máximos de la capacidad de asfalto. El VFA además limita la capacidad de aire permisible para combinaciones que se encuentran cerca de la norma mínima de VMA”.

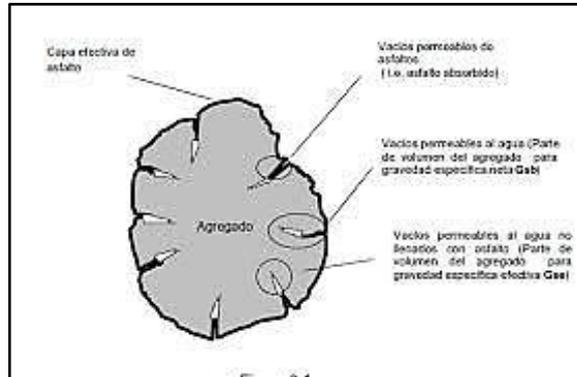


Figura 12: Vacíos llenos de Asfalto.

Fuente: “Instituto Mexicano del Transporte”, 2004

#### 2.2.2.10. Contenido del asfalto

“El fragmento de asfalto en la mezcla es primordial, llegando definirse cabalmente en el laboratorio, luego ser inspeccionada con exigencia en el proyecto”. Hernández Santillana, Rodríguez Roque, & Serrano Mejía, (2015)

La capacidad de asfalto de una mezcla características que constituye en utilizar los principios descritos por la técnica de diseño escogido.

Según Hernández Santillana, Rodríguez Roque, & Serrano Mejía (2015) “Necesita, en su mayoría de algunas particularidades del árido: El análisis granulométrico del árido está vinculado con el mismo. Comprenden la graduación de la mezcla, no menor a 15 será la zona superficial total, y máxima es la acumulación de asfalto para cubrirlo, parejamente la mayoría de los fragmentos”.

El vínculo entre la zona superficial del árido y el dominio óptimo de asfalto, es más enunciada cuando se encuentran divisiones demasiado finas de árido que llegan a pasar el tamiz No. 200).

Aumentan la acumulación de relleno mineral llegando a succionando literalmente, la mayoría de la capacidad de asfalto, produciendo una mezcla no estable y seca.

Los pequeños descensos presentan un resultado distinto: Relleno mínimo de mineral en la que se obtiene en una combinación muy húmeda.

El espacio de absorción del árido utilizado en la combinación, por lo que es primordial para hallar la capacidad óptima de asfalto, esto a causa de que se debe aumentar bastante asfalto a la combinación para aceptar absorción, llegando a ocultar las partículas con una película apropiado de asfalto. Hernández Santillana, Rodríguez Roque, & Serrano Mejía (2005)

Los maestros buscan dos tipos de asfaltos:

- **Contenido total de asfalto:** Acumulación de asfalto llegando a añadir a la combinación para la producción de las cualidades adecuadas en la misma.
- **Contenido efectivo de asfalto:** La capacidad de asfalto no succionado por el árido; es la acumulación de asfalto que forma película ligante efectiva por encima del área de los áridos.

#### **2.2.2.11. Características físicas del asfalto**

De acuerdo con Hernández Santillana, Rodríguez Roque, & Serrano Mejía (2005) “Las características físicas de asfalto de suma consideración para el proyecto de edificación y cuidado de autopistas son los siguientes”:

- a) Durabilidad
- b) Adhesión y cohesión
- c) Susceptibilidad a la temperatura
- d) Envejecimiento y endurecimiento

#### **2.2.2.12. Durabilidad**

Mayta Rojas (2018) menciona que “Se detalla como la dimensión en la que se llegue a tener en cuenta un asfalto de sus propiedades únicas en la que se muestra, por lo que se ha desarrollado habituales de degradación y decrepitud. Además, que es el elemento considerado generalmente a través de la conducta del pavimento, y seguidamente es complicado de determinar exclusivamente en

terminación de los elementos del asfalto.  
“.

La conducta del pavimento está afectada por el diseño de mezcla, las propiedades del árido, la mano de obra en la edificación y diferentes variables que insertan la durabilidad igual a la del asfalto. Hay ensayos rutinarios usados para analizar la durabilidad del asfalto, a continuación, detalla lo siguiente:

- a) Prueba de película delgada en horno rotatorio (RTFO)
- b) Prueba de película delgada en horno (TFO)

#### **2.2.2.13. Adhesión y cohesión**

La suficiencia del asfalto para incorporarse en la combinación para pavimento, y cohesión es la suficiencia del asfalto protegiendo establemente en su puesto, las moléculas de árido en el pavimento concluido.

“La prueba vinculada a la característica de la ductibilidad sin embargo este no mide inmediatamente la adhesión o la cohesión, sino comprueba la propiedad del asfalto respetada como se relaciona con la adhesión y la cohesión. En efecto, la prueba es del tipo “calicata – no calicata” y principalmente no da a conocer si la muestra es, o no, lo bastante maleable para realizar con las condiciones menores a los que se refirieron más adelante”. Hernandez Santillana, Rodriguez Roque, & Serrano Mejia (2005)

#### **2.2.2.14. Prueba de película delgada en horno (TFO)**

Los asfaltos presentan las particularidades de transformarse más duro en medida que reducen su  $T^{\circ}$ , y más dúctil si tu temperatura incrementa, esta particularidad se nombra Ara Donis (2018): susceptibilidad a la  $T^{\circ}$  la cual es una cualidad para los asfaltos, en la que nombra Termoplásticos.

La susceptibilidad a la  $T^{\circ}$  está entre asfalto de petróleos de distinta fuente, pero de igual manera los asfaltos presentan igual resistencia.

La susceptibilidad a la temperatura, es calculada mediante la viscosidad, y este cálculo cambia en correlación a la T° del asfalto y del tipo de asfalto, así un asfalto si es duro por lo que se nombra que presenta demasiada viscosidad, en otro caso si es más blando se menciona que el asfalto presenta mínima viscosidad.

Es primordial saber la susceptibilidad a la T° del asfalto que llega a ser trabajado, pues ella señala la T° apropiada, por lo que se llega a combinar el asfalto con el árido, y la T° en la que se espesa a la combinación por encima de la base de la trocha carrozable.

Es valioso nombrar que el asfalto llega a ser fluido a elevadas T° para que se llegue a cubrir las moléculas de áridos en el proceso del mezclado en la elaboración de pavimento insertando el recarpeteo. Y se requiere que luego se vuelva totalmente viscosa para conservarlas juntas las moléculas de áridos.

#### **2.2.2.15. Endurecimiento y envejecimiento**

“Son aquellos que inclinan a endurecerse en la mezcla asfáltica durante el procedimiento de la edificación y en los pavimentos concluidos” Ara Donis (2018).

Principalmente las causas son por la realización de oxidación en la que se ocasiona más sencillamente por las elevadas temperaturas como las de la edificación.

Esto se localiza en elevadas T° y en películas 3n la que se reviste los fragmentos de árido en el proceso de la mezcla, por lo que eso hace que la oxidación y endurecimiento sea muy rígida en la que ocurra en este proceso del mezclado.

Para los ensayos existen para trabajar las características de cemento asfáltico, las cuales son:

- Solubilidad
- Peso específico
- Viscosidad
- Penetración
- Punto de inflamación
- Endurecimiento

- Durabilidad

En los trabajos de Recarpeteo y los cementos asfálticos de tal manera que los demás trabajos con MAC, se ordenan en algunos sistemas diferentes:

- Viscosidad
- Viscosidad luego del envejecimiento
- Penetración

El procedimiento de viscosidad, el poise es la unidad mínima de cálculo para la viscosidad definitiva, por otro lado, al N° de poises es más alto es más viscoso el asfalto.

Hay ensayos primordiales para trabajar las propiedades físicas de los cementos asfálticos, son los siguientes:

- **Peso específico:** “Esta prueba se realiza para hallar la correlación necesaria de peso a volumen, cambian con la T°, o al añadirle el material distinto, normalmente el asfalto muestra una densidad que sobrepasa al agua”.
- **Solubilidad tricloroetileno:** “Es aquel proceso que nos ayuda para localizar residuos o materias diferentes que presenta el asfalto, o el compuesto que no se encuentre disoluble al asfalto”.
- **Punto de inflamación:** “En un ensayo de prevención desarrollada para hallar a que la T° produce flama de la materia asfáltica”.
- **Punto de reblandecimiento:** “En el proceso del anillo y la esfera, se divide en la medición a la resistencia de la materia de la modificación de sus características según su T°”.
- **Penetración a 25° C.:** “Este ensayo demuestra que la dureza que presenta los distintos tipos de asfalto, según a la dureza nos señala de qué tipo de cemento se trata”.
- **Ductilidad 25° C.:** “Es aquella propiedad en la que realiza la medición del estiramiento que muestra el asfalto sin destrozarse, la distancia del hilo de material en la que realiza la medición cuando se corta en cm, esta práctica también se señala el tipo de asfalto en la que se obtiene la edad igual, debido a que si se fractura los valores mínimos a lo nombrado, por lo que nos señala

que es un asfalto viejo y que ha extraviado sus partículas consecuentemente llega a ocasionar fallas en la carpeta “cemento asfáltico crackeado” Samaniego Orellana L. J. (2018)

- **Viscosidad absoluta a 60° C.:** Según Samaniego Orellana L. J. (2018) con “Este ensayo se ordena el cemento, esto trata en atravesar hacia arriba el asfalto en el interior de un tubo capilar de mínimos parámetros en la que se controla el vacío y temperatura al final se determina que según el tiempo se demora en que el asfalto pase de un lugar a otro en el interior del tubo, por lo que este periodo se multiplica por una constante de la máquina utilizando la unidad en la que se utiliza el poise que es aquella fuera de 1g/cm<sup>2</sup> y según la viscosidad que se obtiene cuando se subdividen los asfaltos”
- **Viscosidad saybol furol:** “Esta prueba se conoce a la temperatura en la que se domina muy fácilmente el asfalto, en este ensayo se realiza la medición del periodo en el que demoran en pasar 60 cm<sup>3</sup> de asfalto por un agujero de diámetro en la que se aproxima para que vayan de los 60 a 135 grados centígrados en la que depende del tipo de asfalto que se utilice.
- **Viscosidad cinemática a 135° C.:** “Nos ayuda a medir el periodo en la que el volumen de asfalto pasa mediante un viscosímetro capilar, de un agujero evaluado, esta unidad describe la relación que presenta la densidad del líquido a la T° del ensayo representado en 1g/cm<sup>3</sup>” Ramon F & Franca (2011)
- **Perdida por calentamiento:** “Lo llamamos además ensayo de película delgada, este ensayo describe lo que se endurece, por ello se presentan los asfaltos luego de ser calentada a T° extrema de 163°C, también hallamos las modificaciones que la materia obtiene durante el transporte, almacenado y tendido de meza. Segura Almanza A. T. (2015)

Tabla 3. *Cementos asfálticos por viscosidad a 60°C (AASHTO M 226)*

PRUEBA	Grado de Viscosidad					
	AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosidad, 60° C, poises	250±50	500±100	1000±200	2000±400	3000±600	4000±800
Viscosidad, 135 °C, Cs-menor						
Penetración, 25°C, 100g. 5s-mín.	125	175	250	300	350	400
Punto de llama, Cleveland, °C – mín.	220	140	80	60	50	40
Solubilidad en Tricloroetileno, % mín.	163(325)	177(350)	219(425)	232(450)	232(450)	232(450)
Ensayo TFO: Pérdida por calentamiento% máximo (opcional)1	99	99	99	99	99	99
Viscosidad, 60 °C, poises-máximo	100	1	0.5	0.5	0.5	0.5
Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm.-mínimo	100 <sup>2</sup>	200	4000	8000	12000	16000
Prueba de mancha (cuándo y cómo se especifique)3						
Solvente normal de nafta						Negativa para todos los grados
Solvente de nafta-xileno, % xileno						Negativa para todos los grados
Solvente de heptano-xileno, % xileno						Negativa para todos los grados

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente Serie de Manuales N°. 22 (MS-22).

En el orden según la viscosidad luego de envejecerse, se observan las particularidades de viscosidad luego en la que se localiza la carpeta del pavimento, simulamos un envejecimiento, el asfalto llega a ser practicado en el laboratorio trabajando un patrón de envejecimiento.

Tabla 4. *Cementos asfálticos clasificados por viscosidad a 60 °C*

PRUEBAS SEGÚN AASHTO T -240	Grado de Viscosidad				
	AR2-10	AR-20	AR-40	AR-80	AR-160
Viscosidad, 60° C, poises	1000±250	2000±500	4000±1000	8000±2000	16000±4000
Viscosidad, 135 °C, Cs- mínimo					
Penetración, 25°C, 100g. 5s- mín.% de	140	200	275	400	550
Penetración. original, 25°C- mín.	65	40	25	20	20
Ductilidad, 25°C, 5 cm/ min, cm-mín.	....	40	45	50	52
Ensayos sobre el asfalto original: Punto de llama. Cleveland °C mínimo Solubilidad	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75	50	52
	205(400) 99	205(400) 99	227(440) 99	227(440) 99	238(460) 99

Fuente: Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente Serie de Manuales N.º 22 (MS-22).

El tercer procedimiento aplicado se ordena los asfaltos, en la que es la penetración y su unidad es la décima de milímetro.

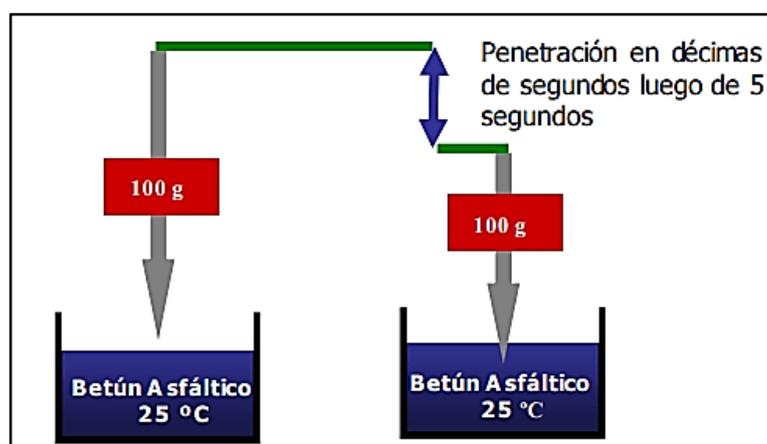


Figura 13: *Ensayo de Penetración.*

Fuente: Tomada de “Fundamentos de Construcción de Pavimentos de MAC Serie de Manuales”, N.º 22 (MS-22).

Tabla 5. Cementos asfálticos clasificado por viscosidad

Ensayo	Grado de Penetración									
	Mástic para sellado de juntas de concreto		Concreto asfáltico				Tratamientos superficiales			
	40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Penetración a 25°C (77 °F) 100 g. 5 s	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de Llama. Ensayo Cleveland °C	450	.....	450	.....	450	.....	450	.....	350	.....
Ductilidad a 25°C (77 °F) 5cm/min. cm	100	.....	100	.....	100	.....	100	.....	.....	.....
Solubilidad en Tricloroetileno%	99	.....	99	.....	99	.....	99	.....	99	.....
Perdida por calentamiento%	.....	0.8	.....	0.8	.....	1.0	.....	1.3	.....	1.5
Penetración del residuo, % del original	58	.....	54	.....	50	.....	46	.....	40	.....
Ductilidad del residuo a 25°C. 5 cm/min. cm	.....	.....	50	.....	75	.....	100	.....	100	.....
Ensayo de mancha (cuándo y cómo se especifique) Solvente normal de nafta	Negativa para todos los grados									
Solvente de nafta-xileno, % xileno	Negativa para todos los grados									
Solvente de heptano-xileno, % xileno.	Negativa para todos los grados									

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de MAC, Serie de Manuales N.º 22 (MS-22).

### 2.2.3. Agregados para la mezcla

Agregado aquella materia dura, empleando de una manera exclusiva divididas o fraccionadas.

MTC (2013) describe que “La MAC vienen a diferenciarse por la granulometría que presentan siendo densas, abiertas o SMA. Para llegar a cumplir estos requisitos que se muestran en el MTC del análisis granulométrico en la que se debe de ajustar a las siguientes gradaciones, el árido debe se encuentra suelto de terrones de arcillas aceptando un máximo de 1% de fragmentos en deleznable de acuerdo a lo mencionado en el MTC E 212, también no deben de obtener materia orgánica”.

Tabla 6. *Granulometría estándar para Mezcla asfáltica en caliente*

Tamiz	% que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
(25.0) mm -1"	100	-	--
(19.0) mm- 3/4"	80-100	100	-
(12.50) mm-1/2"	67-85	80-100	-
(9.50) mm -3/8"	60-77	70-88	100
(4.75) mm -N°4	43-54	51-68	65-87
(2.00) mm- N°10	29-45	38-52	43-61
(425) μm -N° 40	14-25	17-28	16-29
(180) μm -N° 80	8-17	8-17	9-19
(759 μm -N° 200	4-8	4-8	5-10

Fuente: MTC (2013)

Tabla 7. *Técnica en árido grueso*

Prueba	Normativa	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		<= 3.00 máx.	>3.00 máx.
Durabilidad a sulfato de magnesio	MTC E 209	(18%) máx.	(15%) máx.
Ensayo de abrasión los ángeles	MTC E 207	(40%) máx.	(35%) máx.
Ensayo de adherencia	MTC E 517	+ 95	+95
Ensayo de índice de durabilidad	MTC E 214	(35%) min	(35%) min
Partículas chatas y alargadas	MTC E 4791	(10%) máx.	(10%) máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles	MTC E 219	(0.5%) máx.	(0.5%) máx.
Ensayo de absorción	MTC E 206	(1.0%) máx.	(1.0%) máx.

Fuente: MTC (2013)

Los áridos según a su fuente llegan a dividirse en:

- **Áridos naturales:** Según Aduato Orellana (2019) “Son algunos que son utilizados por su aspecto natural, que presentan mínimo o ningún desarrollo. Están formados por fragmentos fabricados a través de su desarrollo natural de erosión y descomposición. Los diferentes tipos de árido natural utilizados para elaboración de pavimento son la piedra chancada y la arena. La grava es comúnmente al igual que los fragmentos de altura menor a 6.35 mm, sin embargo, es mayor a 0.0075 mm, algunos de los fragmentos que son menores a 0.075 mm por lo que son conocidos como acumulación mineral, por lo que esta compuesta por limos y arcillas.
- **Áridos procesados:** Aquellos que han sido chancados y tamizados antes de ser utilizadas.
- **Áridos sintéticos:** “Aquellos áridos resultados del método físico o químico de elementos. En la que existen subproductos de métodos industriales de elaboración de metales”. Aduato Orellana (2019)

La amplitud de carga de la carpeta es equilibrada fundamentalmente por los áridos, en la que es escogida adecuadamente y presenta buen uso de estos elementos abarca en la elaboración del pavimento asfáltico de excelente clase.

Cualidades de algunos elementos pétreos que sean explicados, las cuales se encuentren vinculadas fundamentalmente a su análisis granulométrico y a las cualidades intrínsecas del elemento.

También la cualidad, adaptan diferentes principios compuestos por parte de la elección del árido en un proyecto de pavimentación.

“Estos principios incorporan el costo y los recursos del árido. Un árido que realiza con las condiciones de precios y recursos que deberán presentar también algunas cualidades, llegando a ser conveniente para pavimento flexible de excelente clase”. Aduato Orellana (2019)

Estas características son:

- Capacidad de Absorción
- Afinidad con el Asfalto
- Peso Específico

- Graduación
- Limpieza
- Dureza
- Forma de la Partícula
- Textura Superficial

Asegurar el desgaste de un árido establecido en un diseño, es imprescindible comprender sus orígenes y averiguar las particularidades de los elementos elaborados.

### 2.2.3.1. Propiedades de mezclas asfálticas en cliente

- **Estabilidad:** “Cualidad en la que detalla el valor de la MAC aguantando la alteración y el traslado ocasionada por el tránsito vehicular. A un pavimento en la que comprende como constante, por lo que se mantiene la estructura e inversamente en la que anuncia cambios duraderos”. Anguas, Flores, López, & Alamilla (2005)  
 “Esta cualidad necesita todo de la frotación en el interior y la cohesión de los fragmentos, por lo que se necesita de la dimensión superficial, estructura de los fragmentos, y análisis granulométrico del árido, densidad de mezcla, proporción y diferente de asfalto; durante la cohesión necesitando del contenido de asfalto, aumentando hasta un punto óptimo de capacidad de asfalto, necesariamente después que este incrementa la capacidad de asfalto produciendo una lámina con grosor en las fragmentos de asfalto, lo que se produzca el desgaste de cohesión de los fragmentos”. Anguas, Flores, López, & Alamilla (2005)  
 Logrando calcular esta cualidad se usa una prensa hidráulica y molde para las briquetas Marshall por lo que se pone de forma transversal ocasionando a comprimirse y lecturar la fuerza trabajada hasta que la biqueta falla por primera vez.
- **Durabilidad:** “Esta cualidad ayuda para detallar el valor de la MAC para aguantar consecuencias como lluvias, T° y tránsito que envejecan el pavimento. La gran mezcla no tendría que ocasionar envejecimiento durante su vida útil”.
- **Flujo:** “Es la cualidad que muestra el cambio que presenta el pavimento cuando se somete a esfuerzos, debido a su compresión o tensión.

## 2.2.4. Propiedades de los fillers

Las propiedades de los fillers son divididas en dos tipos:

### 2.2.4.1. Propiedades físicas de los fillers

Están determinadas por las siguientes características que son:

- Masa
- Dimensiones
- Gradación
- Distribución
- Textura
- Color

CAL	vs	CEMENTO
<ul style="list-style-type: none"><li>• roca caliza, materia prima natural</li><li>• proceso de fabricación sencillo</li><li>• hornos a 900-950 °C</li><li>• absorbe CO2 en el fraguado</li><li>• mejora su resistencia con el paso del tiempo</li><li>• transpira</li><li>• es bactericida y fungicida</li><li>• es biodegradable</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>• uso de residuos de industria y aditivos en su fabricación</li><li>• proceso industrial complejo</li><li>• hornos a 1450 °C</li><li>• NO absorbe CO2</li><li>• pierde cualidades con el paso del tiempo</li><li>• NO transpira, problemas de humedad y mala calidad del aire interior</li><li>• NO tiene propiedades bactericidas</li><li>• NO es biodegradable</li></ul>

Figura 14. Propiedades físicas de los fillers.

Fuente: Tomada de “Guía básica para el control de calidad en recarpeteos con MAC”, por Hernández, Rodriguez y Serrano, 2015.

### 2.2.4.2. Propiedades químicas de los fillers

Las características químicas de los fillers están determinadas por su composición química como lo siguiente:

- Densidad
- Punto de fusión
- Punto de ebullición
- Solubilidad

### **2.2.5. Tipos de Filler y su efecto en la mezcla asfáltica**

“Los minerales, aquellos componentes integrados al ligante asfáltico tienen el propósito de cambiar sus características mecánicas, resistencia y completando la división del análisis granulométrico en la mezcla asfáltica fabricada en caliente, generando una mezcla con gradación y el mejoramiento de la conducta de esta”. Rangel Dueñas & Sarmiento Romero (2010)

“Comúnmente son elementos minerales como cal, cemento, polvo de tiza, cenizas de combustible pulverizada, talco, sílice, etc. El producto en su totalidad adicionando los fillers endureciendo el filler. En conclusión, práctico expresa que presentará un decrecimiento en su deformidad fabricada por una carga, aumento en su punto del reblandecimiento, un decrecimiento de su penetración y un aumento en su rigidez”. Rangel Dueñas, y otros (2010)

### **2.2.6. Importancia de filler en el asfalto**

El filler es fundamental en la conducta de las mezclas asfálticas a causa de que:

- Pertenece al esqueleto mineral y apoya las tensiones a causa de la demostración en el interior o por relación entre los fragmentos.
- Tapa los espacios del esqueleto de áridos gruesos y finos, por ello ocurre la impermeabilidad y densifica el esqueleto.
- El asfalto que de diferente forma llegará a ser imprescindible para adquirir unos espacios en mezcla bastante mínimas.
- Facilita puntos de relación entre los áridos de máxima dimensión y los encaja restringiendo su desplazamiento, incrementando así el equilibrio del conjunto.
- Ayuda a la compactación, ejecutando de manera de rodamiento entre los áridos con un grosor.

#### **Causa del mineral como elementos de las mezclas asfálticas**

- “Las fundamentales causas presentadas por el mineral es sobre los pavimentos al aumentar extensamente, la durabilidad a causa de que

reduzca el contenido de vacíos y rebaje la penetración del agua a las capas”. Fano Descalzi & Chavez Cespedes (2017)

- Al aumentarse la capacidad de la estabilidad de la mezcla hasta un resultado mayor, reduciendo después la estabilidad en la que se gradúa.
- El incremento exagerado de mezcla asfáltica además produce problemas en su comportamiento, en la que el pavimento se endurece frecuentemente y por consecuencia se vuelva quebradiza produciendo grietas en su capa asfáltica.

#### **Elección del filler correcto**

- “No son apropiados en la aplicación, por lo que la combinación es manejada como un sellante en continua relación con un líquido, a causa de que las fibras de asbesto lleguen a transferir el líquido mediante el asfalto”. Acosta Vera (2018)
- Los fillers que lleguen a succionar el agua no deben ser usada cuando el asfalto está en relación con el agua.
- Si el asfalto se utiliza como un protector que soporta a los ácidos, los fillers llega a ser las sílices.
- La aplicación de cal como filler ayuda a la adhesión del asfalto a las superficies minerales en existencia del agua.

#### **2.2.7. Sub – rasante**

Taipe Sarmiento & Salas Tocasca (2012) detalla “La subrasante es la capa de suelo natural de una carretera que soporta el paquete estructural, hasta una profundidad en la que no ocasione daños al peso de diseño adecuado al tráfico, por lo que la resistencia necesita el espesor para presentar la estructura del pavimento. Segura Almanza A. T., (2015)

#### **Propiedades fundamentales de la subrasante**

La subrasante, tiene como función ser el apoyo, transportar y dividir con igualdad la causa de las cargas de tránsito que proceden de las capas superior al pavimento, de forma que el suelo natural tiene la capacidad de resistir.

En el acontecimiento del área de la subrasante, por lo que es malo, por ejemplo:

“Tiene un alto volumen de elemento orgánico, que está compuesto por vegetales de tal manera carbonizadas o fangosas, en lo común de una forma fibrosa, de color café oscuro, y residuos llegando a ser peligroso para la base del paquete estructural, que respecta a eliminarse esta dicha materia y reemplazarse por otro distinto de excelente condición y sea superior a lo que se prueba”. Taipe Sarmiento & Salas Tocasca (2012)

Por lo tanto, si el área de la subrasante compone un área fina, arcilloso o limoso, que es considerable para la saturación, por lo que se ubica la capa de sub base de materia granular escogiendo antes de sacarlo con el echado de los estratos, esta superficie terrestre está compuesto por estratos graduados que no promete daños de saturación, que está compuesto por materiales granulares, en la que considera la probabilidad que no solicita la sub base. Tocasca (2012, pág. 15)

### 2.3. Marco conceptual

- a) **Agregado grueso:** “Según Hermando Nascimento (2018, pág. 25) describe que es “El agregado grueso es la división del agregado que se retiene en el tamiz N.º 8”.
- b) **Granulometría:** “Tiene como propósito que las partículas del agregado se localicen dentro del margen de los tamaños y que cada dimensión de partículas se presencie en la mezcla de pavimentación”. Valdivia Sánchez (2017, pág. 89)
- c) **Canto rodado:** “Ramon F & Franca (2011) menciona que la “Grava pequeña, lisa y redondeada tiene como problema le desgaste que es ocasionado en una corriente de agua”.
- d) **Cemento Portland:** “Según Norma E.060. del RNE (2014) el “Material caracterizado como polvo que, incorporando una acumulación conveniente de agua, este realiza la formación de la pasta que se endurece”.
- e) **Contenido de asfalto:** “División de asfalto en la combinación es principal, por lo que llega a ser analizada exactamente en el laboratorio”. Rodríguez Ore (2018, pág. 97)
- f) **Densidad:** Según Valdivia (2017) señala que: “La densidad de la combinación compactada se define como su peso unitario (el peso de un volumen específico de la mezcla)”. Valdivia Sánchez, 2017 (pág. 202).
- g) **Diseños de mezcla:** “Son las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto”. Absalon, y otros (2008)
- h) **Piedra chancada:** Según Deyvis, “Es de roca ígnea, compuesta por el enfriamiento y solidificación del material rocoso, conformado en su totalidad por silicatos. Obteniéndose por chancado artificial de rocas y sus dimensiones, que en tal situación es de ½” y ¾”. Deyvis, Yuliza, Edgar, & Elvis (2013)

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

. Los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente inciden significativamente en el comportamiento físico químico.

##### **3.1.2. Hipótesis específicas**

1. La resistencia varía significativamente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico

2. La deformación se altera notablemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

3. El porcentaje de vacíos cambia levemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

#### **3.2. Variables**

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

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

### **Filler**

Descritas como aquellos sustratos que son divididas en finos, las cuales son insolubles en asfalto sin embargo para que llegues a ser separadas, además de cambiar las propiedades mecánicas. Montejo Fonseca (2018)

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

#### **Mezclas asfálticas en caliente**

Definida como aquel producto que resulta de la mezcla en caliente y de una planta correcta, de dos o más áridos y cemento asfáltico en la que se compacta en caliente. Montejo Fonseca (2018)

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

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

##### **Filler**

Se debe identificar la variable filler para luego trabajar en función a sus dimensiones:

- D1: Procedencia
- D2: Propiedades
- D3: Peso específico

Se subdivide en indicadores.

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

##### **Mezclas asfálticas en caliente.**

Se debe identificar la variable MAC para luego trabajar en función a sus dimensiones:

- D1: Resistencia
- D2: Deformación
- D3: Porcentaje de vacíos

Los cuales se dividen en indicadores que servirán para identificar claramente las dimensiones.

### 3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 8. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ESCALA DE MEDICIÓN
V1: Variable Independiente Filler	Descritas como aquellos sustratos que son divididas en finos, las cuales son insolubles en asfalto sin embargo para que llegues a ser separadas, además de cambiar las propiedades mecánicas. Montejo Fonseca (2018)	Se debe identificar la variable filler para luego trabajar en función a sus dimensiones: D1: Procedencia D2: Propiedades D3: Peso específico Cada una de estas se divide en indicadores.	Procedencia industrial	Cal Cemento Portland	Adimensional	Razón
			Propiedades físicas y químicas	Finura	Adimensional	Razón
				Composición química	Adimensional	Razón
			Peso específico	absorción	gr/cm <sup>3</sup>	Razón
V2: Variable Dependiente Mezclas asfálticas en caliente	Definida como aquel producto que resulta de la mezcla en caliente y de una planta correcta, de dos o más áridos y cemento asfáltico en la que se compacta en caliente. Montejo Fonseca (2018)	Se debe identificar la variable mezcla asfáltica en caliente para luego trabajar en función a sus dimensiones: D1: Resistencia D2: Deformación D3: Porcentaje de vacíos Los cuales se dividen en indicadores que servirán para identificar claramente las dimensiones.	Resistencia	Estabilidad	Kg/N	Razón
			Deformación	Flujo	mm	Razón
			Porcentaje de vacíos	Densidad máxima teórica RICE	%	Razón

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

##### **4.1.1. Método de investigación general**

Según Tamayo Tamayo (2012) “Es aquel proceso que detalla los parámetros en las que se tienen acontecimientos necesarios, en la que se caracteriza en lo general por ser tentativo, por lo que se verifica, de razones rigurosas y observación con experiencia. (pág. 18)

La tesis buscó analizar la incidencia de distintos tipos de filler incorporados en MAC en el comportamiento físico químico, por lo que se empezó la tesis desde observación directa de las características de los fillers.

De acuerdo a las especificaciones de la tesis se aplicó el método general científico

##### **4.1.2. Método de investigación específica**

De acuerdo a Valdivia Dueñas (2018) “Es uno de los modelos en la que detalla al método científico, que se basa en un ciclo de inducción – deducción – inducción considerando la hipótesis y comprobar, por lo que este conformado por la observación el fenómeno a evaluar.

En la investigación se realizó la inducción y deducción de las hipótesis planteadas mediante la observación de la realidad o momento de experiencia, y elaboración de ensayos con los distintos tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas.

De acuerdo a estos parámetros en la tesis se aplicó el método específico hipotético – deductivo.

#### **4.2. Tipo de investigación**

Para el autor Rodriguez (2020), “Es aquel problema que vendrá a estar selecto por el investigador usando la investigación como fuente de dar respuesta a las formulaciones principales” (pág. 35).

Esta tesis, previamente se desarrolló una tesis para obtener un entendimiento fácil sobre los diferentes tipos de filler y luego se realizó la tesis aplicada para la realización y comprobar su uso.

De acuerdo a estas consideraciones, la tesis fue de tipo aplicado.

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

De Cerda et al. (2013), considera que Relacional “es un nivel de investigación, mientras que correlación es un procedimiento estadístico, por ello al nivel de investigación relacional no lo podemos llamar correlación, porque la correlación es nada más que un procedimiento estadístico, y esto de los más simples, porque podemos desglosar mucho más la correlación, y dentro de la asociación hay variantes; es decir, cuando hablamos de relación estamos hablando de un conjunto amplísimo de procedimientos estadísticos que contienen a la correlación.”

El estudio se pretendió conocer diferentes tipos de filler en la que analiza una relación de causa – efecto entre las variables, donde se analiza el comportamiento físico químico de distintos tipos de filler incorporados en la MAC.

De acuerdo con la evaluación, el diseño que se empleó en el estudio fue de nivel relacional.

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

Bono Cabré (2012) menciona que “Es mucho más frágil a las amenazas contra la validez inferencial, comparando con a la técnica experimental, también, en un cuasi - experimento logran formular hipótesis alternativas que se acoplen a los valores”.

En la investigación se tuvo el propósito de los estudios experimentales, por lo que fue procurar la presencia de la causa entre las variables filler y mezcla asfáltica caliente por lo que permitieron estimar los impactos del tratamiento.

Para la evaluación, el diseño que se empleó en la tesis fue de diseño cuasi-experimental.

## **4.5. Población y muestra**

### **4.5.1. Población**

De acuerdo Valdivia Dueñas (2018), esta detallada como el conjunto de las unidades de investigación, en la que presentan propiedades que se necesiten, para ser consideradas como tales.

La población está constituida por briquetas (42 briquetas) con diferentes tipos de filler de origen industrial.

### **4.5.2. Muestra**

Según Carrasco Díaz (2016), define “Es aquella parte que representa a la población, cuyas propiedades principales son las de ser objetiva, de tal forma que los valores obtenidos en la muestra lleguen a generalizar varios los elementos que componen dicha población”. (pág. 237)

La muestra está constituida por 18 briquetas convencionales más el óptimo y 24 briquetas con las dosificaciones de fillers con cal y cemento portland respectivamente al 1%, 2%, 3% y 4%, en cada porcentaje se elabora 3 briquetas con diferentes tipos de filler de origen industrial según la metodología no probabilístico intencional.

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

Según Hernández Sampieri (2018) es aquel instrumento de medida correcto en la que se coloca valores que detallen las definiciones verdaderamente o las variables del investigador (p. 102).

La información que se recolecta fue a través de las tablas aplicando métodos para recolectar valores en campo.

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

### **4.7.1. Procesamiento de la información**

Según Hernández Sampieri (2018), define como aquel proceso de la investigación que presenta obtener valor en conjunto y tener orden, en la que presente facilidad el investigador del análisis de la investigación según a los objetivos, hipótesis, entre otros.

El paso siguiente es el proceso de la información, etapa en que se evaluar el análisis de los resultados y que herramienta de evaluación serán aplicadas.

El tipo de evaluación de valores depende de algunos factores, que se menciona a continuación:

#### **4.7.1.1. Ensayos de Laboratorio**

##### **a) Granulometría - MTC E 204**

###### **➤ Materiales y equipos**

- Balanzas
- Agregado fino y grueso
- Estufa
- Tamices

###### **➤ Proceso**

- Elegir la secuencia de tamices de las medidas adecuadas para llegar a desarrollar las delimitaciones del material a aplicarse, también ubicar los tamices de forma decreciente, según los tamaños de abertura, y colocar la muestra por el tamiz superior.
- La acumulación que sobra de los tamices no es mayor a 4.75 mm, por ello se completa el procedimiento del tamiza, en la que debe ser  $< 7 \text{ kg/m}^2$  de la zona tamizada.
- Seguidamente el tamizado se basa de tal manera que no sobrepase al 1% de la acumulación del peso que se retiene en cada tamiz; en la que se sostiene de forma única por cada tamiz con su tapa y el fondo que se ajusta, dar golpes al filo del tamiz, con el movimiento de arriba a la palma de la otra mano.
- Para el pedazo que pasan de 3", el tamizado alcanza a desarrollarse a mano, analizando la abertura del tamiz por lo que es menor y pasan los fragmentos.

- Determinar el peso de la muestra que no pasa por el tamiz, y en la balanza se desarrolla el peso que cumple la normativa, por lo que el peso del material después del tamizado, tiende a comprobarse con el peso de la materia que se prueba.
- La materia o material se ensaya por la norma MTC E 202, por lo que se incrementa el peso del material demasiado fina pasando por la malla N°200 determinando por la técnica del tamiz seco.

#### **b) Ensayo de Marshall – MTC E 504**

- Esta prueba se encarga de diseñar la mezcla asfáltica y determinar distintas condiciones de desarrollo, en la que se inicia de la disposición y compactación de patrón de mezclas bituminosas, por lo que esta prueba ayuda para diversas pruebas físicas como estabilidad y flujo.
- Para esta prueba se cogerán briquetas que llegarán a estar constituidas por árido mineral y la materia bituminosa, para la tesis que detalla al asfalto en diferentes dosificaciones, en relación al árido mineral solo será imprescindible para el análisis granulométrico de cada uno de estos, por lo que requiere que el análisis granulométrico para la grava de  $\frac{3}{4}$ ", para piedra de  $\frac{1}{2}$  depende del grado con la que se realiza, en el caso de MAC 2 no se empleará la piedra de  $\frac{3}{4}$ , arena chancada y arena zarandeada.
- Se obtienen valores de análisis granulométricos de los áridos, en la que se comienza diseñando la forma siguiente: Para el diseño de una briqueta cogemos el peso de 1250 gr, por lo que poseemos una acumulación de asfalto y una relación de árido mineral. Después posee la relación de árido mineral en relación al peso general de la muestra.
- Seguidamente inicia a tener la dosificación fundamental según su tamaño y material. Por lo que se ejecutará la metodología para cada proporción de asfalto por lo que se obtiene cinco puntos de control, iniciando a ejecutar el procedimiento cinco veces, consiguiendo cinco diseños para Marshall.
- Las cantidades, inicia al calentar el asfalto y colocando en la tara por lo que se haya el árido, y pesar de forma agrupada, hasta que el peso sea

de 1250 g. Sosteniendo la combinación que se calienta la combinación y se vierte en los moldes de Marshall.

- Se tendrá que medir las dimensiones de esta, por lo que se menciona que su altura y grosor, posteriormente comenzará pesando el material en la que comprenderemos como peso seco, debido a que esto procede rompiéndose y se llegará que meter el material por treinta minutos en baño maría a una T= de 60°.

#### **4.7.2. Técnica y análisis de datos**

Las técnicas de análisis de datos en primera instancia correspondieron al análisis univariado donde se utilizó la desviación estándar, rango y promedio de cada una de las dimensiones planteados en base a los objetivos específicos (resistencia, deformación y porcentaje de vacíos) para la evaluación del comportamiento físico químico de diferentes tipos de filler.

##### **Requisitos del Anova**

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk y de Homogeneidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicará la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

#### **4.8. Aspectos éticos de la investigación**

Según Laura Aguilar (2022), “Describe los criterios nacionales e internacionales que se utilizan para garantizar la calidad ética de la investigación, explicando la aplicación de los principios éticos de beneficiar, autonomía, no maleficencia y justicia según corresponda”.

En la tesis con respecto a los aspectos éticos buscan salvaguardar la seguridad de los trabajadores de forma apropiada sin realizar sin ninguna modificación en el área de estudio, no se causarán consecuencias ambientales de ninguna forma no se transgredió la propiedad de los derechos en los autores mencionados en la investigación.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Descripción del diseño tecnológico**

El diseño tecnológico presenta el sentido y carácter que sigue el proyecto, en la que se contemplan varias etapas para el desarrollo, garantizando un éxito del mismo.

- Planeamiento del proyecto
- La búsqueda y la selección de la información
- Proceso de generación de las alternativas
- El desarrollo de la solución
- Proceso de producción e implementación de la solución: Se identifico una variación en las propiedades del asfalto en caliente, con el uso de una de las dosificaciones.

#### **5.2. Descripción de resultados**

##### **5.1.1. Diseño de mezcla asfáltica**

### a) Áridos para Mezcla Asfáltica

Los áridos empleados en la presente investigación para la fabricación de la MAC, son de procedencia de la ciudad de Jauja, específicamente de la cantera localizada en el distrito de Apata. Esta cantera provino de los áridos gruesos y agregados finos, en otras palabras, la grava de 3/4", la grava de 1/2", la arena chancada de 1/4" y finalmente la arena natural de 1/4".

En ese sentido, se desarrolló la granulometría de áridos gruesos y finos, según a lo señalado en el Manual de Ensayos de materiales del MTC, con referencia a la ASTM 3515. Con el propósito de evaluar los porcentajes de partículas pasantes a los tamices normalizados, asimismo con el objeto de determinar la curva granulométrica que se genera con esos porcentajes obtenidos de las partículas de cada uno de los materiales.

Según lo indicado, el agregado grueso de Grava de 3/4", sometido al ensayo anteriormente mencionado, presento la granulometría expuesta en tabla que se detalla "La granulometría árido grava de 3/4". De esta manera esta tabla nos muestra que este material detalla un TMN de 3/4".

Tabla 9. *Granulometría del Agregado Grava de 3/4"*

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que Pasa		
		M-01	M-02	Promedio
1"	25.40	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.10	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	42.6	36.5	39.6
3/8"	9.53	8.1	8.8	8.5
N°4	4.77	0.7	0.6	0.7
N°8	2.36	0.3	0.2	0.3
N°10	2.00	0.2	0.2	0.2
N°16	1.19	0.2	0.1	0.2
N°30	0.60	0.2	0.1	0.2
N°40	0.43	0.2	0.1	0.2
N°50	0.30	0.2	0.1	0.2
N°80	0.18	0.2	0.1	0.2
N°100	0.15	0.2	0.1	0.2
N°200	0.07	0.1	0.1	0.1

Consecuentemente, con los valores que se obtiene de la granulometría desarrollado en la figura 15, donde se muestra de forma gráfica a la curva granulométrica de la grava de 3/4”.

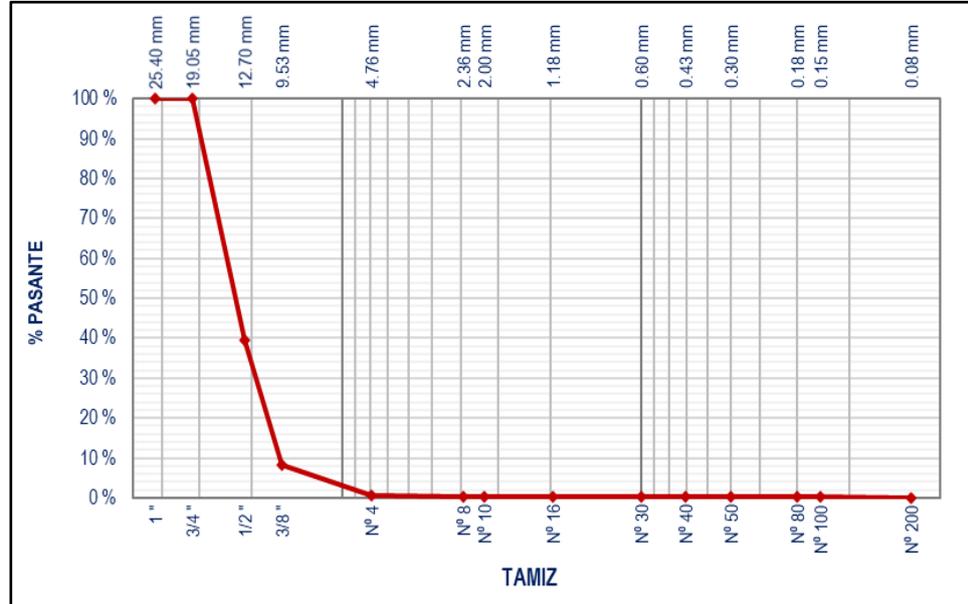


Figura 15: Curva Granulométrica del Agregado Grava de 3/4”.

Asimismo, se sometió al ensayo de granulometría a la de Grava de 1/2”, en la siguiente tabla que describe la granulometría, además se señala que el material presenta un TMN de 1/2”.

Tabla 10. *Análisis Granulométrico del Agregado Grava de 1/2”.*

Análisis Granulométrico				
Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que Pasa		
		M-01	M-02	Promedio
1”	25.40	100.0	100.0	100.0
3/4”	19.10	100.0	100.0	100.0
1/2”	12.70	98.9	97.9	98.4
3/8”	9.53	74.3	71.9	73.1
N°4	4.77	1.9	2.1	2.0
N°8	2.36	0.2	0.3	0.3
N°10	2.00	0.2	0.2	0.2
N°16	1.19	0.2	0.2	0.2
N°30	0.60	0.2	0.2	0.2
N°40	0.43	0.2	0.2	0.2
N°50	0.30	0.2	0.2	0.2
N°80	0.18	0.2	0.2	0.2
N°100	0.15	0.2	0.2	0.2
N°200	0.07	0.1	0.1	0.1

De igual forma, los valores expuestos en la tabla 10 se elaboró la siguiente figura, que la curva granulométrica de la grava de 1/2”.

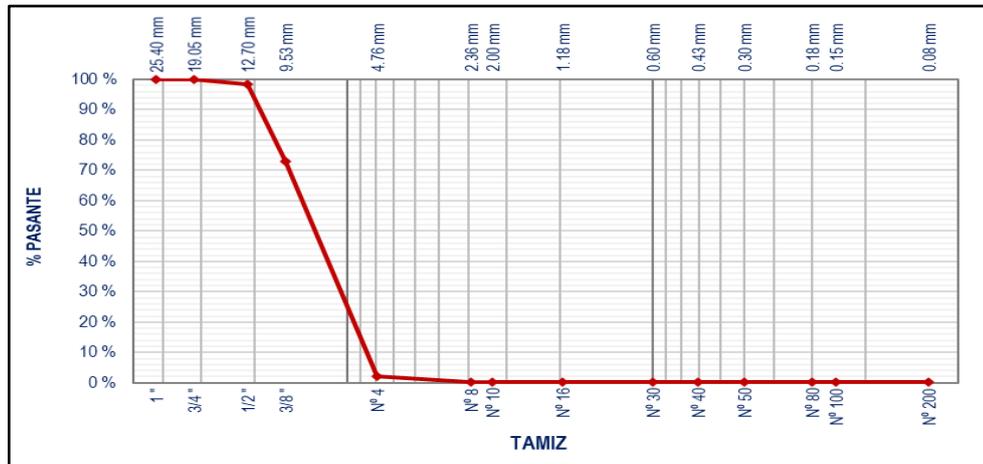


Figura 16. Curva Granulométrica del Árido Grava de 1/2”.

De la misma forma, el árido fino de arena triturada 1/4" presentó el análisis granulométrico en la que detalla en la tabla a continuación. Asimismo, la tabla también señala que la materia tiene un TMN de 1/4”.

Tabla 11. Granulometría del Árido Arena Triturada de 1/4”.

Análisis Granulométrico					
Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que Pasa			
		M-01	M-02	M-03	Promedio
1"	25.40	100.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	100.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.53	100.0	100.0	100.0	100.0
N°4	4.75	95.1	95.9	92.4	94.5
N°8	2.36	63.8	69.9	61.7	65.1
N°10	2.00	57.4	65.4	55.5	59.4
N°16	1.19	40.3	46.8	39.9	42.3
N°30	0.60	26.7	30.4	26.4	27.8
N°40	0.43	22.3	26.6	22.0	23.6
N°50	0.30	18.6	21.6	18.1	19.4
N°80	0.18	14.6	16.4	14.0	15.0
N°100	0.15	12.6	13.9	12.1	12.9
N°200	0.07	9.0	9.5	8.5	9.0

Consecuentemente, elaboró la curva granulométrica de la Arena triturada de 1/4” que se presenta en la figura mostrada líneas abajo.

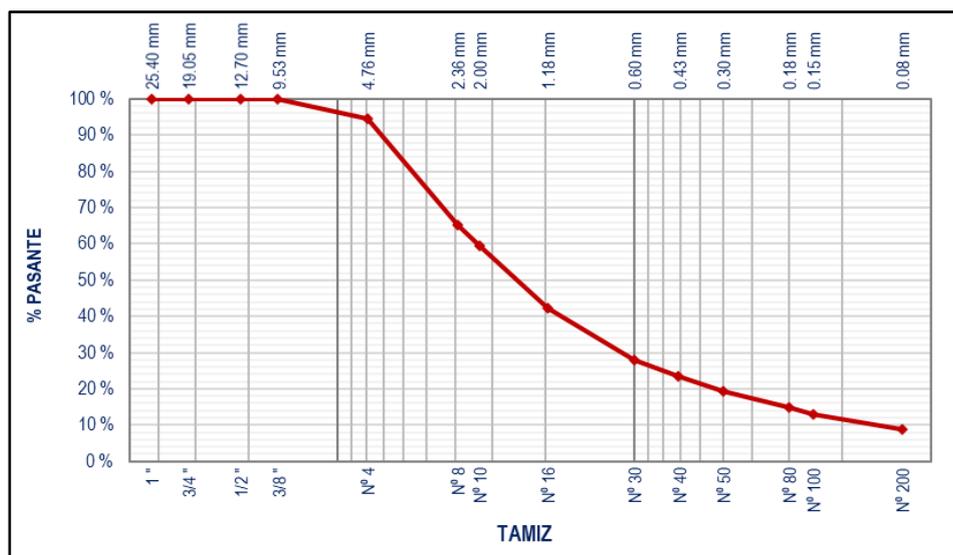


Figura 17. Curva Granulométrica del Agregado Arena Triturada de 1/4".

De la misma manera, la Arena Natural de 1/4", fue ensayado presentando la granulometría expuesta en la siguiente tabla. Asimismo, detalla que el material tiene un TMN de 1/4".

Tabla 12. Granulometría del Árido Arena Natural de 1/4".

Análisis Granulométrico				
Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que Pasa		
		M01	M02	Promedio
1"	25.40	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.53	100.0	100.0	100.0
N°4	4.75	99.8	99.7	99.8
N°8	2.36	91.6	91.1	91.4
N°10	2.00	90.2	89.6	89.9
N°16	1.19	84.3	83.9	84.1
N°30	0.60	69.1	69.2	69.2
N°40	0.43	49.5	52.2	50.9
N°50	0.30	26.5	29.3	27.9
N°80	0.18	12.1	12.2	12.2
N°100	0.15	9.0	9.2	9.1
N°200	0.07	4.9	4.8	4.9

De forma sucesiva, del resultado del ensayo realizado se preparó la figura que presenta el desarrollo el análisis granulométrico de la Arena natural de 1/4".

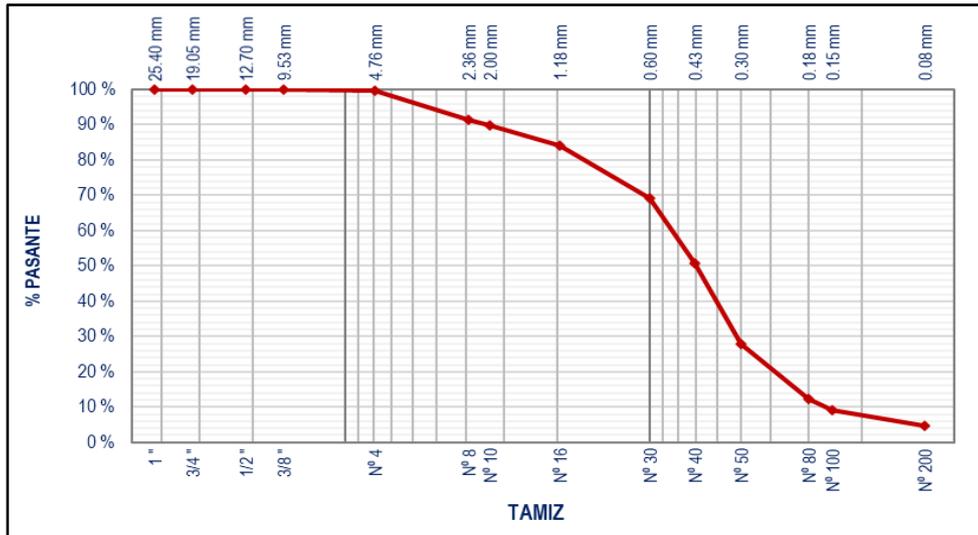


Figura 18. Curva Granulométrica del Agregado Arena Natural de 1/4".

## b) Combinación de Agregados

Teóricamente, se propuso una combinación de los materiales estudiados (grava de 3/4", grava de 1/2", arena chancada de 1/4" y arena natural de 1/4") para que los agregados de la mezcla asfáltica este entre las proporciones adecuadas. En ese sentido en la siguiente tabla detalla la dosificación de los áridos, que indica un 14% de grava de 3/4", un 21% de grava de 1/2", un 42% de arena triturada de 1/4" y por último un 23% de arena natural de 1/4".

Tabla 13. Combinación granulométrica de materiales.

Combinación Teórica para Mezcla Asfáltica	
Tipo de Material	Dosis
Grava de 3/4"	14
Grava de 1/2"	21
Arena chancada de 1/4"	42
Arena natural de 1/4"	23

Según lo presentado, se pretende alcanzar una mezcla de áridos correspondientes para una MAC para un diseño MAC-2, señalando en la norma del ASTM 3515 de Especificaciones Técnicas. Por lo que, la tabla 14 describe el análisis granulométrico esperada por la combinación teórica propuesta.

Tabla 14. *Granulometría del Material Combinado.*

Material Teóricamente Combinado		
Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que Pasa
1"	25.40	100.0
3/4"	19.00	100.0
1/2"	12.70	91.2
3/8"	9.53	81.5
N°4	4.75	63.1
N°8	2.36	48.4
N°10	2.00	45.7
N°16	1.19	37.2
N°30	0.60	27.7
N°40	0.43	21.7
N°50	0.30	14.6
N°80	0.18	9.2
N°100	0.15	7.5
N°200	0.07	4.9

Asimismo, en figura 19 detalla la curva granulométrica de la mezcla propuesta en contraste a las granulometrías individuales de cada material, así como también el huso correspondiente.

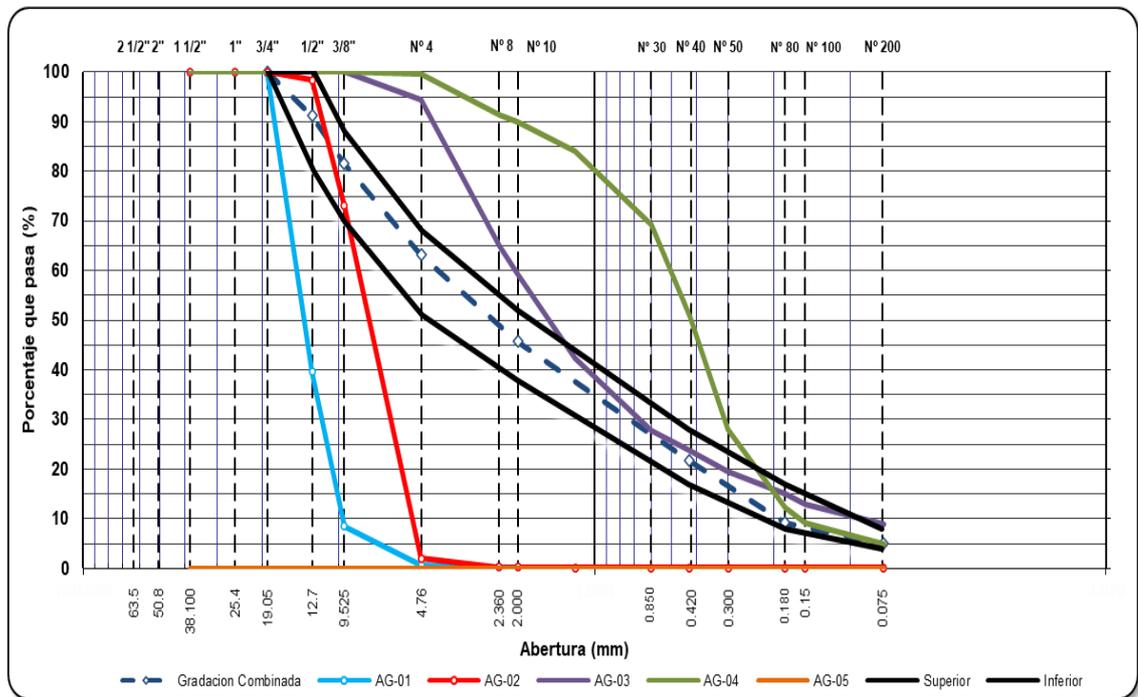


Figura 19. *Combinación granulométrica de materiales.*

Consecuentemente, se prosiguió bajo lo indicado como combinación teórica, trabajándose en ese sentido se obtuvo de la muestra combinada del análisis granulométrico que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 15. *Granulometría de la mezcla física de áridos.*

Mezcla física de áridos		
Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que Pasa
1"	25.40	100.0
3/4"	19.00	100.0
1/2"	12.70	92.0
3/8"	9.53	81.8
N°4	4.75	62.4
N°8	2.36	51.9
N°10	2.00	44.9
N°16	1.19	38.2
N°30	0.60	27.7
N°40	0.43	21.9
N°50	0.30	14.5
N°80	0.18	9.4
N°100	0.15	7.5
N°200	0.07	5.3

De la tabla podemos indicar que la granulometría real de la combinación es coherente con la granulometría de la combinación teórica propuesta, y por ende se encuentra dentro de las especificaciones del huso para una MAC-2. La siguiente figura detalla la curva elaborada de la granulometría realizada de la muestra combinada.

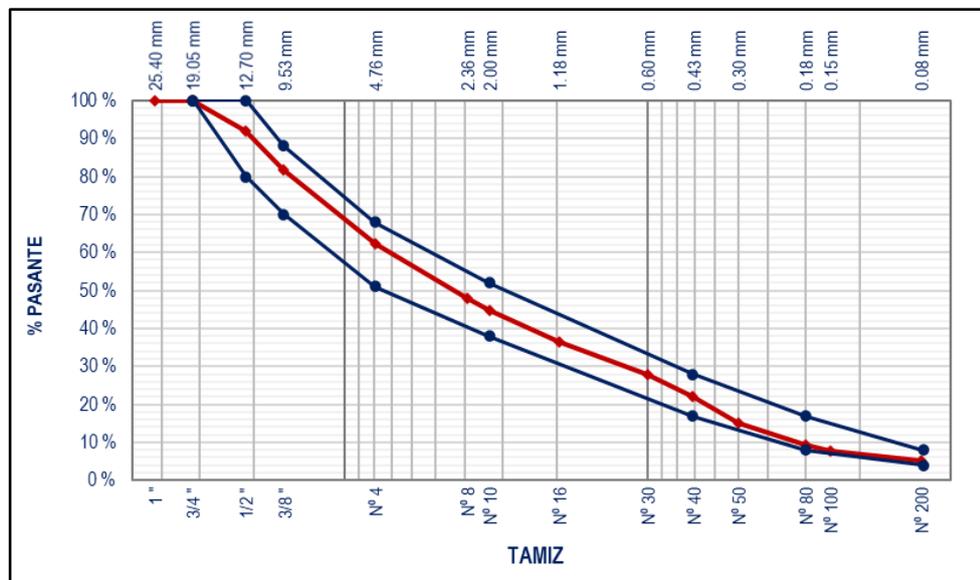


Figura 20. *Granulometría de la combinación física de Áridos.*

### c) **Requerimientos de calidad de agregados**

Por consiguiente, se sometieron los agregados a los ensayos indicados en la norma del MTC (Manual Ensayo de Materiales), con el propósito de analizar las

propiedades físico químico de los áridos finos y gruesos. Por lo se pueden contrastar los datos obtenidos con los resultados requeridos indicados en la norma del MTC (Especificaciones Técnicas), en otros términos, los requerimientos de calidad del agregado para determinar si los materiales de la cantera propuesta son “aptos”.

Se realizó la tabla en la que se muestran los ensayos elaborados al agregado grueso, correspondientes a los requerimientos de calidad. Así podemos indicar que nuestro material si es apto para ser aplicado como árido grueso en una MAC.

Tabla 16. *Especificaciones para Áridos gruesos.*

Especificación Técnica				
Ensayo	Norma	Valor obtenido	Requerimiento	Condición
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	1.26	15% máx.	APTO
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	14.2%	35% máx.	APTO
Partículas chatas y alargadas	MTC E 223	1.97	10% máx.	APTO
Caras fracturadas	MTC E 210	92/82	90/70 mín.	APTO
Absorción	MTC E 206	0.98	1.0% máx.	APTO

En el mismo marco, se elaboró también la tabla “Requerimientos para Agregados finos” que presenta las pruebas desarrolladas al árido fino, contrastándose con los requerimientos especificados en la norma.

Razón por la cual, se puede aseverar que los áridos finos si verifican los requerimientos de calidad por lo que son aptos para su uso como agregado fino dentro de la MAC.

Tabla 17. *Requisitos para áridos finos.*

Ensayo	Norma	Valor obtenido	Requerimiento	Condición
Equivalente de Arena	MTC E 114	63	70% máx.	APTO
IP (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP	APTO
Durabilidad al sulfato de Magnesio	MTC E 209	3.93	18% máx.	APTO
Sales Solubles	MTC E 219	0.12	0.5 máx.	APTO
Absorción	MTC E 205	0.42	0.5 máx.	APTO

#### d) Caracterización de los áridos con adición de cemento portland

##### ▪ **Peso específico del árido fino con adición de cemento portland.**

El análisis del peso específico se desarrolla del material del árido convencional y adicionando el cemento portland de acuerdo a las proporciones de 1%, 2%, 3% y 4% cuyos valores obtenidos se muestran de la siguiente manera.

Tabla 18. *Peso específico con cemento portland.*

Peso específico	Valor obtenido	% de variación
Convencional	2.613%	0.000%
1% de cemento portland	2.624%	+0.004%
2% de cemento portland	2.656%	+0.015%
3% de cemento portland	2.678%	+0.025%
4% de cemento portland	2.695%	+0.032%

En la tabla 18 detalla que al adicionar el 1% de cemento portland el % de varianza del peso específico es +0.004%, con el 2% de cemento portland el porcentaje de varianza es de +0.015%, con el 3% de cemento portland el porcentaje de variación es de +0.025% y por último con el 4% de cemento portland el porcentaje de variación es de +0.032%.

##### ▪ **Durabilidad al sulfato de magnesio, adición de cemento portland.**

El análisis de durabilidad al sulfato de magnesio desarrolla el material del árido convencional y con la adición de cemento portland de acuerdo a las dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4% en la que los valores que se obtienen, se muestran de la siguiente manera.

Tabla 19. *Durabilidad al sulfato de magnesio con cemento portland*

Durabilidad al sulfato de magnesio	Valor obtenido	% de variación
Convencional	3.93%	0.000%
1% de cemento portland	4.09%	+0.041%
2% de cemento portland	4.25%	+0.081%
3% de cemento portland	4.37%	+0.112%
4% de cemento portland	4.58%	+0.165%

En la tabla 19 se detalla que al adicionar el 1% de cemento portland el porcentaje de varianza del peso específico es +0.041%, con el 2% de cemento portland el porcentaje de variación es de +0.081%, con el 3% de

cemento portland el porcentaje de variación es de +0.112% y por último con el 4% de cemento portland el porcentaje de variación es de +0.165%.

▪ **Extracción cuantitativa de asfaltos en mezclas, adición de cemento portland.**

La evaluación del ensayo extracción cuantitativa de asfaltos o lavado asfáltico se desarrolla de la mezcla asfáltica convencional con la adición de cemento portland de acuerdo a las dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4% de valores que se obtiene, por lo que se detallan de la siguiente manera.

Tabla 20. *Extracción cuantitativa de asfaltos*

Contenido de asfaltos	Valor obtenido	% de variación
Convencional	6.10%	0.000%
1% de cemento portland	6.11%	+0.002%
2% de cemento portland	6.12%	+0.003%
3% de cemento portland	6.19%	+0.015%
4% de cemento portland	6.26%	+0.026%

En la tabla 20 se comprueba que al adicionar el 1% de cemento portland el porcentaje de variación del contenido de asfaltos es +0.002%, con el 2% de cemento portland el porcentaje de variación es de +0.003%, con el 3% de cemento portland el % de variación es de +0.015% y por último con el 4% de cemento portland el porcentaje de variación es de 0.026%.

e) **Caracterización de los áridos con adición de cal**

• **Peso específico del árido fino con adición de cal.**

El análisis del peso específico se desarrolla del material del árido convencional y con la adición de cal de acuerdo a las dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4% cuyos valores que se obtiene, se muestran a continuación.

Tabla 21. *Peso específico con cal.*

Peso específico	Valor obtenido	% de variación
Convencional	2.613%	0.000%
1% de cal	2.624%	+0.004%
2% de cal	2.636%	+0.008%

3% de cal	2.677%	+0.025%
4% de cal	2.698%	+0.085%

En la tabla 21 detalla que al adicionar el 1% de cal el porcentaje de variación del peso específico es +0.004%, con el 2% de cal el porcentaje de variación es de +0.008%, con el 3% de cal el porcentaje de variación es de +0.025% y por último con el 4% de cal el porcentaje de variación es de 0.085%.

- **Durabilidad al sulfato de magnesio con adición de cal.**

El análisis de durabilidad al sulfato de magnesio por lo que desarrolla de la muestra del árido convencional y con la adición de cal de acuerdo a las dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4% donde los valores obtenidos se muestran de la siguiente manera.

Tabla 22. *Durabilidad al sulfato de magnesio con cal*

Durabilidad al sulfato de magnesio	Valor obtenido	% de variación
Convencional	3.93%	0.000%
1% de cal	4.07%	+0.036%
2% de cal	4.19%	+0.066%
3% de cal	4.20%	+0.069%
4% de cal	4.28%	+0.089%

En la tabla 22 detalla que al adicionar el 1% de cal el porcentaje de varianza del peso específico es +0.036%, con el 2% de cal el porcentaje de variación es de +0.066%, con el 3% de cal el porcentaje de variación es de +0.069% y por último con el 4% de cal el porcentaje de variación es de +0.089%.

- **Extracción cuantitativa de asfaltos en mezclas, adición de cal.**

La evaluación del ensayo extracción cuantitativa de asfaltos o lavado asfáltico se desarrolla de la mezcla asfáltica convencional con la adición de cal de acuerdo a las dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4%, por lo que los datos se detallan de la siguiente manera.

Tabla 23. *Extracción cuantitativa de asfaltos con cal*

Contenido de asfaltos	Valor obtenido	% de variación
Convencional	6.10%	0.000%
1% de cal	6.11%	+0.002%

2% de cal	6.12%	+0.003%
3% de cal	6.13%	+0.005%
4% de cal	6.12%	+0.003%

La tabla siguiente detalla que al adicionar el 1% de cal el % de varianza del contenido de asfaltos es +0.002%, con el 2% de cal el % de varianza es de +0.003%, con el 3% de cal el porcentaje de variación es de +0.005% y por último con el 4% de cal el porcentaje de variación es de +0.003%.

### 5.1.2. Método Marshall

Consecuentemente, se diseñó la mezcla asfáltica en laboratorio a través del método de Marshall, en la cual se proponen los especímenes con diferentes contenidos de cemento asfáltico, en esta investigación se trabajó con los porcentajes de 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5% y 7.0% de contenido de asfalto PEN 85-100.

De esta forma, de los especímenes elaborados se analizaron las características fundamentales de un pavimento, que nos garantizan un buen desempeño durante su vida en servicio, en la que se determina el óptimo contenido de cemento asfáltico. En ese sentido se elaboró la siguiente tabla que nos indica los valores obtenidos en las características analizadas de cada espécimen elaborado.

De la tabla presentada, podemos indicar que el espécimen con 5.0% de cemento asfáltico presento una estabilidad de 1368 kg, flujo del 8.3 mm, vacíos el 6.6%, V.M.A. 16.4% y Vacíos llenos 59.6%. Mientras que el espécimen con 5.5% de cemento asfáltico indico una estabilidad de 1288 kg, flujo de 9.7 mm, vacíos el 5.0%, V.M.A. 16.1% y Vacíos llenos 68.8%. El espécimen con 6.0% de cemento asfáltico indico una estabilidad de 1176 kg, flujo de 12.7 mm, vacíos un 4.0%, V.M.A. 16.2% y Vacíos llenos 75.3%. El espécimen con 6.5% de cemento asfáltico presento una estabilidad de 1121 kg, flujo de 14 mm, vacíos el 3.9%, V.M.A. 16.8% y Vacíos llenos 76.6%. Finalmente, el espécimen con 7.0% de cemento asfáltico presento una estabilidad de 1042 kg, flujo de 17.1 mm, vacíos el 3.3%, V.M.A. 17.5% y Vacíos llenos 81.4%.

Tabla 24. *Diseño Marshall a distintos % de cemento asfáltico.*

Diseño Marshall					
% de Cemento Asfáltico	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Vacíos (%)	V.M.A. (%)	Vacíos Llenos (%)
5.0%	1368	8.3	6.6	16.4	59.6
5.5%	1288	9.7	5.0	16.1	68.8

6.0%	1176	12.7	4.0	16.2	75.3
6.5%	1121	14.0	3.9	16.8	76.6
7.0%	1042	17.1	3.3	17.5	81.4

Asimismo, se presenta los gráficos que han sido elaborados con los datos obtenidos explicados en la tabla 24, con la finalidad de apreciar de forma gráfica el desarrollo de cada característica del diseño a través de la adición de cemento asfáltico.

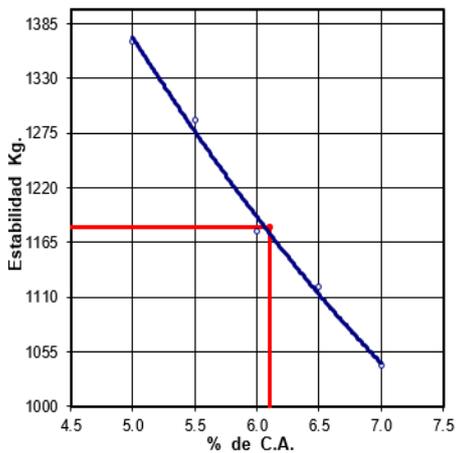


Figura 21. Estabilidad vs %C.A.

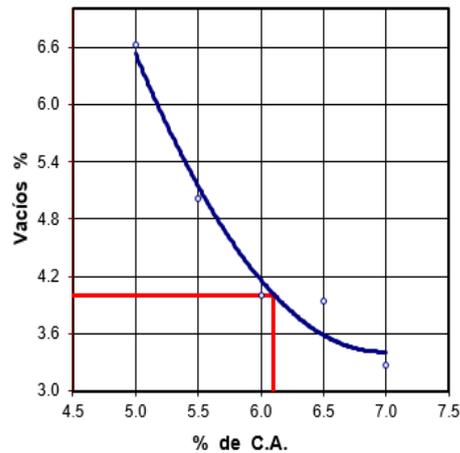


Figura 22. Vacíos vs %C.A.

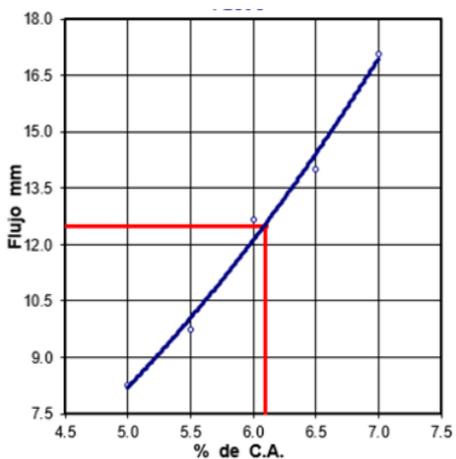


Figura 23. Flujo vs %C.A.

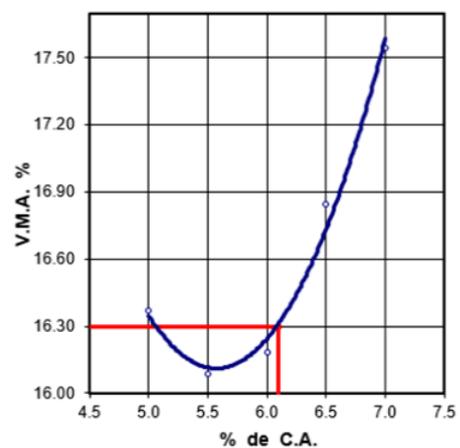


Figura 24. V.M.A. vs %C.A.

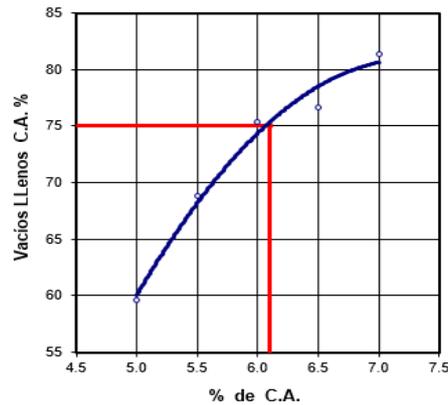


Figura 25. Vacíos Llenos vs %C.A.

Consecuentemente, se determinó que la mezcla de los áridos propuesta el óptimo contenido de cemento asfáltico corresponde al porcentaje de 6.1%. El cual es descrito en la tabla elaborada mostrada líneas abajo, las características mostradas indican que, con un contenido óptimo de cemento asfáltico del 6.1%, la estabilidad es igual a 1180 kg, el flujo correspondió a 12.36 mm, el V.M.A. es igual al porcentaje de 16.4%, mientras que los % de vacíos y de vacíos llenos presentaron valores de 4.1% y 75.2% respectivamente.

Tabla 25. Diseño Marshall al óptimo cemento asfáltico.

Diseño Marshall Óptimo					
% de Cemento Asfáltico	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	V.M.A. (%)	Vacíos (%)	Vacíos Llenos (%)
6.1%	1180	12.36	16.4	4.1	75.2

**a) Filler: 1%, 2%, 3% y 4% de Cemento Portland**

Consecutivamente, al diseño óptimo determinado se propuso adicionar cemento portland en proporciones igual al 1%, 2%, 3% y 4% y de estos nuevos especímenes se dispuso determinar sus características ya antes mencionadas.

Según lo expuesto, la tabla 26 muestran los valores resultantes del ensayo Marshall al espécimen con óptimo contenido de asfalto con incorporación de 1% de cemento portland, 2% de cemento portland, 3% de cemento portland y 4% de cemento portland.

Tabla 26. Diseño Marshall 6.1% de C.A. + 1%, 2%, 3% y 4% de Cemento Portland

Diseño Marshall 6.1% de C.A.					
Filler	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	V.M.A. (%)	Vacíos (%)	Vacíos Llenos (%)
1% de Cemento portland	1223	11.9	16.7	4.2	74.7

2% de Cemento portland	1289	11.0	17.4	4.5	74.4
3% de Cemento portland	1323	10.4	17.9	4.5	74.9
4% de Cemento portland	1350	9.2	18.1	4.5	75.3

La tabla nos indica que, con 1% de cemento portland como filler la estabilidad fue de 1223 kg, el flujo de 11.9 mm, el V.M.A. presento el porcentaje de 16.7% los vacíos y vacíos llenos presentaron porcentajes de 4.2% y 74.7%. Por otro lado con 2% de cemento portland como filler presento una estabilidad de 1289 kg y el flujo 11.0 mm, y finalmente los porcentajes de V.M.A., vacíos y vacíos llenos alcanzaron los porcentajes de 17.4%, 4.5% y 74.4% respectivamente, con 3% de cemento portland como filler presento una estabilidad de 1323 kg y el flujo 10.4 mm, y finalmente los porcentajes de V.M.A., vacíos y vacíos llenos alcanzaron los porcentajes de 17.9%, 4.5% y 74.9% respectivamente y con 4% de cemento portland como filler presento una estabilidad de 1350 kg y el flujo 9.2 mm, y finalmente los porcentajes de V.M.A., vacíos y vacíos llenos alcanzaron los porcentajes de 18.1%, 4.5% y 75.3% respectivamente.

**b) Filler: 1%, 2%, 3% y 4% de Cal**

Asimismo, al diseño óptimo determinado se incorporó cal en 1%, 2%, 3% y 4%. En este marco, señala los datos del desarrollo del método Marshall a los especímenes con el óptimo contenido de cemento asfáltico con incorporación de 1%, 2%, 3% y 4%.

*Tabla 27. Diseño Marshall 6.1% de C.A. + 1%, 2%, 3%, 4% de Cal.*

Diseño Marshall 6.1% de C.A.					
Filler	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	V.M.A. (%)	Vacíos (%)	Vacíos Llenos (%)
1% de Cal	1214	12.1	16.6	4.3	74.3
2% de Cal	1313	11.5	16.9	4.5	73.4
3% de Cal	1253	10.9	17.6	4.7	73.3
4% de Cal	1190	10.1	18.1	5.1	72.0

La tabla nos indica que la adición de 1% de cal, la estabilidad es de 1214 kg y el flujo fue de 12.1 mm, mientras que el V.M.A. presento el porcentaje de 16.6 los vacíos y vacíos llenos presentaron valores de 4.3% y 74.3% respectivamente. Para la adición de 2% de cal, se presentó una estabilidad igual a 1313 kg y el flujo igual a 10.1 mm, el porcentaje de V.M.A. fue 16.9% y por último 4.5% y 74.3%

correspondió a los vacíos y a los vacíos llenos respectivamente, en el caso de la adición de 3% de cal, se presentó una estabilidad igual a 1253 kg y el flujo igual a 10.9 mm, el porcentaje de V.M.A. fue 17.6% y por último 4.7% y 73.3% correspondió a los vacíos y a los vacíos llenos respectivamente y para la adición de 4% de cal, se presentó una estabilidad igual a 1190 kg y el flujo igual a 10.1 mm, el porcentaje de V.M.A. fue 18.1% y por último 5.1% y 72.0% correspondió a los vacíos y a los vacíos llenos respectivamente.

**c) Variación en el diseño Marshall**

Según lo expuesto, se elaboraron las siguientes tablas donde se resumen los valores obtenidos y asimismo se muestra la variación que existe en cada característica de la mezcla asfáltica, en otras palabras, en la estabilidad, en el flujo, en el porcentaje de V.M.A., así como también en los porcentajes de espacios y de vacíos llenos.

En la tabla detalla que el uso de filler en la mezcla asfáltica genera variaciones positivas en la estabilidad, siendo el filler 1% de cemento portland genera una variación de +0.036% y al 2% de cemento portland la variación es de +0.092%, al 3% de cemento portland la variación es de +0.121%, al 4% de cemento portland la variación es de +0.144%.

Tabla 28. *Variación de la estabilidad por diferentes tipos de filler.*

Diseño	Estabilidad (kg)	Variación (%)
Convencional	1180	0.000%
1% de Cemento portland	1223	+0.036%
2% de Cemento portland	1289	+0.092%
3% de Cemento portland	1323	+0.121%
4% de Cemento portland	1350	+0.144%
1% de Cal	1214	+0.029%
2% de Cal	1313	+0.113%
3% de Cal	1253	+0.062%
4% de Cal	1190	+0.008%

Con la finalidad de apreciarse con mayor facilidad la influencia de los diferentes tipos de filler usados en esta investigación dentro de la MAC, la figura 26 presenta gráficamente como varía la estabilidad, en ambos casos (cemento portland y cal, como filler) la estabilidad disminuye la medición en que incrementa el porcentaje de filler. El cemento portland como filler afecta la mayor magnitud a la estabilidad de la MAC comparación a la cal.

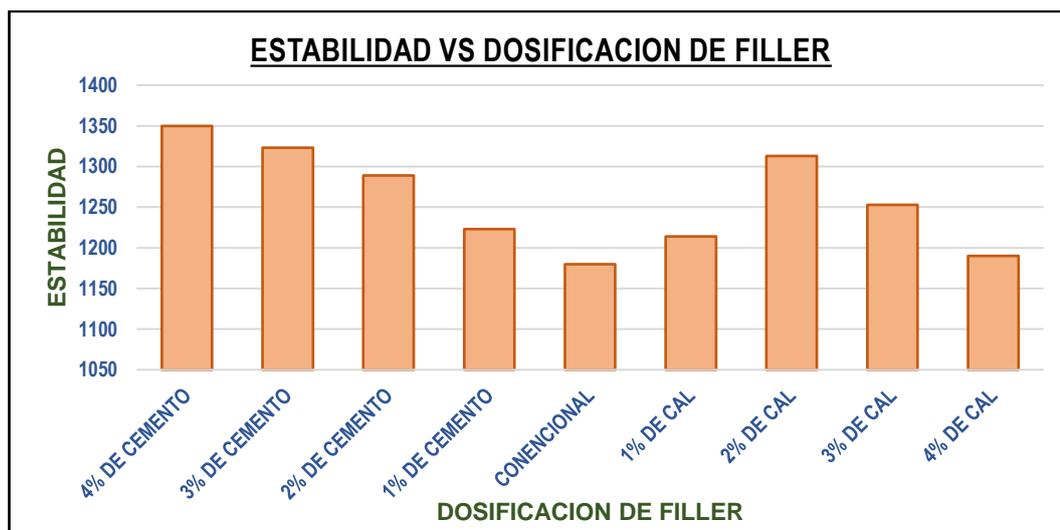


Figura 26. Variación en la estabilidad.

Consecuentemente, en la tabla siguiente se presenta las variaciones provocadas en el flujo a causa del uso de los diferentes tipos de filler dentro de la mezcla asfáltica, siendo el filler un 1% de cemento portland la variación que se presenta es de -0.037% y a un 2% de cemento portland la variación es de -0.110% en el flujo en relación a la mezcla asfáltica convencional. En la situación de la cal, a un 1% difiere en -0.021% del flujo y a un 2% difiere en -0.070%.

Tabla 29. Variación del flujo por diferentes tipos de filler.

Diseño	Flujo (0.01")	Variación (%)
Convencional	12.36	0.00%
1% de Cemento portland	11.90	-0.037%
2% de Cemento portland	11.00	-0.110%
3% de Cemento portland	10.40	-0.159%
4% de Cemento portland	9.20	-0.256%
1% de Cal	12.10	-0.021%
2% de Cal	11.50	-0.070%
3% de Cal	10.90	-0.118%
4% de Cal	10.10	-0.183%

De igual forma la variación del flujo se presenta gráficamente en la siguiente figura, en este caso el flujo también decrece al incorporarse la cal o el cemento portland como filler al diseño, este decrecimiento es mayor al aumentarse el % de contenido de filler en la mezcla asfáltica.

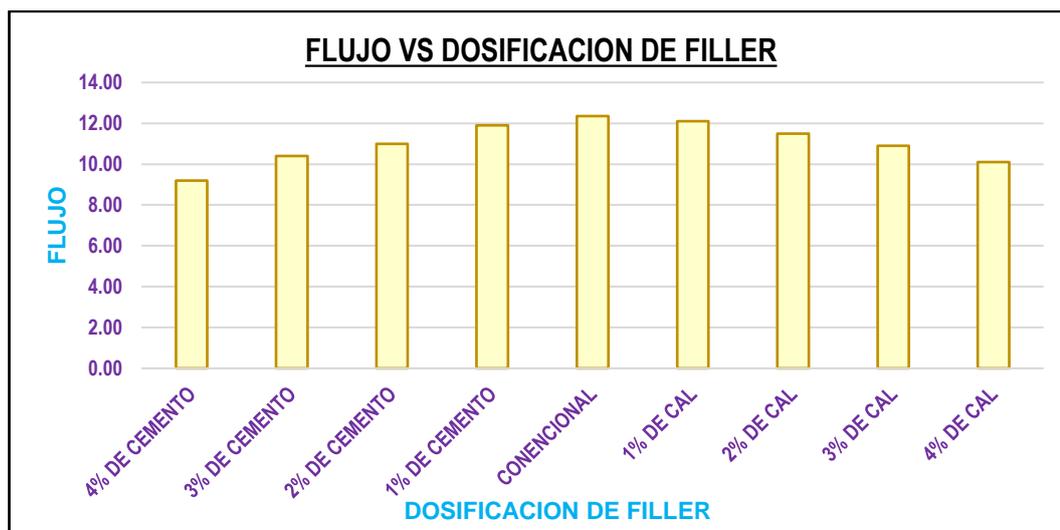


Figura 27. Variación en el flujo.

De forma seguida, se presenta las diferencias que fueron causadas en el porcentaje de V.M.A. por el uso de los diferentes tipos de filler dentro de la mezcla asfáltica, la tabla indica que el % de V.M.A. difiere en un +0.018%, +0.061%, +0.092% y 0.104% por la adición de 1%, 2%, 3% y 4% de cemento portland respectivamente, con respecto del convencional. Mientras que al incorporar 1%, 2%, 3% y 4% de cal provoca una variación de +0.012%, +0.030%, +0.073% y +0.104% respectivamente en el V.M.A. en relación al convencional.

Tabla 30. Variación del V.M.A. por diferentes tipos de filler.

Variación del V.M.A.		
Diseño	V.M.A. (%)	Variación (%)
Convencional	16.4	0.000%
1% de Cemento portland	16.7	+0.018%
2% de Cemento portland	17.4	+0.061%
3% de Cemento portland	17.9	+0.092%
4% de Cemento portland	18.1	+0.104%
1% de Cal	16.6	+0.012%
2% de Cal	16.9	+0.030%
3% de Cal	17.6	+0.073%
4% de Cal	18.1	+0.104%

Asimismo, en la figura siguiente se representa la variación en el V.M.A., se muestra que la adición de filler al diseño ocasiona el incremento en el porcentaje de V.M.A. para los casos de cemento portland y cal. En ambos casos el porcentaje de V.M.A. se eleva por poco más de una unidad cuando filler representa un 4% de la mezcla asfáltica.

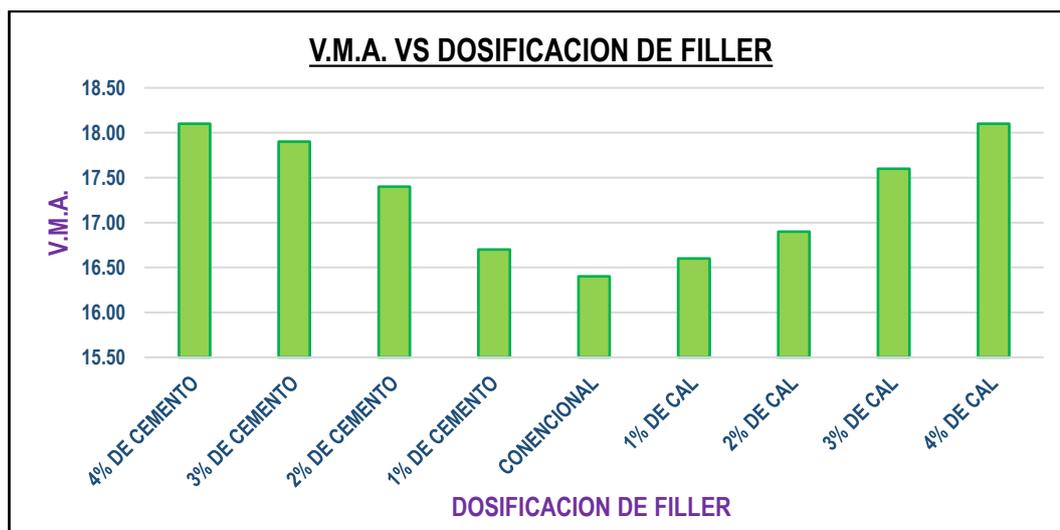


Figura 28. Variación en el V.M.A.

Por consiguiente, se elaboró también la siguiente tabla “Variación de los Vacíos por diferentes tipos de filler” que muestra la variación en el % de vacíos, a causa de la adición de los diferentes tipos de filler. En ese sentido los vacíos, presentaron la variación de +0.024%, +0.098%, +0.098% y +0.098% al agregarse 1%, 2%, 3% y 4% de cemento portland, mientras que, al agregar cal, en 1%, 2%, 3% y 4% elevo los valores del porcentaje de vacíos en +0.049%, +0.098%, +0.146% y +0.243%.

Tabla 31. Variación de los Vacíos Aire por diferentes tipos de filler.

Diseño	Vacíos (%)	Variación (%)
Convencional	4.1	0.000%
1% de Cemento portland	4.2	+0.024%
2% de Cemento portland	4.5	+0.098%
3% de Cemento portland	4.5	+0.098%
4% de Cemento portland	4.5	+0.098%
1% de Cal	4.3	+0.049%
2% de Cal	4.5	+0.098%
3% de Cal	4.7	+0.146%
4% de Cal	5.1	+0.243%

Seguidamente, la variabilidad del porcentaje de vacíos es detallada en la figura siguiente. De la figura se puede afirmar que el % de vacíos aumenta por la presencia del filler (cemento portland o cal) en la mezcla asfáltica, este incremento en el porcentaje de vacíos aumenta al incrementarse el porcentaje del contenido de filler.

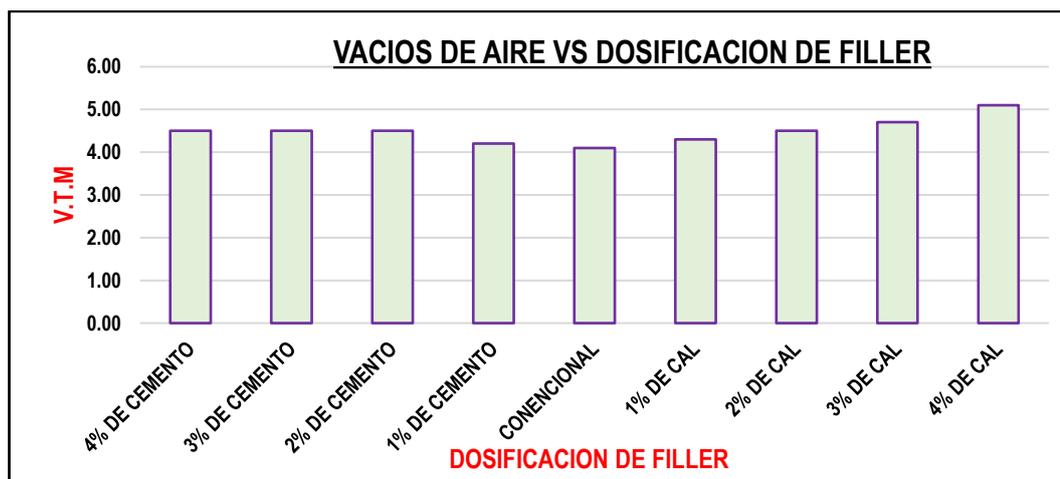


Figura 29. Variación en los vacíos.

Por último, se presenta la siguiente tabla con el objeto de mostrar la variación que se presentó en el % de vacíos llenos con asfalto, a causa de la adición de diferentes tipos de filler. De esta forma, los vacíos llenos difirieron en +0.030%, +0.022%, +0.033%, y +0.039% al adicionar cemento portland al diseño convencional, por otro lado, al incorporar cal los porcentajes de vacíos llenos con asfalto varían en +0.025%, +0.012%, +0.011% y -0.006% en relación al convencional.

Tabla 32. Variación de los Vacíos llenos de asfalto por tipos de filler.

Diseño	Vacíos (%)	Variación (%)
Convencional	72.5	0.000%
1% de Cemento portland	74.7	+0.030%
2% de Cemento portland	74.4	+0.022%
3% de Cemento portland	74.9	+0.033%
4% de Cemento portland	75.3	+0.039%
1% de Cal	74.3	+0.025%
2% de Cal	73.4	+0.012%
3% de Cal	73.3	+0.011%
4% de Cal	72.0	-0.006%

Por último, la incorporación de cemento portland o cal como filler a la mezcla asfáltica produce el aumento en el porcentaje de los vacíos llenos, siendo el caso del cemento portland en el que se produce mayor en comparación al caso de la cal.

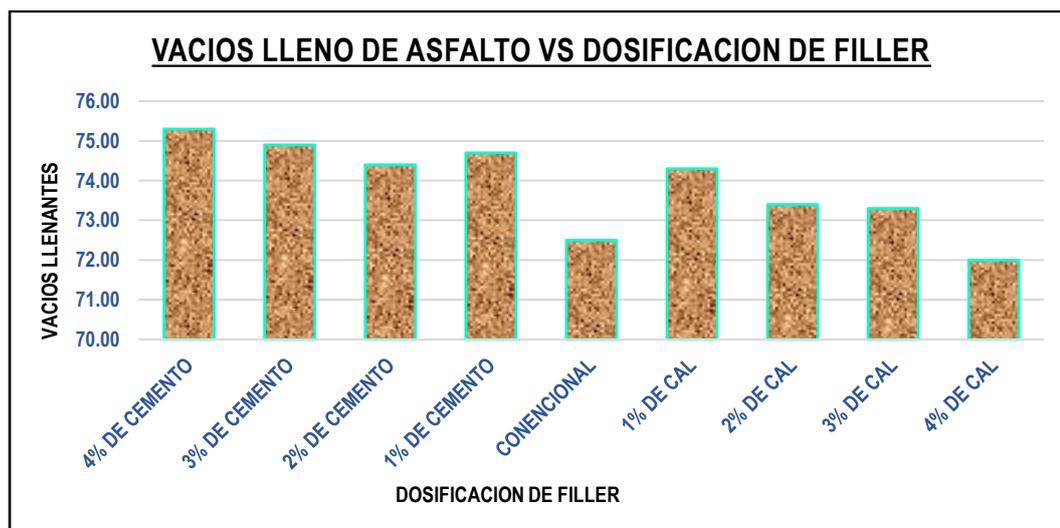


Figura 30. Variación en los vacíos llenos.

### 5.1.3. Análisis de la estabilidad

#### a) Análisis en la propiedad de la Estabilidad con cal hidratada

Según lo expuesto, se elaboran las tablas con lo expuesto obteniendo una gráfica que representa los valores obtenidos.

Tabla 33. Valores obtenidos de la estabilidad de la mezcla con cal hidratada

Diseño	Porcentaje de fillers (Cal hidratada)	Resultados obtenidos	
		Estabilidad (Kg)	Variación (%)
MAC convencional	0%	1180	0.000%
MAC con 1% de cal hidratada	1%	1214	+0.029%
MAC con 2% de cal hidratada	2%	1313	+0.113%
MAC con 3% de cal hidratada	3%	1253	+0.062%
MAC con 4% de cal hidratada	4%	1190	+0.008%

En la siguiente tabla detalla los valores de la incorporación de cal hidratada vs la estabilidad, comprobándose que este varía en los diferentes %, la resistencia de la MAC convencional.

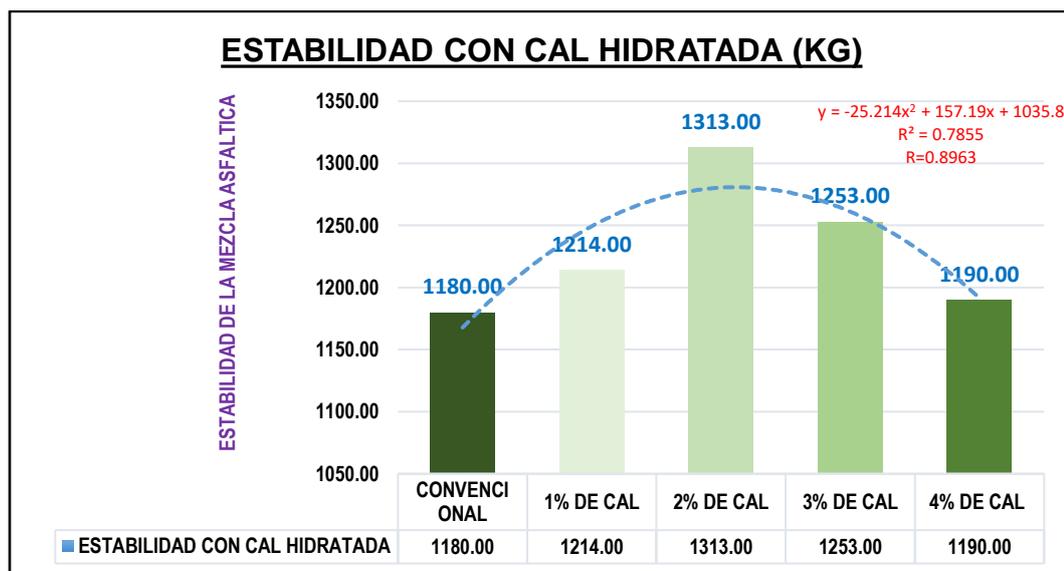


Figura 31. Estabilidad con Cal hidratada

El gráfico se contrasta los resultados obtenidos en la adición de cal hidratada vs la estabilidad de la MAC, evidenciándose que los porcentajes de cal hidratada en porcentajes del MAC convencional, transmitiendo un grado de correlación de 0.8963, sin embargo, el máximo que  $R=0.5$  (coeficiente medio de correlación), se afirma que los valores contrastados presentan un elevado grado de correlación.

#### b) Análisis en la propiedad de la Estabilidad con cemento portland

Según lo expuesto, se elaboran las tablas con lo expuesto obteniendo una gráfica que representa los valores obtenidos.

Tabla 34. Valores de la estabilidad de la mezcla con cemento portland

Diseño	% de fillers (Cemento Portland)	Resultados obtenidos	
		Estabilidad (Kg)	Variación (%)
MAC convencional	0%	1180	0.00%
MAC con 1% de cemento portland	1%	1223	+0.036%
MAC con 2% de cemento portland	2%	1289	+0.092%
MAC con 3% de cemento portland	3%	1323	+0.122%
MAC con 4% de cemento portland	4%	1350	+0.144%

En la siguiente tabla se contrasta valores de la incorporación de cemento portland vs la resistencia, comprobándose que este varía en los diferentes porcentajes la resistencia de la MAC convencional.

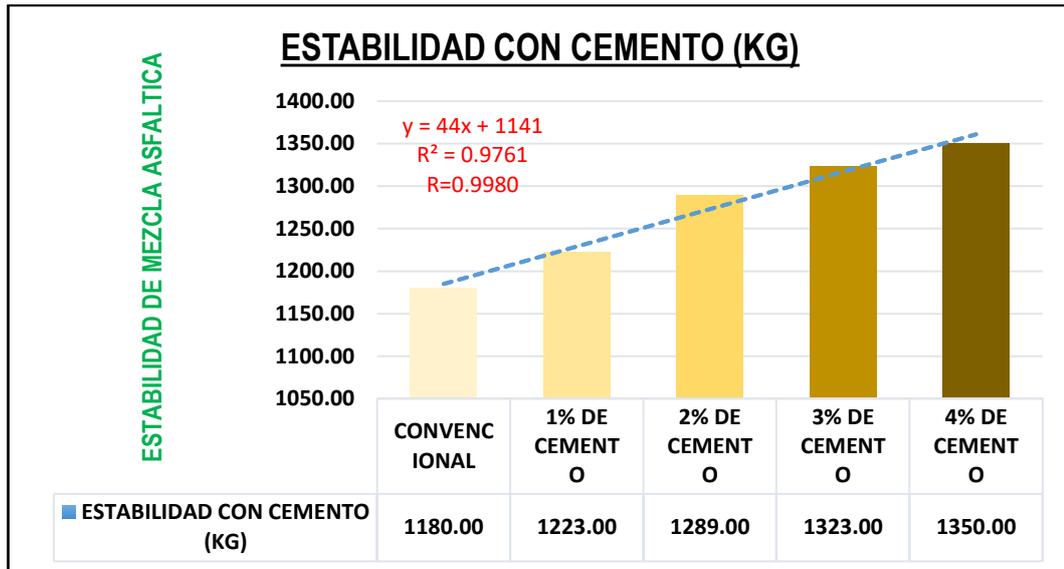


Figura 32. Estabilidad con Cemento Portland

La figura 32 señala los valores que se obtienen de la incorporación de cemento portland vs la estabilidad de la MAC, evidenciándose que los porcentajes de cemento portland en porcentajes del MAC convencional, transmitiendo el grado de correlación de 0.9963, que al ser máximo que  $R=0.5$  (constante medio de correlación), confirma que los valores presentan elevado grado de correlación.

#### 5.1.4. Análisis del flujo

##### a) Análisis en la propiedad del Flujo con cal hidratada

Según lo expuesto, se elaboran las tablas con lo expuesto obteniendo una gráfica que representa los valores obtenidos.

Tabla 35. Resultados del flujo de la mezcla con cal hidratada

Diseño	Porcentaje de fillers (Cal hidratada)	Resultados obtenidos	
		Flujo (Mm)	Variación (%)
MAC convencional	0%	12.36	0.00%
MAC con 1% de cal hidratada	1%	12.10	- 0.021%
MAC con 2% de cal hidratada	2%	11.50	- 0.070%
MAC con 3% de cal hidratada	3%	10.90	- 0.118%
MAC con 4% de cal hidratada	4%	10.10	- 0.183%

En la siguiente tabla se confronta los valores de la incorporación de cal hidratada vs el flujo, comprobándose que este varía diferentes % el flujo (la deformación) de la MAC convencional.

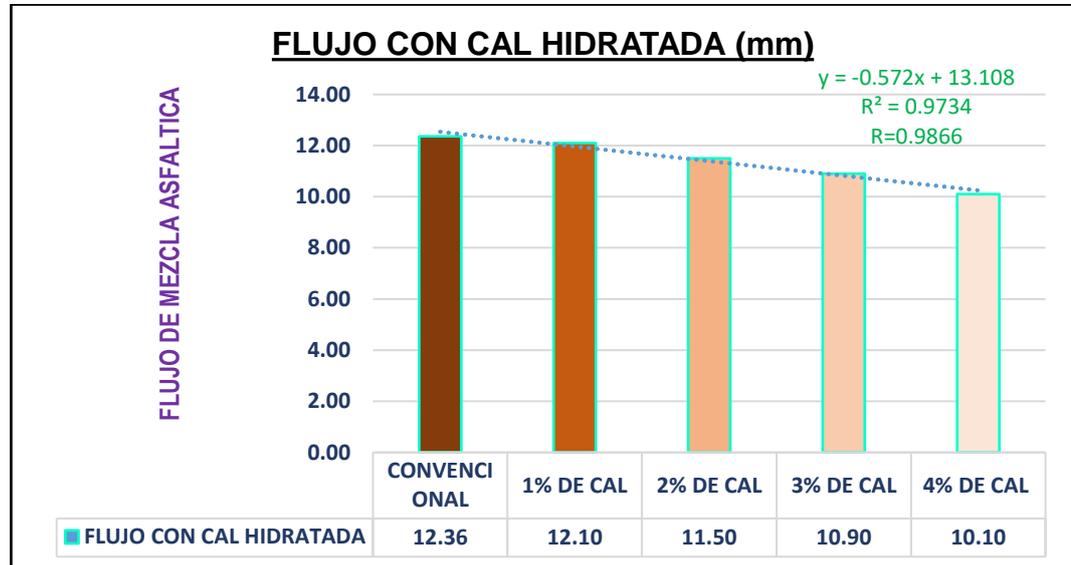


Figura 33. Flujo con Cal hidratada

La figura contrasta que los valores obtenidos a la incorporación de cal hidratada vs el flujo de MAC, evidenciándose que los porcentajes de cal hidratada en porcentajes del MAC convencional, transmitiendo un grado de correlación de 0.9866, sin embargo, al ser mayor que  $R=0.5$  (coeficiente medio de correlación), se afirma que los valores presentan elevado grado de correlación.

### b) Análisis en la propiedad del Flujo con cemento portland

Según lo expuesto, se elaboran las tablas con lo expuesto obteniendo una gráfica que representa los valores obtenidos.

Tabla 36. Valores obtenidos del flujo de la mezcla con cemento portland

Diseño	Porcentaje de fillers (Cemento)	Resultados obtenidos	
		Flujo (Mm)	Variación (%)
MAC convencional	0%	12.36	0.00%
MAC con 1% de cemento portland	1%	11.90	-0.037%
MAC con 2% de cemento portland	2%	11.00	-0.110%
MAC con 3% de cemento portland	3%	10.40	-0.159%
MAC con 4% de cemento portland	4%	9.20	-0.256%

La tabla siguiente detalla el contraste resultados de la incorporación de cemento portland vs el flujo, evidenciándose las alteraciones que se producen en los diferentes porcentajes de dosificación sobre el flujo (la deformación) en relación a la MAC convencional.

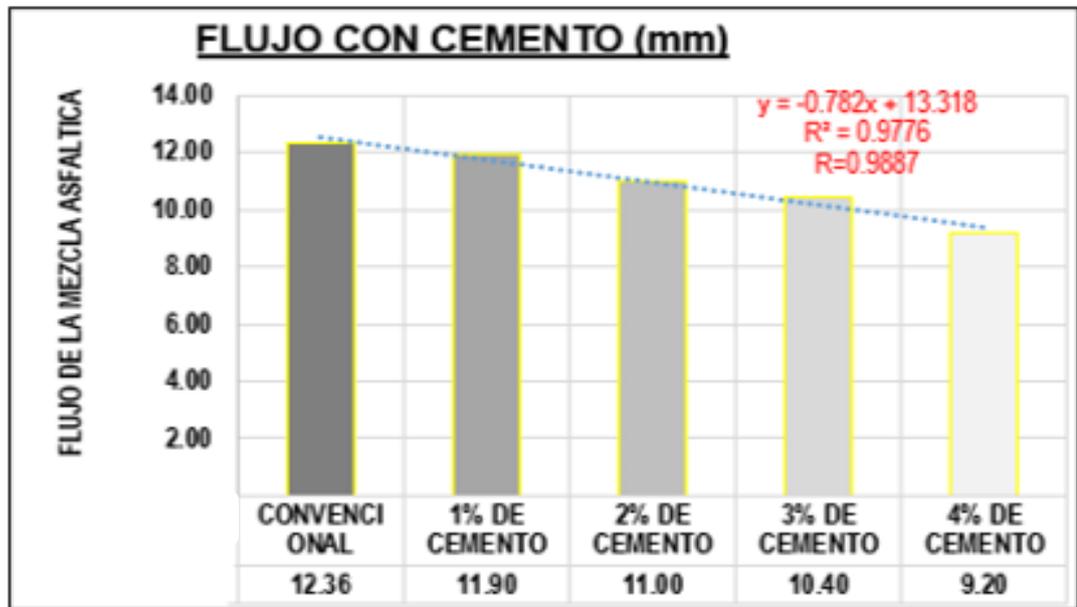


Figura 34. Flujo con Cemento Portland

Se contrasta los valores obtenidos a la incorporación de cemento portland vs el flujo de la MAC, evidenciándose que los porcentajes de cemento en porcentajes del MAC convencional, reportando un grado de correlación de 0.9887, sin embargo, al ser mayor que  $R=0.5$  (coeficiente medio de correlación), confirma que todos los grupos de valores contrastados presentan el elevado grado de correlación.

### 5.1.5. Análisis del VMA

#### a) Análisis en la propiedad de los V.M.A con Cal hidratada

De la misma forma, se elaboraron las tablas con los resultados obteniendo así, una gráfica que representa los valores obtenidos con respecto al V.M.A.

Tabla 37. Valores del V.M.A de la mezcla con cal hidratada

Diseño	Porcentaje De Fillers (Cal Hidratada)	Resultados Obtenidos	
		V.M.A (%)	Variación (%)
MAC convencional	0%	16.4	0.000%
MAC con 1% de cal hidratada	1%	16.6	+ 0.012%
MAC con 2% de cal hidratada	2%	16.9	+ 0.030%
MAC con 3% de cal hidratada	3%	17.6	+ 0.073%

MAC con 4% de cal hidratada	4%	18.1	+ 0.104%
-----------------------------	----	------	----------

En la siguiente tabla se contrasta valores de la incorporación de cal hidratada vs V.M.A, evidenciándose que esta varía en los diferentes porcentajes el V.M.A de la MAC convencional.

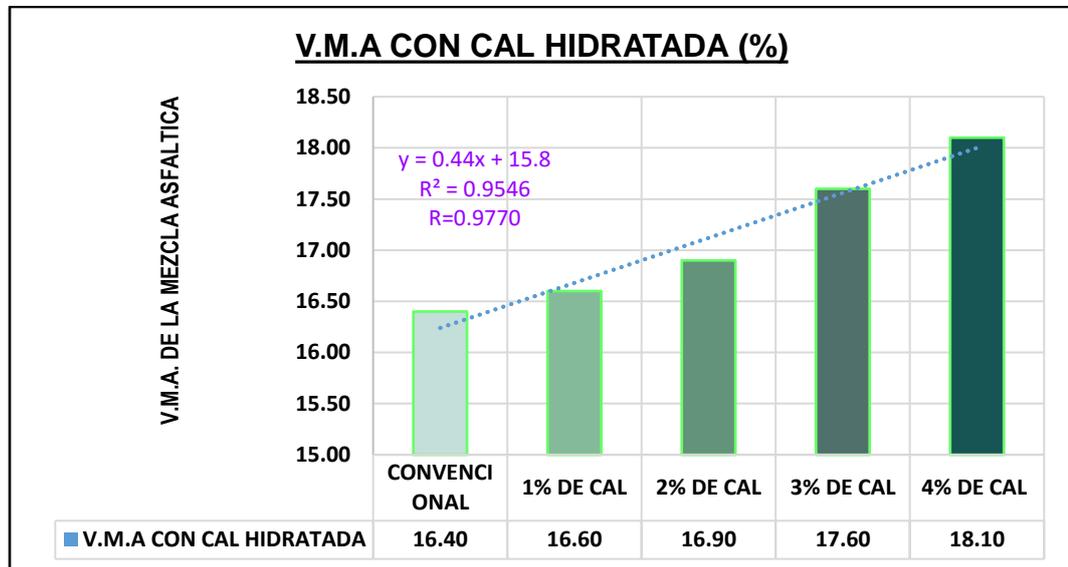


Figura 35. V.M.A con Cal hidratada

La figura se contrasta valores obtenidos a la incorporación de cal hidratada vs el flujo de la MAC, evidenciándose que los porcentajes de cal hidratada en porcentajes del MAC convencional, transmitiendo el grado de correlación de 0.9770, sin embargo, al ser mayor que  $R=0.5$  (coeficiente medio de correlación), se comprueba que los valores contrastados presentan elevado grado de correlación.

#### b) Análisis en la propiedad de los V.M.A con cemento portland

Según lo expuesto, se elaboran las tablas con lo expuesto obteniendo una gráfica que representa los valores obtenidos.

Tabla 38. Valores del V.M.A de la mezcla con cemento

Diseño	Porcentaje de fillers (Cemento Portland)	Resultados obtenidos	
		V.M.A (%)	Variación (%)
MAC convencional	0%	16.4	0.00%
MAC con 1% de cemento portland	1%	16.7	+ 1.83%
MAC con 2% de cemento portland	2%	17.4	+ 6.10%
MAC con 3% de cemento portland	3%	17.9	+ 9.15%
MAC con 4% de cemento portland	4%	18.1	+ 10.37%

En la siguiente tabla se contrasta los valores de la incorporación de cemento portland vs V.M.A, comprobándose que este varía en los diferentes porcentajes el V.M.A de la MAC convencional.

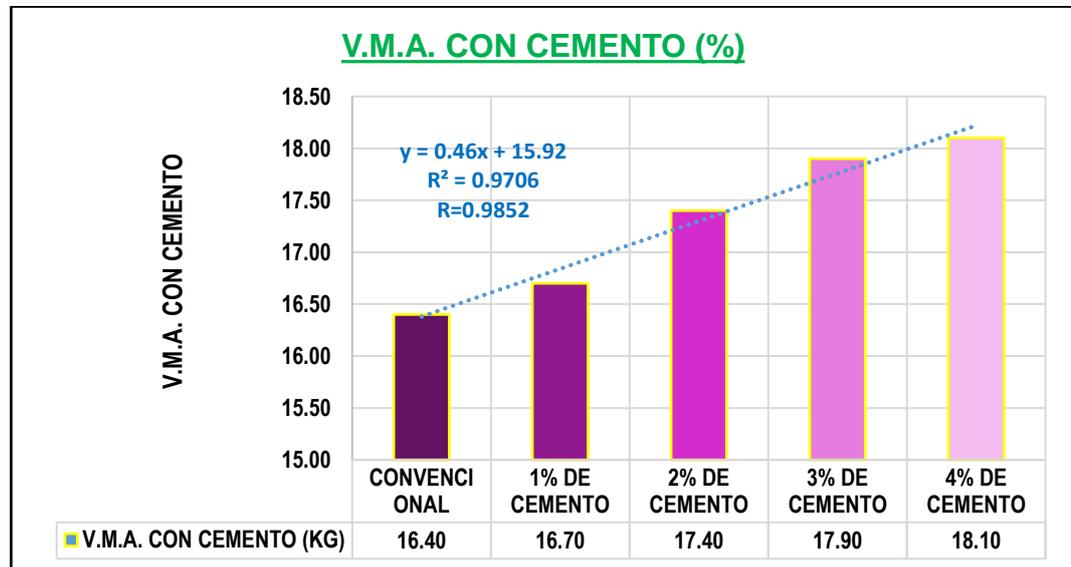


Figura 36. V.M.A con Cemento Portland

Se contrasta datos que se obtienen de la incorporación de cal hidratada vs el flujo de la MAC, evidenciándose que los porcentajes de cal hidratada en porcentajes del MAC convencional, transmitiendo un grado de correlación de 0.988, sin embargo, al ser mayor que  $R=0.5$  (coeficiente medio de correlación), comprueba que los valores contrastados presentan elevado grado de correlación.

### 5.3. Contrastación de hipótesis

#### 5.3.1. Primera hipótesis específica

La resistencia varía significativamente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico

#### Planteamiento de la prueba de Hipótesis Estadística:

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** La resistencia no varía significativamente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

$$\mu R1 = \mu R2 = \dots \mu R8 = \mu R \text{ Convencional}$$

**Hipótesis Alterna Ha:** La resistencia varía significativamente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

Se presenta al menos un  $\mu R_i \neq \mu R_{\text{convencional}}$

Para  $\mu R$ , es la media de resistencia del MAC

**Prueba del supuesto de Normalidad de resistencia de las propiedades:**

		Pruebas de normalidad					
	% Cenizas de tallos de retama	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad corregida (kg)	MAC Convencional	,382	3	.	,758	3	,017
	MAC con 1% de cal hidratada	,380	3	.	,762	3	,028
	MAC con 2% de cal hidratada	,379	3	.	,765	3	,033
	MAC con 3% de cal hidratada	,382	3	.	,758	3	,018
	MAC con 4% de cal hidratada	,334	3	.	,860	3	,266
	MAC con 1% de cemento	,253	3	.	,964	3	,637
	MAC con 2% de cemento	,253	3	.	,964	3	,637
	MAC con 3% de cemento	,253	3	.	,964	3	,637
	MAC con 4% de cemento	,219	3	.	,987	3	,780

Figura 37. Prueba de normalidad de la resistencia de las mezclas asfálticas

A través de los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, no todos los resultados de significancia son mayores a 0.05, por ello rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, por ende, se concluye que los valores originados de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Los supuestos de normalidad por lo que los valores no tienden a cumplir con el supuesto de normalidad ahora se pasa a desarrollar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para valores con más de dos grupos.

**Prueba de Kruskal Wallis para valores de Resistencia de la mezcla asfáltica:**

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} \leq \alpha$  se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} > \alpha$  no se rechaza Ho se acepta la Ho

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Estabilidad corregida (kg) es la misma entre las categorías de % de cal hidratada y cemento .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula.

Figura 38. Prueba de hipótesis de datos de resistencia de la mezcla asfáltica

En la figura 38 detalla los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis que señala que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, a causa del resultado de significancia de los valores de estabilidad es 0.001, al rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que la resistencia varía significativamente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico

### 5.3.2. Segunda hipótesis específica

La deformación se altera notablemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

#### Planteamiento de la prueba de Hipótesis Estadística:

**Hipótesis Nula Ho:** La deformación no se altera notablemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

$$\mu_{Df1} = \mu_{Df2} = \dots \mu_{Df8} = \mu_{Df \text{ Convencional}}$$

**Hipótesis Alterna Ha:** La deformación se altera notablemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

$$\text{Detalla al menos un } i / \mu_{Ri} \neq \mu_{R\_convencional}$$

Donde  $\mu_R$ , mide la deformación del MAC

#### Prueba del supuesto de Normalidad de deformación de las propiedades:

Pruebas de normalidad							
	% de cal hidratada y cemento	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad corregida (kg)	MAC Convencional	,375	3	.	,775	3	,056
	MAC con 1% de cal hidratada	,385	3	.	,750	3	,000
	MAC con 2% de cal hidratada	,292	3	.	,923	3	,463
	MAC con 3% de cal hidratada	,292	3	.	,923	3	,463
	MAC con 4% de cal hidratada	,253	3	.	,964	3	,637
	MAC con 1% de cemento	,292	3	.	,923	3	,463
	MAC con 2% de cemento	,292	3	.	,923	3	,463
	MAC con 3% de cemento	,385	3	.	,750	3	,000
	MAC con 4% de cemento	,385	3	.	,750	3	,000

Figura 39. Prueba de normalidad de deformación de las mezclas asfálticas

A través de los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, no la mayoría de datos de significancia son  $>0.05$ , por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, llegando a concluir que los valores no son originados de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Ya probado los supuestos de normalidad los valores no cumplen con el supuesto de normalidad, por lo que se realiza la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para valores con más de dos grupos.

**Prueba de Kruskal Wallis para valores de deformación de la mezcla asfáltica:**

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} \leq \alpha$  se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} > \alpha$  no se rechaza Ho se acepta la Ho

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Deformación Flujo es la misma entre las categorías de % de cal hidratada y cemento .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula.

Figura 40. Prueba de hipótesis de datos de deformación de la mezcla asfáltica

En la figura 40 detalla los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis que señala que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, a causa que el resultado de significancia de los valores de deformación de la mezcla asfáltica es 0.001, al rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que la deformación se altera notablemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

**5.3.3. Tercera hipótesis específica**

El porcentaje de vacíos cambia levemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

**Planteamiento de la prueba de Hipótesis Estadística:**

**Hipótesis Nula Ho:** El porcentaje de vacíos no cambia levemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

$$\mu V1 = \mu V2 = \dots \mu V8 = \mu V \text{ Convencional}$$

**Hipótesis Alterna Ha:** El porcentaje de vacíos cambia levemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

Existe al menos un  $i / \mu V_i \neq \mu_{\text{Convencional}}$

Donde  $\mu V$ , es la media de porcentaje de vacíos del MAC

**Prueba del supuesto de Normalidad de porcentaje de vacíos del MAC:**

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
% de cal hidratada y cemento		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de vacíos	MAC Convencional	,385	3	.	,750	3	,000
	MAC con 1% de cal hidratada	,384	3	.	,752	3	,006
	MAC con 2% de cal hidratada	,253	3	.	,964	3	,637
	MAC con 3% de cal hidratada	,385	3	.	,750	3	,000
	MAC con 4% de cal hidratada	,369	3	.	,787	3	,085
	MAC con 1% de cemento	,369	3	.	,787	3	,085
	MAC con 2% de cemento	,379	3	.	,765	3	,033
	MAC con 3% de cemento	,375	3	.	,775	3	,056
	MAC con 4% de cemento	,382	3	.	,757	3	,016

Figura 41. Porcentaje de vacíos del MAC

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

Ya probado los supuestos de normalidad por lo que los valores no verifican con el supuesto de normalidad ahora se llega a desarrollar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para valores con más de dos grupos.

**Prueba de Kruskal Wallis para valores de V.M.A del M.A.C:**

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$  se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$  no se rechaza Ho se acepta la Ho

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Porcentaje de vacíos es la misma entre las categorías de % de cal hidratada y cemento .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,002	Rechazar la hipótesis nula.

*Figura 42. Recopilación de la prueba de hipótesis de valores V.M.A del MAC*

Se detallo en la figura 42 que los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis señala que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, a causa que el resultado de significancia de los valores de porcentaje de vacíos del MAC es 0.002, al rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que el porcentaje de vacíos cambia levemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1. Discusión de resultados con antecedentes

**OG:** Para el OG la procedencia del filler industrial es la cal hidratada y analizar el efecto en las características físicas y químicas de la MAC en la prueba de durabilidad al sulfato de magnesio adicionando cal al 1%, 2%, 3% y 4% se obtuvo 0.036%, 0.066%, 0.069% y 0.089% de porcentaje de variación; el ensayo de extracción cuantitativa o ensayo de lavado asfáltico con adición de cal en sus dosificaciones se obtuvo 0.002%, 0.003%, 0.005% y 0.003% de variación y el peso específico con adición de cal en sus distintas dosificaciones muestra una disminución de absorción en -0.045%, -0.092%, -0.143% y -0.186% de variación respectivamente, asegurando que cumplen con la normativa especificada de control de calidad.

Al respecto el autor Zamora Castillo & Mora Aldana (2019) citado como antecedente internacional en su tesis titulado “Influencia de la cal hidratada en mezclas asfálticas drenantes” afirma que la aplicación de la cal hidratada como materia alternativa para el diseño de mezclas asfálticas drenantes detalla una variación de valores, por lo que se concluye que se desarrolla diseños alternativos con reemplazo del 50% de filler” de la misma forma el autor Valera Nuñez (2018) muestra la investigación “Evaluación del efecto de la cal hidratada y el polvo de ladrillo utilizado como repleto mineral en las

propiedades de una mezcla asfáltica”, que emplear estos materiales mejoran la condición del pavimento logrando así obtener un mejor producto ya que la cal hidrata mejora la resistividad de la mezcla asfáltica logrando así obtener resultados satisfactorios relacionado a la MAC convencional.

**OE1:** Para el OE1 se obtuvo en la variación de la resistencia con diferentes tipos de filler se tiene como resultado que el 2% de cal incrementa la resistencia con mayor significancia hasta un 0.113% con valor de 1313 kg mientras que con el 1%, 3%, 3% de cal la resistencia se incrementa en un mínimo hasta un 0.029%, 0.062% y 0.008% al comparar con la mezcla asfáltica convencional, mientras que la incorporación del 4% de cemento portland aumentó la resistencia hasta 0.144% con valor de 1350 kg.

En relación al autor Garzón & Cárdenas (2018) citado como antecedente nacional, en su tesis titulado “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente, empleando cal, en los aeropuertos del sur del Perú” detallo los resultados obtenidos en la mezcla asfáltica convencional resistencia (estabilidad) de 1181 kg y al adicionar cal en la mezcla asfáltica obtuvo una mejora en estabilidad de 1211 kg, por ello se compara con valores de la presente tesis con del autor son similares, de la misma forma el autor Santa Cruz Veliz (2021) citado como antecedente nacional en su tesis titulado “Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres – Provincia de Concepción 2020” al realizar la mezcla asfáltica convencional se obtiene resultados en la resistencia (estabilidad) de 1160 kg y con la adición del material asfáltico reciclado en la mezcla asfáltica obtuvo estabilidad de 1199 kg, por ende se compara valores del presente estudio y de los autores los valores obtenidos en la prueba de estabilidad son similares.

**OE2:** En relación al segundo objetivo específico, se obtuvo como resultado en la deformación, que en la muestra convencional se obtuvo deformación de 12.36 mm y al adicionar el 3% y 4% de cal hidratada la deformación redujo hasta un -0.118% y -0.183% con valores de 10.90 mm y 10.10 mm, mientras que la adición del 1% y 2% de cal hidratada altera la deformación en un mínimo con valores de 12.10 mm y 11.50 mm al comparar con la mezcla asfáltica convencional, mientras adicionando el 4% de cemento portland aumentó la deformación de la mezcla asfáltica hasta -0.256% con valor de 9.20 mm.

En relación al autor Valera Nuñez (2018) citado como antecedente nacional en su investigación titulado “Evaluación del efecto de la cal hidratada y el polvo de ladrillo utilizado como relleno mineral en las propiedades de una mezcla asfáltica” obtuvo como resultado que la incorporación de cal hidratada y el polvo de ladrillo reduce en un mínimo la alteración de la mezcla asfáltica con un porcentaje de variación de 0.017%, cuyo valor fue 12.01 mm, ya que en la muestra de la mezcla asfáltica convencional obtuvo una deformación de 12.22, de la misma manera el autor Ara Donis (2018) citado como antecedente internacional en su investigación titulado “Comparación del diseño de mezcla asfáltica en caliente, utilizando filler procesado o agregado mineral (polvo de roca) y el filler natural (limo no plástico), aplicando el método Marshall para capa de rodadura de  $\frac{3}{4}$ ” obtuvo como resultados que con el polvo de roca obtuvo una deformación de 10.52 mm y con filler natural obtuvo deformación de 11.03 mm mientras que en la MAC convencional tiene como resultado la deformación de 13.21 mm, por ello al comparar los valores de la presente investigación y los resultados de los autores se observa que los resultados son similares con un porcentaje de variación mínimo.

**OE3:** En relación al tercer objetivo específico, presentó resultado en el porcentaje de vacíos, que en la muestra convencional resultando el porcentaje de vacíos de 16.4 mm adicionando el 3% y 4% de cal hidratada el porcentaje de vacíos aumentó hasta un 0.104% y 0.073% con valores de 17.6% y 18.10%, mientras que la adición del 1% y 2% de cal hidratada aumenta la los porcentajes de vacíos en un mínimo con valores de 16.6% y 16.9% al comparar con la MAC convencional de la misma forma el cemento portland del 1% y 2% aumenta los porcentajes de vacíos hasta un 1.83%, 6.10% y el 3% y 4% aumenta con mayor significancia hasta un 9.15% y 10.37%.

De acuerdo con el autor Ara Donis (2018) citado como antecedente internacional en su tesis titulado “Comparación del diseño de mezcla asfáltica en caliente, utilizando filler procesado o agregado mineral (polvo de roca) y el filler natural (limo no plástico), aplicando el método Marshall para capa de rodadura de  $\frac{3}{4}$ ” obtuvo valores en el porcentaje de vacíos que con el polvo de roca obtuvo un porcentaje de vacíos de 15.8% y con filler natural obtuvo porcentaje de vacíos de 14.98%, por otro lado en la MAC convencional obtuvo porcentaje de de vacíos de 13.98 mm, asimismo el autor Camacho, Gómez & López (2019) en su investigación titulado “Viabilidad diseño de mezcla asfáltica modificada con 1% de fibra de PET” obtuvo como resultado con adición del pet

en la mezcla asfáltica porcentaje de vacíos de 18.12% mientras que en la mezcla asfáltica convencional obtuvo porcentaje de vacíos de 15.90%, por ello al comparar los valores de la presente investigación y los resultados de los autores se observa que los resultados son similares con un porcentaje de variación mínimo.

## CONCLUSIONES

1. El comportamiento de la MAC determinada, con un óptimo contenido de asfalto es de 6.1%, lo que mejora las propiedades físico químicas gracias a la incorporación de filler de origen industrial a la dosificación de la mezcla. Sobre las propiedades evaluadas a las dosificaciones de filler (cal y cemento portland) en dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4% para los diferentes fillers han logrado mejorar las propiedades físico-químico, por lo que representa que la combinación química entre el asfalto y el filler mejoran las cualidades de la MAC.
2. La estabilidad (resistencia) de la mezcla asfáltica en caliente mejoro positivamente al realizar un análisis del comportamiento físico químico de diferentes tipos de filler se vio que la muestra convencional llega a una resistencia de 1180 kg y al realizar una adición de cemento portland al 1%,2%, 3% y 4%, por lo que se presentó resultados una resistencia de 1223 kg, 1289 kg, 1323 kg, y 1350 kg indicando un aumento de la resistencia en cualquiera de las dosificaciones mostrando un mejor resultado la adición de 4% de filler; y la resistencia en la mezcla asfáltica adicionando la cal hidratada en las misma dosificaciones se obtuvo 1214 kg, 1313 kg, aumenta la resistencia hasta una dosificación de 2% y la otra 1253 kg y 1190 kg, sin embargo disminuye en la resistencia lo cual no presenta inconvenientes ya que comprueba con las condiciones mínimas de mezcla asfáltica.
3. Luego de desarrollar la comparación de la mezcla asfáltica convencional incorporando filler industrial con las dosificaciones en 1%, 2%, 3%, 4% indicamos que el flujo de la mezcla reduce y la estabilidad incrementa, en la que se obtiene así una mezcla más rígida, sin embargo con máxima resistencia a la alteración, por tanto, el mejor comportamiento físico lo realiza el filler industrial que tiene por nombre cemento portland teniendo en cuenta que el pavimento flexible con las dosificaciones de fillers tiene que aumentar la rigidez, pero también tiene que presentar un rango elástico y es evaluado a través de la deformación..
4. El porcentaje de vacíos varía levemente en la MAC. En la mezcla convencional se presentó un valor de 4.1% en comparación a la mezcla asfáltica adicionando cemento portland en dosificaciones de 1%,2%, 3% y 4% se obtuvo 4.2%, 4.5%, 4.5%, 4.5%; y la mezcla asfáltica adicionando cal hidratada en dosificaciones de 1%,2%, 3% y 4% se obtuvo los siguientes valores 4.3%, 4.5%, 4.7%, 5.1% con afirmando que la incorporación del filler industrial que interviene aumenta el porcentaje de vacíos.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para futuros proyectos de infraestructura vial, es recomendable emplear los materiales usados para las pruebas de la investigación según los resultados se afirma mejora las propiedades físico químicas gracias a la incorporación de filler de origen industrial.
2. Es recomendable incorporar el 4% de cemento portland en las mezclas asfálticas ya que de acuerdo a los resultados se dedujo que esta dosificación mejora la resistencia de la mezcla asfáltica con mayor significancia.
3. Al evaluar la deformación es recomendable tener en consideración el valor del flujo ya que este permitirá la asimilación de las cargas y que el valor de la relación polvo asfalto se encuentre dentro del parámetro establecido (polvo/asfalto menor 0.60).
4. Para futuras investigaciones, investigar más a fondo sobre los efectos del envejecimiento e intemperismo sobre el pavimento durante su estado de servicio, con las mezclas asfálticas en caliente ya que pueden variar la durabilidad de la mezcla asfáltica en caliente y que pueda generar una reducción en el tiempo de vida útil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Vera , Adriana Katerine. 2018. Análisis de la correlación entre estabilidad y módulo de rigidez para mezcla asfálticas en caliente, empleando agregados pétreos del distrito Metropolitano de Quito. Facultad de ingeniería civil, Pontificie Universidad Católica Del Ecuador. 2017 : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Adauto Orellana, Rosario Evelyn. 2019. Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz. Escuela de Posgrado, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2019. Tesis de Posgrado.
- Ara Donis, Raúl Naaman. 2018. Comparación del diseño de mezcla asfáltica en caliente, utilizando filler procesado o agregado mineral (polvo de roca) y el filler natural (limo no plástico), aplicando el método marshall para capa de rodadura de ¾". Facultad de Ingenieria, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
2004. Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colombia. 2004.
- Camacho Reyes, Yuly Andrea, Gómez Espinosa, Linda Stefany y López López, Leidy Johana. 2019. Viabilidad diseño de mezcla asfáltica modificada con 1% de fibrta de PET. Universidad Cooperativa de Colombia . Villavicencio : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Caso Quispe, Sara Wayta y De la cruz Gutierrez, Gissela. 2021. Diseño de mezcla asfáltica en caliente modificadas con polímeros reciclados HPDE y SBR, para pavimentos en la ciudad de Huancavelica. Facultad de ciencias de ingeniería, Universidad nacional de Huancavelica . Huancavelica : s.n., 2021. Tesis de pregrado.
- Fano Descalzi, Jonathan Cesar y Chavez Cespedes, Manual. 2017. Diseño estructural de un pavimento básico reciclado y mejorado con cemento portland para diferentes dosificaciones en el proyecto de conservación vial de Huancavelica. Facultad de Ingenieria, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- Fernandez Rodrigez, Paola Estefania y Ruiz Bedoya, Nicilas Alexander. 2018. Mezcla asfáltica modificada con poliestireno por via seca. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Garzon, Elkin y Cardenaz, Alvaro. 2018. Variación de temperatura de los componentes de una mezcla densa en caliente tipo 3 con cemento asfáltico 80-100. Facultad de Ingeniería, Universidad Catolica de Colombia. Bogota : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

- Hernandes, R, Fernandez, C y Baptista, P. 2014. Metodología de la investigación. México : McGraw-Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.
- Hernandez Santillana, Sonia Karina, Rodriguez Roque, Ludwin Arnoldo y Serrano Mejia, Miguel Angel. 2005. Guia basica para el control de calidad en recarpeteos con mezclas asfálticas en caliente. Facultad de Ingeniería y Arquitectura , Universidad de el Salvador. Ciudad Universitaria : s.n., 2005. Tesis Pregrado.
- Herrmann do Nascimento, Luis Alberto. 2018. Nova abordagem da dosagem de misturas asfálticas densas com uso do compactador giratório e foco na deformação permanente. Programa de Post Grado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro : s.n., 2018. Tesis de Post Grado.
2004. Instituto de Transporte. 2004.
2004. Instituto Mexicano del Transporte. 2004.
- Lau Marres, Hugo Germán. 2019. Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, Lima – 2019. Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
2016. Manual de Ensayo de Materiales . 2016.
- Metodología de la Investigación. Carrasco Díaz, Sergio. 2016. 2016.
- . Hernández Sampieri, Roberto. 2018. 2018.
- Metodología de la Investigación. Espinoza Montes, Ciro. 2014. 2014.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. 2013. Manual de carreteras, Especificaciones técnicas generales para construcción. Lima : s.n., 2013.
- Ñaupas Paitán, Humberto. 2018. Metodologia de la investigación. colombia : s.n., 2018.
- Quintero Jerez, Franyeli, Ortiz Santiago, Alba y Sanchez, Jose. 2015. Plan de pavimento para pavimento rigido y flexible sobre las vias del estado merida. Merida : s.n., 2015.
- Rangel Dueñas, Leidy Carolina y Sarmiento Romero, Mayra. 2010. Influencia de las características Granulometricas y Mineralogicas del Filler sobre la Rigidez de las mezclas Asfálticas. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga : s.n., 2010. Tesis Pregrado.
- Research methodology. Tamayo Tamayo, Mario. 2012. 2012.
- Rodriguez Ore, Edison. 2018. Influencia de la fibra de caucho reciclado en la estabilidad y fluencia en mezcla asfáltica en frio. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Peru, 2018.

- Rodriguez, Daniela. 2020. Investigación aplicada: características, definición, ejemplos. Argentina : Lifeder, 2020.
- Samaniego Orellana, Luis Jesús Mijaél. 2018. "Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto". Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel : s.n., 2018. Posgrado.
- Samaniego Orellana, Luis Jesus Mijaíl. 2018. Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto. Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Santa Cruz Veliz, Paolo Luis. 2021. Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres – Provincia de Concepción 2020. Facultad de ingeniería civil, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2021. Tesis de pregrado.
- Santamaría Chipana, Stephanie Elvira. 2020. Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico. Facultad de ingeniería, Universidad de Piura . Piura : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Segura Almanza, Anally Tatiana. 2015. Estudio del comportamiento físico y mecánico de mezclas asfálticas; con materiales reutilizables en la construcción como escoria de acero. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogota : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.
- Soto Álvarez, Nicole Stefani. 2018. Estudio experimental del comportamiento de una mezcla asfáltica fabricada con residuos de la celulosa a partir del ensayo de sensibilidad al agua por tracción indirecta. Universidad Austral de Chile. Valdivia : s.n., 2018.
- Taipe Sarmiento, Walter y Salas Tocasca, Edson. 2012. Comportamiento del Pavimento Flexible con el uso de Geomallas en el distrito de Lircay KM 0+010 Camino a Ocopa departament de Huancavelica. Facultad de ingeniria de Minas - Civil, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2012. Tesis Pregrado.
- Valdivia Dueñas, Marcelino Dueñas. 2018. Metodología de la investigación. colombia : s.n., 2018.
- Valdivia Sánchez, Vitmer Lubel. 2017. Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al

- 57- Comas, Lima 2017. Lima, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- Valera Nuñez, Fiorella Lizeth. 2018. Evaluación del efecto de la cal hidratada y el polvo de ladrillo utilizado como relleno mineral en las propiedades de una mezcla asfáltica. Ingeniería Civil , Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo. Chiclayo : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Zamora Castillo, Fabian Ricardo y Mora Aldana, Eleazar Masah. 2019. Influencia de la cal hidratada en mezclas asfálticas drenantes. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogota : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

## **ANEXOS**

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

## COMPORTAMIENTO FÍSICO QUÍMICO DE DIFERENTES TIPOS DE FILLER INCORPORADOS EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>1. ¿Cómo inciden los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>1. Analizar la incidencia de los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>1. Los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente inciden significativamente en el comportamiento físico químico.</p>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Filler</p>	<p>Procedencia industrial</p> <p>Propiedades físicas y químicas</p> <p>Peso específico</p>	<p>Cal</p> <p>Cemento Portland</p> <p>Finura</p> <p>Composición química</p> <p>Absorción</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Científico  <b>Tipo de investigación:</b> Aplicado.  <b>Nivel de investigación:</b> Relacional  <b>Diseño de investigación:</b>                      El diseño de investigación utilizará un esquema cuasi - experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema.                      OE → SA → XP → CE → RE                      Donde:                      OE = Objeto de Estudio                      SA = Comportamiento físico químico                      XP = Filler                      CE = Mezcla Asfáltica Caliente                      RE = Resultados y Conclusiones  <b>Cuando:</b> 2020  <b>Población y muestra:</b>  <b>Población.</b> La población está constituida por briquetas (42 briquetas) con diferentes tipos de filler de origen industrial.  <b>Muestra:</b> La muestra está constituida por 18 briquetas convencionales más el óptimo y 24 briquetas con las dosificaciones de fillers con cal y cemento portland respectivamente al 1%, 2%, 3% y 4%, en cada porcentaje se elabora 3 briquetas con diferentes tipos de filler de</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>1. ¿De qué manera varía la resistencia con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico?</p> <p>2. ¿Cómo se altera la deformación con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>1. Evaluar la variación de la resistencia con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.</p> <p>2. Determinar la alteración de la deformación con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>1. La resistencia varía significativamente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.</p> <p>2. La deformación se altera notablemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Mezclas asfálticas en Caliente</p>	<p>Resistencia</p> <p>Deformación</p>	<p>Estabilidad</p> <p>Flujo</p>	

<p>comportamiento físico químico? 3.¿Cómo cambia el porcentaje de vacíos con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico?</p>	<p>comportamiento físico químico. 3. Identificar el cambio del porcentaje de vacíos con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.</p>	<p>3.El porcentaje de vacíos cambia levemente con los diferentes tipos de filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente en el comportamiento físico químico.</p>		<p>Porcentaje de vacíos</p>	<p>Densidad máxima teórica</p>	<p>origen industrial de acuerdo al método no probabilístico intencional. <b>Técnicas e instrumentos:</b> - Recolección de datos <b>Técnicas de procesamiento de datos:</b> Procesamiento Estadístico.</p>
---	--	--	--	-----------------------------	--------------------------------	---

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

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ESCALA DE MEDICIÓN
: Variable Independiente Tipos de Filler	Los fillers son sustancias finamente divididas las cuales son insolubles en asfalto pero que pueden ser dispersadas en él, como un medio de modificar sus propiedades mecánicas y consistencia, siendo los más típicos fillers minerales: cal, cemento, polvo de tiza, cenizas de combustible pulverizada, talco, sílice, etc. Montejo Fonseca (2018)	Se debe identificar la variable filler para luego trabajar en función a sus dimensiones: D1: Procedencia D2: Propiedades D3: Peso específico Cada una de estas se divide en indicadores.	Procedencia industrial	Cal Cemento Portland	Adimensional	Razón
			Propiedades físicas y químicas	Finura Composición química	Adimensional Adimensional	Razón Razón
			Peso específico	absorción	gr/cm <sup>3</sup>	Razón
			Resistencia	Estabilidad	Kg/N	Razón
2: Variable Dependiente Mezclas asfálticas en caliente	Mezclas asfálticas en caliente es el producto resultante de la mezcla en caliente y en una planta adecuada, de uno o más agregados pétreos y cemento asfáltico tradicional o modificado, el cual se esparce y compacta en caliente. Las mezclas en caliente pueden ser utilizadas como capas nivelantes, bases o rodado. Montejo Fonseca (2018)	Se debe identificar la variable mezcla asfáltica en caliente para luego trabajar en función a sus dimensiones: D1: Resistencia D2: Deformación D3: Porcentaje de vacíos Los cuales se dividen en indicadores que servirán para identificar claramente las dimensiones.	Deformación	Flujo	mm	Razón
			Porcentaje de vacíos	Densidad máxima teórica RICE	%	Razón

**Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento**

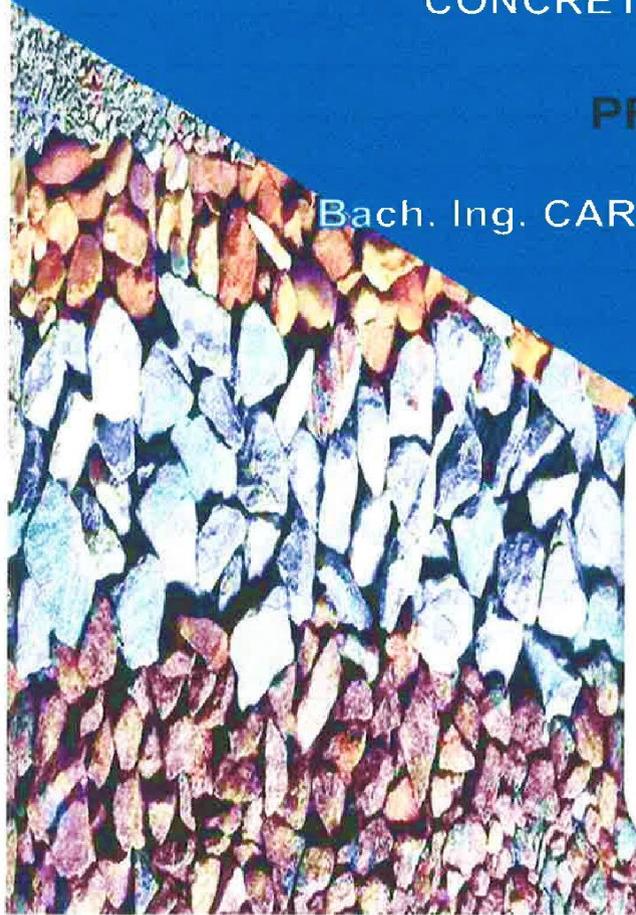
<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
V1: Variable Independiente Tipos de Filler	Procedencia industrial	Cal	Adimensional	Razón
		Cemento Portland		
	Propiedades físicas y químicas	Finura	Adimensional	Razón
		Composición química	Adimensional	Razón
Peso específico	Absorción	gr/cm <sup>3</sup>	Razón	
V2: Variable Dependiente Mezclas asfálticas en caliente	Resistencia	Estabilidad	Kg/N	Razón
	Deformación	Flujo	mm	Razón
	Porcentaje de vacíos	Densidad máxima teórica RICE	%	Razón

**Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. CARHUANCHO GALVEZ ANTONELLA  
IOYZETH



**“COMPORTAMIENTO FÍSICO - QUÍMICO DE  
DIFERENTES TIPOS DE FILLER INCORPORADOS  
EN LA MESCCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE”**



**G E O T E S T V S.A.C.**

---

# *Granulometría individual de los agregados*



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



**DIRECCIÓN** : Psj. GRAUN°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Trillo)

**CELULAR** : 9525251E1 - 972831911 - 991375093

**E-MAIL**

: labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

**FACEBOOK**

: Geo Test V S.A.C.

**RUC**

: 20606529229

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**FECHA:** Setiembre-2021

**CANTERA:** Apata

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

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA NATURAL**

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa													Fecha de Muestreo	Código de Muestra					
					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				
001	Arena Natural	Ago-21	Agregado fino	Día	25.400	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.180	0.150	0.740	Set-21	M-1				
002	Arena Natural	Ago-21	Agregado fino	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	91.6	90.2	84.3	69.1	49.5	26.5	12.1	9.0	4.9	Set-21	M-2				
					100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	91.1	89.6	83.9	69.2	52.2	29.3	12.2	9.2	4.8						
ESTADÍSTICOS					PROMEDIO	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	91.4	89.9	84.1	69.2	50.9	27.9	12.2	9.1	4.9					
					MAXIMO	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	91.6	90.2	84.3	69.2	52.2	29.3	12.2	9.2	4.9					
					MINIMO	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	91.1	89.6	83.9	69.1	49.5	26.5	12.1	9.0	4.8					
					DESV. ESTÁNDAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.4	0.3	0.1	1.9	2.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
					VARIANZA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	3.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
COEFICIENTE VARIACION					0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.5	0.3	0.1	3.8	7.1	0.6	1.6	1.5						



*Luis Camarero Espinoza*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



**DIRECCIÓN** : Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrnarez cruz con Av. Leovigildo Prado)  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Setiembre-2021

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

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA CHANCADA**

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa													Fecha de Muestreo	Código de Muestra	
					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
001	Arena Chancada	Ago-22	Agregado fino	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	95.1	63.8	57.4	40.3	26.7	22.3	18.6	14.6	12.6	9.0	M-1	
002	Arena Chancada	Ago-22	Agregado fino	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	95.9	69.9	65.4	46.8	30.4	26.6	21.6	16.4	13.9	9.5	M-2	
003	Arena Chancada	Ago-22	Agregado fino	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	92.4	61.7	55.5	39.9	26.4	22.0	18.1	14.0	12.1	8.5	M-1	
					100.0	100.0	100.0	100.0	94.5	65.1	59.4	42.3	27.8	23.6	19.4	15.0	12.9	9.0		
<b>PROMEDIO</b>					100.0	100.0	100.0	100.0	95.9	69.9	65.4	46.8	30.4	26.6	21.6	16.4	13.9	9.5		
<b>MAXIMO</b>					100.0	100.0	100.0	100.0	92.4	61.7	55.5	39.9	26.4	22.0	18.1	14.0	12.1	8.5		
<b>MINIMO</b>					0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	4.3	5.3	3.9	2.2	2.6	1.9	1.2	0.9	0.5		
<b>DESV. ESTÁNDAR</b>					0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	18.1	27.6	15.0	5.0	6.6	3.6	1.6	0.9	0.3		
<b>VARIANZA</b>					0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	6.5	8.8	9.1	8.0	10.9	9.7	8.3	7.2	5.6		
<b>COEFICIENTE VARIACION</b>																				

ESTADÍSTICOS



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

**DIRECCIÓN** : P.sj. GRAUN°211 - CHILCA  
 (Rec. a una cuadra frente al parque Pazo Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

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



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

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Setiembre-2021

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

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA 1/2"**

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa												Fecha de Muestreo	Código de Muestra									
					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							
001	Agregado Grueso	Ago-22	Grava de 1/2"	Día	100.0	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.180	0.150	0.740	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	Set-21	M-1	
002	Agregado Grueso	Ago-22	Grava de 1/2"	Día	100.0	100.0	97.9	71.9	2.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	Set-21	M-2
					100.0	100.0	98.4	73.1	2.0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1		
					100.0	100.0	98.9	74.3	2.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1		
					100.0	100.0	97.9	71.9	1.9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1		
					0.0	0.0	0.7	1.7	0.1	0.1	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	0.5	2.9	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	0.7	2.3	7.1	28.3	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		

ESTADÍSTICOS



**Luján Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 136761



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo - Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831971 - 991375093

E-MAIL

: labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

FACEBOOK

: Geo Test V S.A.C.

RUC

: 20606529229

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

TITULO: "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

TESISTA: Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

FECHA: Setiembre-2021

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

**RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA 3/4"**

Ítem	N° de Registro	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa													Fecha de Muestreo	Código de Muestra				
					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			
001	Agregado Grueso	Mar-22	Grava de 3/4"	Día	25.400	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.180	0.150	0.740	Set-21	M-1			
002	Agregado Grueso	Mar-22	Grava de 3/4"	Día	100.0	100.0	42.6	8.1	0.7	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	Set-21	M-2		
					100.0	100.0	39.6	8.5	0.7	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1				
					100.0	100.0	42.6	8.8	0.7	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1				
					100.0	100.0	36.5	8.1	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1				
					0.0	0.0	4.3	0.5	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0				
					0.0	0.0	18.6	0.2	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	10.9	5.9	10.9	28.3	0.0	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1				
ESTADÍSTICOS																							
PROMEDIO																							
MAXIMO																							
MINIMO																							
DESV. ESTÁNDAR																							
VARIANZA																							
COEFICIENTE VARIACION																							



*Yusuf Luján*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 148161



*Caracterización del  
agregado fina*



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

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 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.

**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200**  
 (ASTM C 117-17)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**MATERIAL:** Agregado fino

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

**FECHA:** Set 2021

COMBINACION GLOBAL DE AGREGADOS ASTM C117-17

Muestra	M01
Tamaño máximo nominal	3/4"
Masa seca de la muestra original	2600.00 g
Masa seca de la muestra despues del lavado	2462.30 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	5.30%



*Andrés Gamarra Espinoza*  
 Luis Gamarra Espinoza  
 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 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.

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO**  
 (ASTM C88M - 18)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** combinación degregado Fino  
**HECHO POR:** A. Y. G.  
**FECHA:** Setiembre-2021

**Datos de la Muestra:** Convencional

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	10.5	100.0	88.40	11.60	11.60	1.22
N° 8	N° 16	13.7	100.0	93.00	7.00	7.00	0.96
N° 16	N° 30	10.6	100.0	90.10	9.90	9.90	1.05
N° 30	N° 50	13.1	100.0	94.60	5.40	5.40	0.71
<b>TOTALES</b>							<b>3.93</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



**DIRECCIÓN :** 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.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
(MTC C128-15)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** Agregado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

**Muestra:** Combinado-Convencional

**AGREGADO FINO**

<b>Peso específico de Masa</b>	2.613	g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico SSS:</b>	2.622	g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico Aparente</b>	2.605	g/cm <sup>3</sup>
<b>Absorción:</b>	0.320	%

ITEM		P-1	P-2
Peso de Tara	(g)		
Peso de Fiola	(g)	151.70	138.30
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500	504.3
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	960.90	950.30
Peso del agregado seco	(g)	498.40	502.70
Volumen de fiola	(cm <sup>3</sup> )	500	500
Peso Especifico de Masa	(g/cm <sup>3</sup> )	2.612	2.614
Peso Especifico SSS	(g/cm <sup>3</sup> )	2.621	2.622
Peso Especifico Aparente	(g/cm <sup>3</sup> )	2.634	2.578
Absorción	(%)	0.321	0.318

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



*Antonella Loyzeth*  
Antonella Galvez Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 186121

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 (cruce con Av. Lencio Prado)

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
 (ASTM D2419)

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

TITULO: "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

TESISTA: Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Agregado Fino

FECHA: Setiembre-2021

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	09:00	09:02	09:04
4	Hora de Salida	09:10	09:12	09:14
5	Hora de Entrada	09:12	09:14	09:16
6	Hora de Salida	09:32	09:34	09:36
7	Altura Maxima de Material Fino	<b>5.40</b>	<b>5.30</b>	<b>5.50</b>
8	Altura Maxima de la Arena	<b>3.40</b>	<b>3.30</b>	<b>3.40</b>
9	Equivalente de Arena (%)	63.0	62.3	61.8
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		<b>63.0</b>	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	<b>70.0%</b>	OK

OBSERVACIONES :



*Luis Gamarra Espinoza*  
 Luis Gamarra Espinoza  
 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 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.

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
 (MTC E110 - ASTM D4318 - MTC E111 - AASHTO T90)

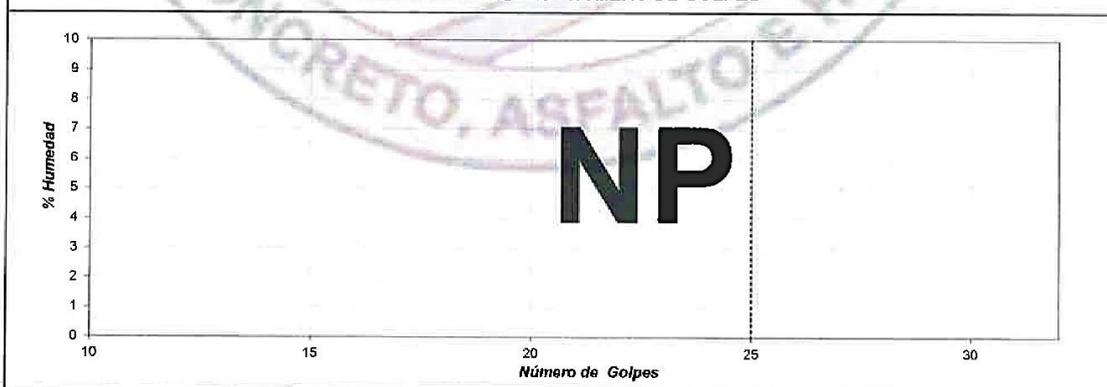
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuacho Galvez Antonella Loyzeth  
**ANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** combinación degregado Fino  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Agosto-2021

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
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 $W=(A-B)/(B-C)*100$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	NP	NP	NP
	Malo		
ESPECIFICACION	MAX. (%)	CUMPLIMIENTO	
IP	NP	OK	

**RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES**



**OBSERVACIONES :**



**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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 :** P.sj. 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.

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
 (MTC E110 - ASTM D4318 - MTC E111 - AASHTO T80)

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

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la masclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth  
**ANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** combinación degregado Fino

**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Agosto-2021

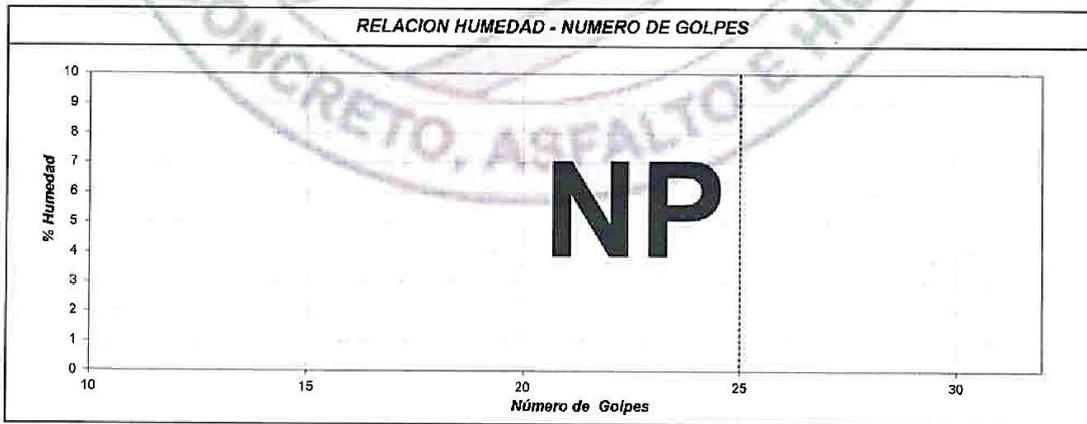
DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g	<b>NP</b>	<b>NP</b>
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $(W=(A-B)/(B-C)*100)$	%		
N° De Golpes			

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

Malo

ESPECIFICACION	MAX. (%)	CUMPLIMIENTO
IP	NP	OK

**RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES**



**OBSERVACIONES :**



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 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

# *Caracterización del agregado grueso*



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

**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 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 HIDRAULICA**

**TITULO** : "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA** : Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA** : Apata  
**MATERIAL** : combinación de agregado grueso

**FECHA:** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G

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

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	( grs. )	( grs. )	((B/A)*100)	%	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1156	96.33	8.0	770.7
1/2"	3/8"	600.0	598	99.67	10.2	1016.6
<b>TOTAL</b>		1800	1754		18.2	1,675.00

**PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA**

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{1675}{18.20} = 92.0 \%$$

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

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	( grs. )	( grs. )	((B/A)*100)	( grs. )	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1685.3	96.35	8.0	770.8
1/2"	3/8"	600.0	685.5	70.80	10.2	722.2
<b>TOTAL</b>		1800	2370.8		18.2	1,492.96

**PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS**

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{1493}{18.20} = 82.0 \%$$

**OBSERVACIONES :**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



**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** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D4791-10)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
<b>TITULO</b> :	"Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"
<b>TESISTA</b> :	Carhuancho Galvez Antonella Loyzath
<b>CANTERA</b> :	Apata <span style="float: right;"><b>FECHA:</b> Setiembre-2021</span>
<b>MATERIAL</b> :	combinación de agregado grueso <span style="float: right;"><b>HECHO POR:</b> A.Y.G</span>

**Muestra:** Convencional

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	1900.0	26.0	1.4	8.0	10.9	
1/2"	3/8"	982.0	24.0	2.4	10.2	24.9	
<b>Σ</b>		<b>2,882.0</b>	<b>50.0</b>		<b>18.2</b>	<b>35.9</b>	
<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>					<b>1.97</b>		<b>OK</b>
<b>ESPECIFICACION:</b>					<b>MAXIMO</b>	<b>10.0%</b>	

**OBSERVACIONES:**



Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



<b>ABRASIÓN LOS ANGELES</b> (MTC E207 - ASTM C131 - AASTHO T98)				
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>				
<b>TITULO:</b> "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"				
<b>TESISTA:</b> Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth				
<b>CANTERA:</b> Apata			<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.	
<b>MATERIAL:</b> combinación de agregado fino			<b>FECHA:</b> setiembre-2021	
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
<b>ESFERAS</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
1.1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"				
1/2" - 3/8"		2500		
3/8" - 1/4"		2500		
1/4" - N°4	-			
N°4 - N°8	-			
<b>Peso Muestra</b>		<b>5000</b>		
Peso Retenido Tamiz N° 12		4289		
Peso Pasante Tamiz N° 12		711		
<b>% DESGASTE</b>		<b>14.22</b>		
<b>PROMEDIO</b>	<b>14.2%</b>			
<b>ESPECIFICACION:</b>	<b>MAX.</b>	<b>35.0%</b>		<b>OK</b>

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

RUC : 20606529229



**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO**

(ASTM C86M-18)

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

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apatá

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

**MATERIAL:** Combinación de agregado grueso

**FECHA:** setiembre-2021

**AGREGADO GRUESO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	18.2	670.1	660.6	9.50	1.42	0.26
1/2"	3/8"	19.4	300.8	285.3	15.50	5.15	1.00
<b>TOTALES</b>		<b>37.6</b>	<b>970.9</b>				<b>1.26</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



  
Luis Camarín Espinoza  
INGENIERO CIVIL.  
CIP. 198161



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

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



**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
(MTC C128-15)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Agregado Grueso  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Setiembre-2021

**Muestra:** Combinación

**AGREGADO GRUESO**

Peso específico de Masa	2.609	g/cm3
Peso específico SSS:	2.634	g/cm3
Peso específico Aparente	2.878	g/cm3
Absorción:	0.985	%

ITEM		P-1	P-2
Peso del agregado en estado SSS	(g)	1297.1	1297.3
Peso del agregado sumergido	(g)	804.70	804.90
Peso del agregado secado en horno	(g)	1284.5	1284.6
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.609	2.609
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.634	2.635
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.877	2.878
Absorción	(%)	0.981	0.989

**OBSERVACIONES :**



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

*Combinación  
granulométrica global  
(teórica y física)*



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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211-CHILCA

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

(Refa una cuadra frente al parque Puzo

geotest.v@gmail.com

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



ANÁLISIS - COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS

TITULO: "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

TESISTA: Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

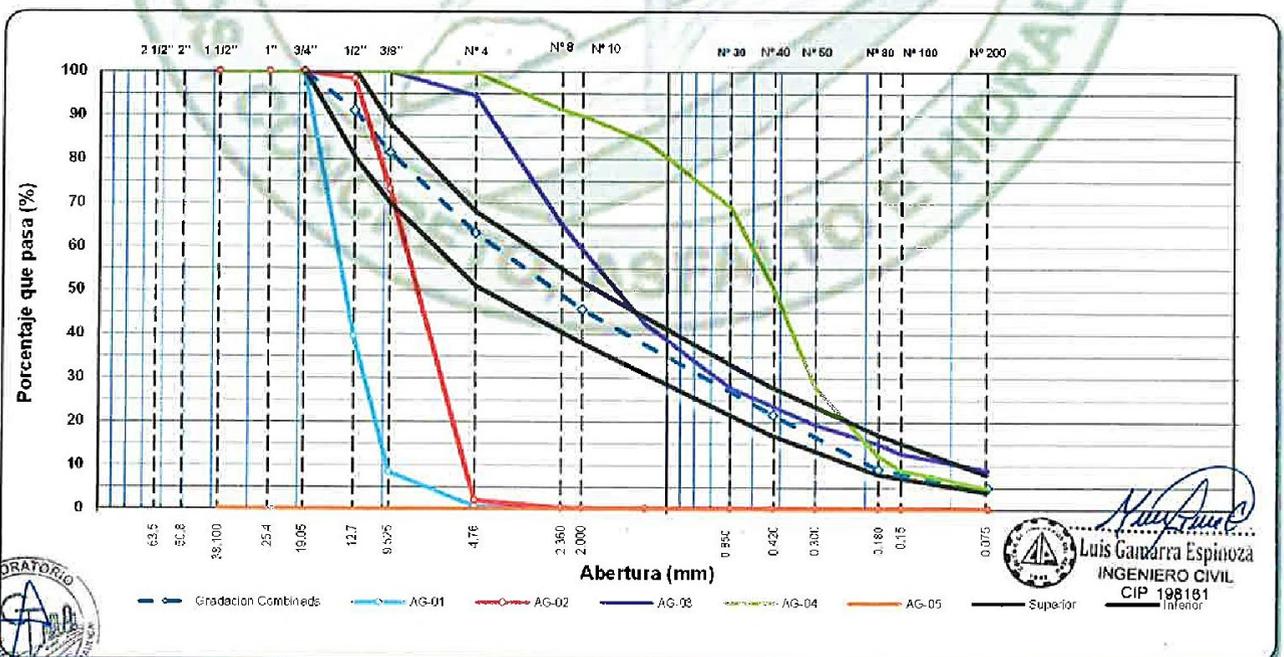
FECHA: Setiembre-2021

CANTERA: Apata

HECHO POR: A. Y. G.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS								% COMBINADO	ESPECIFICACION		
		AG-01		AG-02		AG-03		AG-04			100	MIN	MAX
		Grava 3/4"		Grava 1/2"		Arena Chancada		Arena Natural					
		% Aporte	14	% Aporte	21	15	42	% Aporte	23				
1 1/2"	38.100	100.0	14.00	100.0	21.00	100.0	42.00	100.0	23.00	100.0	-	-	
1"	25.400	100.0	14.00	100.0	21.00	100.0	42.00	100.0	23.00	100.0	-	-	
3/4"	19.050	100.0	14.00	100.0	21.00	100.0	42.00	100.0	23.00	100.0	100	100	
1/2"	12.700	39.6	5.54	98.4	20.66	100.0	42.00	100.0	23.00	91.2	80	100	
3/8"	9.525	8.5	1.18	73.1	15.35	100.0	42.00	100.0	23.00	81.5	70	88	
Nº 4	4.760	0.7	0.09	2.0	0.42	94.5	39.68	99.8	22.94	63.1	51	68	
Nº 8	2.360	0.3	0.04	0.3	0.05	65.1	27.36	91.4	21.01	48.5			
Nº 10	2.000	0.2	0.03	0.2	0.04	59.4	24.96	89.9	20.68	45.7	38	52	
Nº 16	1.190	0.2	0.02	0.2	0.04	42.3	17.78	84.1	19.34	37.2			
Nº 30	0.600	0.2	0.02	0.2	0.04	27.8	11.69	69.2	15.90	27.7			
Nº 40	0.425	0.2	0.02	0.2	0.04	23.6	9.93	50.9	11.70	21.7	17	28	
Nº 50	0.300	0.2	0.02	0.2	0.04	19.4	8.16	27.9	6.42	14.6			
Nº 80	0.180	0.2	0.02	0.2	0.04	15.0	6.30	12.2	2.79	9.2	8	17	
Nº 100	0.150	0.2	0.02	0.2	0.04	12.8	5.39	9.1	2.09	7.5			
Nº 200	0.074	0.1	0.01	0.1	0.02	9.0	3.78	4.9	1.12	4.9	4	8	

CURVA GRANULOMETRICA



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



**DIRECCIÓN :** P.sj. GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
**CELULAR :** 952525151 - 972831911-991375093

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

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

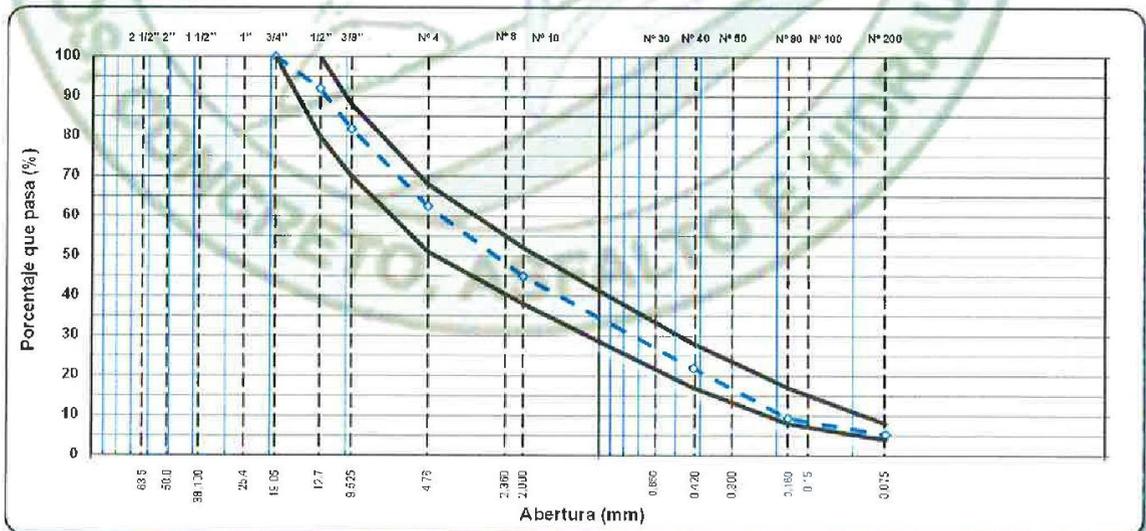
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

ASTM C - 136

**TITULO :** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA :** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA :** Apata  
**MATERIAL :** Combinación de agregado  
**FECHA:** Setiembre-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO 3/4"	
1 1/2"	38.100						Peso Inicial de la muestra	70000.0 gr
1"	25.400						Peso Fracción	804.2 gr
3/4"	19.050				100.0	100		
1/2"	12.700	5586.0	8.0	8.0	92.0	80 - 100		
3/8"	9.525	7159.0	10.2	18.2	81.8	70 - 98	<b>COMBINACION DE AGREGADOS</b>	
1/4"	6.300						Grava chancada de 3/4"	14.0 %
N°4	4.760	13562.0	19.4	37.6	62.4	51 - 68	Gravilla chancada de 1/2"	21.0 %
N°8	2.360	150.0	10.5	48.1	51.9		Arena Chancada 1/4"	42.0 %
N° 10	2.000	101.2	7.1	55.1	44.9	38 - 52	Arena Natural 1/4"	23.0 %
N° 16	1.190	95.2	5.5	61.8	38.2			
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	151.6	10.5	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	5.8	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1.3	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5.1	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	1.9	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2.2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200	-	15.5	5.3	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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

*Peso específico y  
absorción del  
agregado fino  
incorporación de cal  
en (1%, 2%, 3% y 4%)*



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

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 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 ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 (MTC C128-15)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Agregado Fino  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Setiembre-2021

**Muestra:** Combinado-Convencional + 1 % de cal

**AGREGADO FINO**

Peso específico de Masa	2.624	g/cm3
Peso específico SSS:	2.633	g/cm3
Peso específico Aparente	2.648	g/cm3
Absorción:	0.341	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	137.5
Peso de Fiola	(g)	151.7
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	961.8
Peso del agregado seco	(g)	635.8
Volumen de fiola	(cm3)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.624
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.633
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.648
Absorción	(%)	0.341

**OBSERVACIONES :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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

DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

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



**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
(MTC C128-15)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporandos en la mesclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA:** Carhuancha Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Agregado Fino  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Setiembre-2021

**Muestra:** Combinado-Convencional + 2 % de cal

**AGREGADO FINO**

Peso específico de Masa	2.635	g/cm3
Peso específico SSS:	2.645	g/cm3
Peso específico Aparente	2.661	g/cm3
Absorción:	0.420	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	135.3
Peso de Fiola	(g)	151.7
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	962.7
Peso del agregado seco	(g)	633.5
Volumen de fiola	(cm3)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.636
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.646
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.661
Absorción	(%)	0.361



  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

**OBSERVACIONES :** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**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** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 (MTC C128-15)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Agregado Fino  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Setiembre-2021

**Muestra:** Combinado-Convencional + 3 % de cal

**AGREGADO FINO**

<b>Peso específico de Masa</b>	2.678	g/cm3
<b>Peso específico SSS:</b>	2.687	g/cm3
<b>Peso específico Aparente</b>	2.704	g/cm3
<b>Absorción:</b>	0.381	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	139.6
Peso de Fiola	(g)	151.7
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	965.6
Peso del agregado seco	(g)	637.9
Volumen de fiola	(cm3)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.677
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.687
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.704
Absorcion	(%)	0.381



*Muis Gamarra Espinoza*  
**Muis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

**OBSERVACIONES :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**DIRECCIÓN** : 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.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 (MTC C128-15)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** Agregado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

**Muestra:** Combinado-Convencional + 4 % de cal

**AGREGADO FINO**

<b>Peso específico de Masa</b>	2.695	g/cm3
<b>Peso específico SSS:</b>	2.709	g/cm3
<b>Peso específico Aparente</b>	2.727	g/cm3
<b>Absorción:</b>	0.402	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	134.9
Peso de Fiola	(g)	151.7
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	967.1
Peso del agregado seco	(g)	632.9
Volumen de fiola	(cm3)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.698
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.709
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.727
Absorcion	(%)	0.402



*Luis Gamarrá Espinoza*  
**Luis Gamarrá Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

**OBSERVACIONES :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Peso específico y  
absorción del  
agregado fino con  
incorporación de  
cemento en (1%, 2%, 3%  
y 4%)*



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

**LABORATORIO DE MECANICA 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** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.



<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b> (MTC C128-15)	
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>	
<b>TITULO:</b> "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"	
<b>TESISTA:</b> Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth	
<b>CANTERA:</b> Apata	<b>HECHO POR:</b> A. Y.G.
<b>MATERIAL:</b> Agregado Fino	<b>FECHA:</b> Setiembre-2021

**Muestra:** Combinado-Convencional + 1 % de cemento

**AGREGADO FINO**

<b>Peso específico de Masa</b>	2.624	g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico SSS:</b>	2.632	g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso específico Aparente</b>	2.625	g/cm <sup>3</sup>
<b>Absorción:</b>	0.361	%

ITEM	P-1
Peso de Tara	(g) 136.1
Peso de Fiola	(g) 151.7
Peso del agregado en estado SSS	(g) 500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g) 961.7
Peso del agregado seco	(g) 634.6
Volumen de fiola	(cm <sup>3</sup> ) 500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm <sup>3</sup> ) 2.624
Peso Especifico SSS	(g/cm <sup>3</sup> ) 2.632
Peso Especifico Aparente	(g/cm <sup>3</sup> ) 2.645
Absorcion	(% ) 0.301



  
**Luis Camarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

**OBSERVACIONES :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

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



**DIRECCIÓN** : P.sj. 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.

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b> (MTC C128-15)	
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>	
<b>TITULO:</b> "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"	
<b>TESISTA:</b> Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth	
<b>CANTERA:</b> Apala	<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.
<b>MATERIAL:</b> Agregado Fino	<b>FECHA:</b> Setiembre-2021

**Muestra:** Combinado-Convencional + 2 % de cemento

**AGREGADO FINO**

Peso específico de Masa	2.656	g/cm3
Peso específico SSS:	2.664	g/cm3
Peso específico Aparente	2.676	g/cm3
Absorción:	0.281	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	135.8
Peso de Fiola	(g)	151.7
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	964.0
Peso del agregado seco	(g)	634.4
Volumen de fiola	(cm3)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.656
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.664
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.676
Absorcion	(%)	0.281



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 C/P 198181

**OBSERVACIONES :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**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** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 (MTC C128-15)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Agregado Fino  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Setiembre-2021

**Muestra:** Combinado-Convencional + 3 % de cemento

**AGREGADO FINO**

<b>Peso específico de Masa</b>	2.678	g/cm3
<b>Peso específico SSS:</b>	2.685	g/cm3
<b>Peso específico Aparente</b>	2.697	g/cm3
<b>Absorción:</b>	0.261	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	139.6
Peso de Fiola	(g)	151.7
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	965.5
Peso del agregado seco	(g)	638.3
Volumen de fiola	(cm3)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.678
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.685
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.697
Absorcion	(%)	0.261



*Luis Gamarra Espinoza*  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

**OBSERVACIONES :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

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



**DIRECCIÓN** : P.sj. 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.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 (MTC C128-15)

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

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la masclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** Agregado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

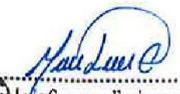
**Muestra:** Combinado-Convencional + 4 % de cemento

**AGREGADO FINO**

<b>Peso específico de Masa</b>	2.695	g/cm3
<b>Peso específico SSS:</b>	2.701	g/cm3
<b>Peso específico Aparente</b>	2.712	g/cm3
<b>Absorción:</b>	0.241	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	135.5
Peso de Fiola	(g)	151.7
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	966.6
Peso del agregado seco	(g)	634.3
Volumen de fiola	(cm3)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.695
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.701
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.712
Absorción	(%)	0.241



  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

**OBSERVACIONES :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Equivalente de  
arena con  
incorporación de  
cemento en (1%, 2%,  
3% y 4%)*



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

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



**DIRECCIÓN** : P'sj. GRAUN°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
Ferrocarriil 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.

<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> (ASTM D2419 )				
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>				
<b>TITULO:</b> "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"				
<b>TESISTA:</b> Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth				
<b>CANTERA:</b> Apeta			<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.	
<b>MATERIAL:</b> combinación degregado Fino + 1% de cemento			<b>FECHA:</b> Setiembre-2021	
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	03:01	03:03	03:05
4	Hora de Salida	03:11	03:13	03:15
5	Hora de Entrada	03:13	03:15	03:17
6	Hora de Salida	03:33	03:35	03:37
7	Altura Maxima de Material Fino	<b>5.50</b>	<b>5.60</b>	<b>5.60</b>
8	Altura Maxima de la Arena	<b>3.40</b>	<b>3.30</b>	<b>3.40</b>
9	Equivalente de Arena (%)	61.8	58.9	60.7
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		<b>61.0</b>	
11	<b>ESPECIFICACION:</b>	<b>MAXIMA:</b>	<b>70.0%</b>	<b>OK</b>

**OBSERVACIONES :**



  
 Luis Camarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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



**DIRECCIÓN :** Pjs. 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 :** labgentestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.

<b>EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D2419 )</b>				
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>				
<b>TITULO:</b> "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"				
<b>TESISTA:</b> Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth				
<b>CANTERA:</b> Apata			<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.	
<b>MATERIAL:</b> combinación degregado Fino + 2% de cemento			<b>FECHA:</b> Setiembre-2021	
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	08:27	08:29	08:31
4	Hora de Salida	08:37	08:39	08:41
5	Hora de Entrada	08:39	08:41	08:43
6	Hora de Salida	08:59	09:01	09:03
7	Altura Maxima de Material Fino	<b>5.20</b>	<b>5.30</b>	<b>5.60</b>
8	Altura Maxima de la Arena	<b>3.00</b>	<b>3.10</b>	<b>3.10</b>
9	Equivalente de Arena (%)	57.7	58.5	55.4
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		<b>58.0</b>	
11	<b>ESPECIFICACION:</b>	<b>MAXIMA:</b>	<b>70.0%</b>	<b>OK</b>

**OBSERVACIONES :**



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
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 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.

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
 (ASTM D2419 )

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuéncho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degregado Fino + 3% de cemento

**FECHA:** Setiembre-2021

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	08:27	08:29	08:31
4	Hora de Salida	08:37	08:39	08:41
5	Hora de Entrada	08:39	08:41	08:43
6	Hora de Salida	08:59	09:01	09:03
7	Altura Maxima de Material Fino	<b>5.40</b>	<b>5.60</b>	<b>5.70</b>
8	Altura Maxima de la Arena	<b>3.00</b>	<b>3.10</b>	<b>3.10</b>
9	Equivalente de Arena (%)	55.6	55.4	54.4
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		<b>56.0</b>	
11	<b>ESPECIFICACION:</b>	<b>MAXIMA:</b>	<b>70.0%</b>	<b>OK</b>

**OBSERVACIONES :**



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 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 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.

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
 (ASTM D2419 )

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

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degregada Fino + 4% de cemento

**FECHA:** Setiembre-2021

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	08:27	08:29	08:31
4	Hora de Salida	08:37	08:39	08:41
5	Hora de Entrada	08:39	08:41	08:43
6	Hora de Salida	08:59	09:01	09:03
7	Altura Maxima de Material Fino	<b>5.80</b>	<b>5.90</b>	<b>5.70</b>
8	Altura Maxima de la Arena	<b>3.10</b>	<b>3.20</b>	<b>3.20</b>
9	Equivalente de Arena (%)	53.4	54.2	56.1
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		<b>55.0</b>	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	<b>70.0%</b>	OK

OBSERVACIONES :



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

*Equivalente de  
arena con  
incorporación de cal  
en (1%, 2%, 3% y 4%)*



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

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



DIRECCIÓN : Pcsj. 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.

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
 (ASTM D2419 )

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degregado Fino + 1% de cal

**FECHA:** Setiembre-2021

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	08:27	08:29	08:31
4	Hora de Salida	08:37	08:39	08:41
5	Hora de Entrada	08:39	08:41	08:43
6	Hora de Salida	08:59	09:01	09:03
7	Altura Maxima de Material Fino	<b>5.50</b>	<b>5.50</b>	<b>5.60</b>
8	Altura Maxima de la Arena	<b>3.40</b>	<b>3.40</b>	<b>3.40</b>
9	Equivalente de Arena (%)	61.8	61.8	60.7
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		<b>62.0</b>	
11	ESPECIFICACION:	<b>MAXIMA:</b>	<b>70.0%</b>	OK

OBSERVACIONES :



*Yuri Gamarra Espinoza*  
 Luis Gamarra 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 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.

<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> (ASTM D2419 )				
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>				
<b>TITULO:</b> "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"				
<b>TESISTA:</b> Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth				
<b>CANTERA:</b> Apeta			<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.	
<b>MATERIAL:</b> combinación degregado Fino + 2% de cal			<b>FECHA:</b> Setiembre-2021	
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	08:27	08:29	08:31
4	Hora de Salida	08:37	08:39	08:41
5	Hora de Entrada	08:39	08:41	08:43
6	Hora de Salida	08:59	09:01	09:03
7	Altura Mexima de Material Fino	5.30	5.20	5.10
8	Altura Mexima de la Arena	3.00	3.10	3.00
9	Equivalente de Arena (%)	56.6	59.6	58.8
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		59.0	
11	<b>ESPECIFICACION:</b>	<b>MAXIMA:</b>	70.0%	OK

**OBSERVACIONES :**



*Maris Gamarra Espinoza*  
**Maris Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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



DIRECCIÓN : Pcsj. 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.

EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D2419 )				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mesclas asfálticas en caliente"				
TESISTA: Carhuancho Galvez Antonella Loyzelh				
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: combinación degregado Fino + 3 % de cal			FECHA: Setiembre-2021	
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	08:27	08:29	08:31
4	Hora de Salida	08:37	08:39	08:41
5	Hora de Entrada	08:39	08:41	08:43
6	Hora de Salida	08:59	09:01	09:03
7	Altura Maxima de Material Fino	5.60	5.70	5.70
8	Altura Maxima de la Arena	3.30	3.40	3.30
9	Equivalente de Arena (%)	58,9	59,6	57,9
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	59.0		
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK

OBSERVACIONES :



  
 Luis Gamarra Espinoza  
 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 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.

<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> (ASTM D2419 )				
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>				
<b>TITULO:</b> "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"				
<b>TESISTA:</b> Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth				
<b>CANTERA:</b> Apata			<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.	
<b>MATERIAL:</b> combinación degregado Fino + 4 % de cal			<b>FECHA:</b> Setiembre-2021	
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	08:27	08:29	08:31
4	Hora de Salida	08:37	08:39	08:41
5	Hora de Entrada	08:39	08:41	08:43
6	Hora de Salida	08:59	09:01	09:03
7	Altura Maxima de Material Fino	<b>5.60</b>	<b>5.50</b>	<b>5.50</b>
8	Altura Maxima de la Arena	<b>3.20</b>	<b>3.30</b>	<b>3.10</b>
9	Equivalente de Arena (%)	57.1	60.0	56.4
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		<b>58.0</b>	
11	<b>ESPECIFICACION:</b>	<b>MAXIMA:</b>	<b>70.0%</b>	<b>OK</b>

**OBSERVACIONES :**



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

*Durabilidad al sulfato  
de magnesio con  
incorporación de cal  
(1%, 2 %, 3 % y 4 %)*



Geo Test V S.A.C.

**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 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.

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO**  
 (ASTM C88M - 18)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la masclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzelh

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degregado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

**Datos de la Muestra:** Convencional + 1 % de cal

**AGREGADO FINO**

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	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	11.4	100.0	88.10	11.90	11.90	1.36
N° 8	N° 16	13.4	100.0	92.80	7.20	7.20	0.96
N° 16	N° 30	10.5	100.0	91.00	9.00	9.00	0.95
N° 30	N° 50	13.2	100.0	93.90	6.10	6.10	0.81
<b>TOTALES</b>							<b>4.07</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181

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



**DIRECCIÓN** : P'j. 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  
gcotest.v@gmail.com.

**CELULAR** : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO  
(ASTM C88M - 18)**

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degregado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

**Datos de la Muestra:** Convencional + 2 % de cal

**AGREGADO FINO**

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	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	12.1	100.0	88.20	11.80	11.80	1.43
N° 8	N° 16	13.2	100.0	92.90	7.10	7.10	0.94
N° 16	N° 30	10.5	100.0	90.90	9.10	9.10	0.96
N° 30	N° 50	13.7	100.0	93.70	6.30	6.30	0.86
<b>TOTALES</b>							<b>4.19</b>

**OBSERVACIONES :**

---

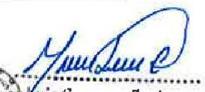


---



---



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 198181**

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



**DIRECCIÓN** : P'sj. 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.

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO**  
 (ASTM C88M - 18)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degregado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

**Datos de la Muestra:** Convencional + 3 % de cal

**AGREGADO FINO**

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	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	11.6	100.0	88.30	11.70	11.70	1.36
N° 8	N° 16	13.3	100.0	92.80	7.20	7.20	0.96
N° 16	N° 30	10.6	100.0	90.30	9.70	9.70	1.03
N° 30	N° 50	13.4	100.0	93.60	6.40	6.40	0.86
<b>TOTALES</b>							<b>4.20</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181



**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** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

<b>DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO</b> (ASTM C88M - 18)	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA</b>	
<b>TITULO:</b> "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporandos en la mezclas asfálticas en caliente"	
<b>TESISTA:</b> Carhuanchio Galvez Antonella Loyzeth	
<b>CANTERA:</b> Apata	<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.
<b>MATERIAL:</b> combinación degregado Fino	<b>FECHA:</b> Setiembre-2021

**Datos de la Muestra:** Convencional + 4 % de cal

<b>AGREGADO FINO</b>							
<b>TAMAÑO DE TAMIZ</b>		<b>ESCALON ORIGINAL</b>	<b>PESO ANTES DEL ENSAYO</b>	<b>PESO DESPUES DEL ENSAYO</b>	<b>PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO</b>	<b>% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO</b>	<b>% DE PERDIDA CORREGIDAS</b>
<b>PASANTE</b>	<b>RETENIDO</b>						
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	10.8	100.0	88.30	11.70	11.70	1.26
N° 8	N° 16	14.1	100.0	92.60	7.40	7.40	1.04
N° 16	N° 30	10.7	100.0	90.00	10.00	10.00	1.07
N° 30	N° 50	13.3	100.0	93.20	6.80	6.80	0.90
<b>TOTALES</b>							<b>4.28</b>

**OBSERVACIONES :**



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

*Durabilidad al sulfato  
de magnesio con  
incorporación de  
cemento en ( 1%, 2%, 3  
% y 4 %)*



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

**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 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.



**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO  
(ASTM C88M - 18)**

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degregado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

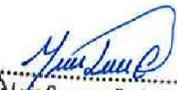
**Datos de la Muestra:** Convencional + 1% de cemento

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	11.7	100.0	88.30	11.70	11.70	1.37
N° 8	N° 16	13.5	100.0	92.90	7.10	7.10	0.96
N° 16	N° 30	10.7	100.0	91.20	8.80	8.80	0.94
N° 30	N° 50	13.3	100.0	93.80	6.20	6.20	0.82
<b>TOTALES</b>							<b>4.09</b>

**OBSERVACIONES :**



  
 Luis Gamarra Espinoza  
 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 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.

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO  
(ASTM C88M - 18)**

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degregado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

**Datos de la Muestra:** Convencional + 2 % de cemento

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	11.0	100.0	88.00	12.00	12.00	1.32
N° 8	N° 16	13.7	100.0	92.60	7.40	7.40	1.01
N° 16	N° 30	10.5	100.0	91.10	8.90	8.90	0.93
N° 30	N° 50	13.3	100.0	92.60	7.40	7.40	0.98
<b>TOTALES</b>							<b>4.25</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



  
 Luis Gamarrá Espinoza  
 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 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.

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO  
(ASTM C88M - 18)**

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

**MATERIAL:** combinación degredado Fino

**FECHA:** Setiembre-2021

**Datos de la Muestra:** Convencional + 3 % de cemento

**AGREGADO FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL %	PESO ANTES DEL ENSAYO Grs.	PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs.	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO %	% DE PERDIDA CORREGIDAS %
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	11.0	100.0	87.90	12.10	12.10	1.33
N° 8	N° 16	13.7	100.0	92.50	7.50	7.50	1.03
N° 16	N° 30	10.5	100.0	91.00	9.00	9.00	0.95
N° 30	N° 50	13.3	100.0	92.00	8.00	8.00	1.06
<b>TOTALES</b>							<b>4.37</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 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 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.

**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO**  
 (ASTM C88M - 18)

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

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** combinación degregado Fino  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Setiembre-2021

**Datos de la Muestra:** Convencional + 4 % de cemento

**AGREGADO FINO**

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	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	11.2	100.0	87.80	12.20	12.20	1.37
N° 8	N° 16	13.7	100.0	92.40	7.60	7.60	1.04
N° 16	N° 30	10.5	100.0	90.90	9.10	9.10	0.96
N° 30	N° 50	13.2	100.0	90.80	9.20	9.20	1.21
<b>TOTALES</b>							<b>4.58</b>

**OBSERVACIONES :**

---



---



---



  
 Luis Camarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

*Diseño de mezcla  
asfáltica ( Marshall)  
convencional*



**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

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

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

**RUC** : 20606529229

**HECHO POR** : J.V.G

**FECHA** : Septiembre - 2007

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

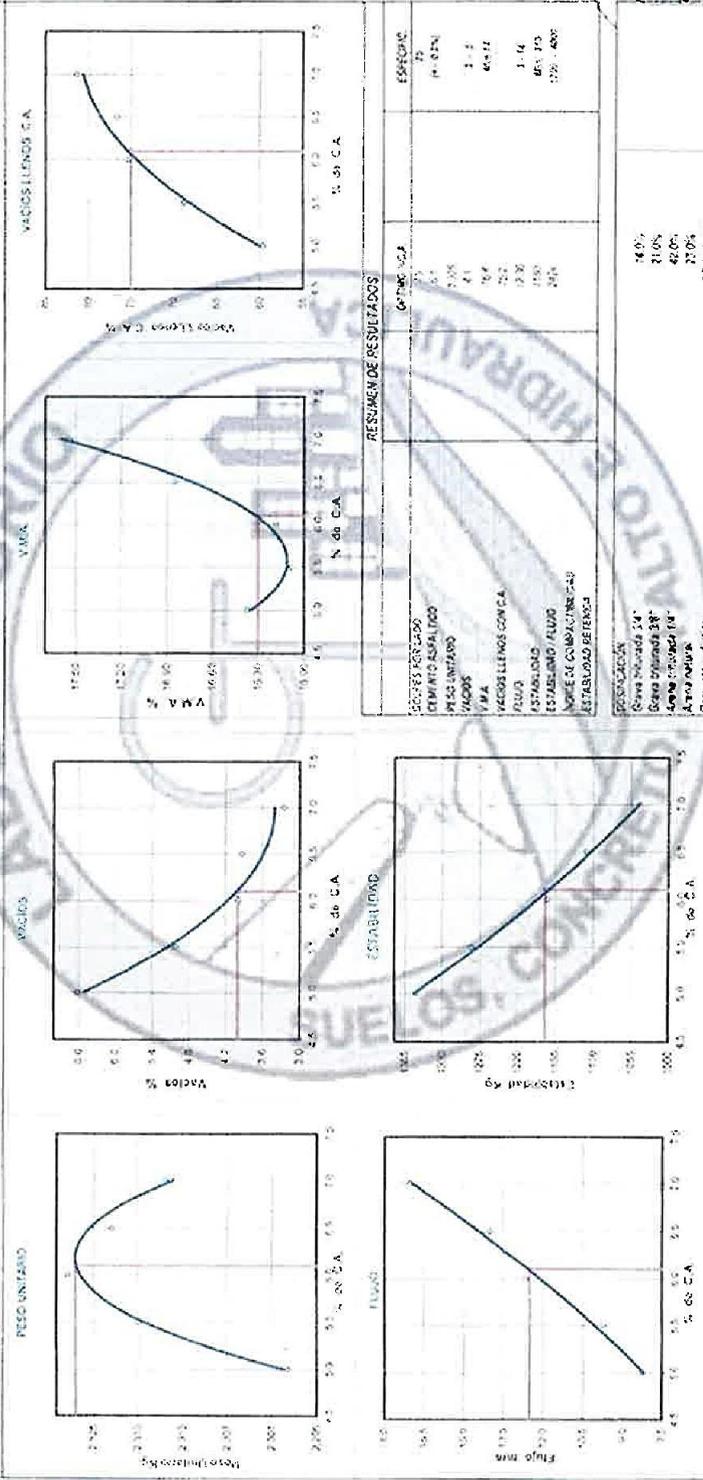
**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

**TÍTULO** : Comportamiento físico-químico de diferentes tipos de áridos incorporados en las mezclas asfálticas en caliente

**TESISTA** : Cahuascha Gavez Antonio Leynela

**CANTERA** : Apur

**MATERIAL** : Mezcla asfáltica



# 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 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**

### DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuacho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica  
**FECHA:** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

**Diseño C.A. 5.0 %**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200			
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. S/Lavar	gr.	
PESO RETENIDO	gr.	12072.0	6776.0	10192.1	169.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%	16.1	11.7	13.6	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%	16.1	27.8	41.4	58.0	78.7	80.6	84.6	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	6.2	Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr.	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	640.9
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.	76000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.	
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.0	5.0	5.0	5.0	
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	39.32	39.32	39.32		
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.68	55.68	55.68		
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.509	2.608	2.608		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1228.1	1235.2	1244.3		
10	PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1231.9	1236.4	1244.7		
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	702.2	708.2	708.6		
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	529.6	532.2	535.1		
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	529.8	532.2	535.1		
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.319	2.321	2.320	2.320	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.451	2.451	2.451		
18	VACÍOS (17-16)*100/17	%	6.4	6.5	6.6	6.6	3 - 5
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(20)+(3/7)+(4/6)		2.568	2.568	2.568		
20	V.M.A. 100*(2+3+4)/(16/19)	%	16.4	16.4	16.4	16.4	Mín. 14
21	VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-16)/20	%	59.6	59.6	59.6	59.6	
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100/17)-(1/5)		2.649	2.649	2.649		
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5/(22-19)))/(22*19)	%	1.208	1.208	1.208		
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	3.65	3.65	3.65		
25	FLUJO	mm	8.3	8.4	8.3	8.3	2 - 4
26	LECTURA DEL EQUIPO		13.370	13.312	12.696		
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1353	1357	1264		
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1363	1357	1294	1338	Mín. 815
30	ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1642	1615	1559	1605	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Grava triturada 3/4" 0%
- Grava triturada 1/2" 38%
- Arena triturada 3/16" 38%
- Arena natural 25%
- Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
- Cemento asfáltico PEN 95 - 100



**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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 :** 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 - 9/2831911 - 991375093

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

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

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

**Diseño C.A. 5.5 %**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO									LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavado	gr.
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	12072.0	8776.0	10192.1	189.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	16.1	11.7	13.8	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	16.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	5.2	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 80	51 - 60	30 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.
											840.9
											7600.0



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.5	5.6	5.5	5.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	39.11	39.11	39.11		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.39	55.39	55.39		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1230.1	1241.0	1230.5		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1235.9	1244.2	1232.5		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	700.9	703.6	700.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	535.0	540.6	532.6		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pa parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	535.0	540.6	532.6		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (8/15)	g/c.c.	2.299	2.288	2.310	2.302	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM (2-2041)		2.403	2.403	2.403		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	6.0	6.0	6.0	6.0	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/8)+(3/7)+(4/8))		2.568	2.568	2.568		
20 V.M.A. 100 (2+3+4)/(16/19)	%	16.0	16.1	16.1	16.1	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100 (20-18)/20	%	88.8	88.8	88.8	88.8	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)+(1/5))		2.611	2.611	2.611		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-19))/(22*19)	%	0.653	0.653	0.653		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO. 1-(23*(2+3+4)/100)		4.88	4.88	4.88		
25 FLUJO	mm	9.7	9.8	9.8	9.7	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		10.801	12.618	12.624		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1270	1276	1318		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1270	1276	1318	1288	Mín. 616
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1309	1302	1373	1329	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**  
 Grava triturada 3/4" 14%  
 Grava triturada 1/2" 21%  
 Arena triturada 3/16" 42%  
 Arena natural 23%

Aditivo mejorador de adherencia 0.0%  
 Cemento asfáltico PEN 85 - 100



**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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 :** 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 :** labgeotestv02@gmail.com  
 geotestv@gmail.com.  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.

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

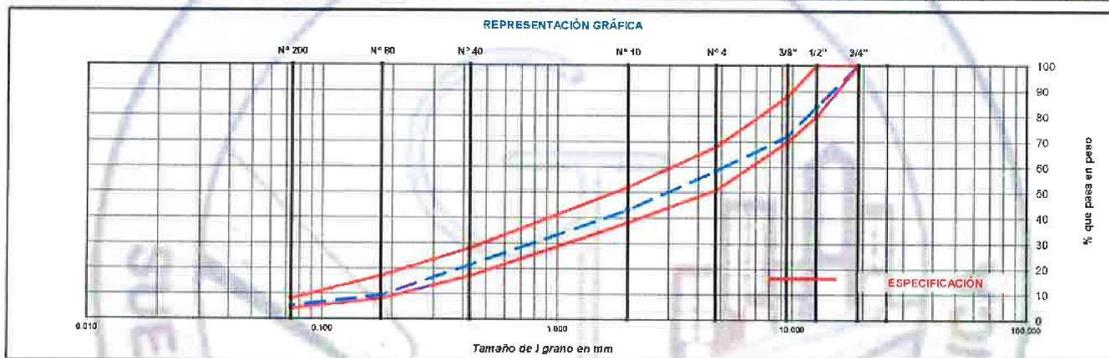
#### DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Cartuáncho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apala  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

Diseño C.A. 6.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		12072.0	8778.0	10192.1	188.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav. + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		16.1	11.7	13.8	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		18.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.8	94.8	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	8.4	6.2		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.
Metros Lineales:												640.9
												75000.0



#### ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.0	6.0	6.0	6.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.90	38.00	39.80		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.10	55.10	55.10		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1235.7	1238.9	1226.4		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1237.9	1238.4	1230.8		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	704.4	700.5	701.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	593.5	531.9	528.6		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	533.5	531.9	529.8		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.316	2.326	2.319	2.320	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.402	2.402	2.402		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.0	4.0	4.0	4.0	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.588	2.588	2.588		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/19)	%	16.2	16.2	16.2	16.2	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	75.3	75.3	75.3	75.3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.631	2.631	2.631		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19)/(22*19)	%	0.954	0.954	0.954		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.10	5.10	5.10		
25 FLUJO	mm	12.7	12.6	12.8	12.7	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.586	11.875	11.161		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1181	1211	1137		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1181	1211	1137	1176	Mín. 815
30 ESTABILIDAD FLUJO	Kg/cm	930	961	888	926	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Grava triturada 3/4" 14%  
 Grava triturada 1/2" 21%  
 Arena triturada 3/16" 42%  
 Arena natural 23%  
 Aditivo mejorador de adherencia 0.0%  
 Cemento asfáltico PEN 85 - 100



**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 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

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



**DIRECCIÓN :** Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Rof. 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**

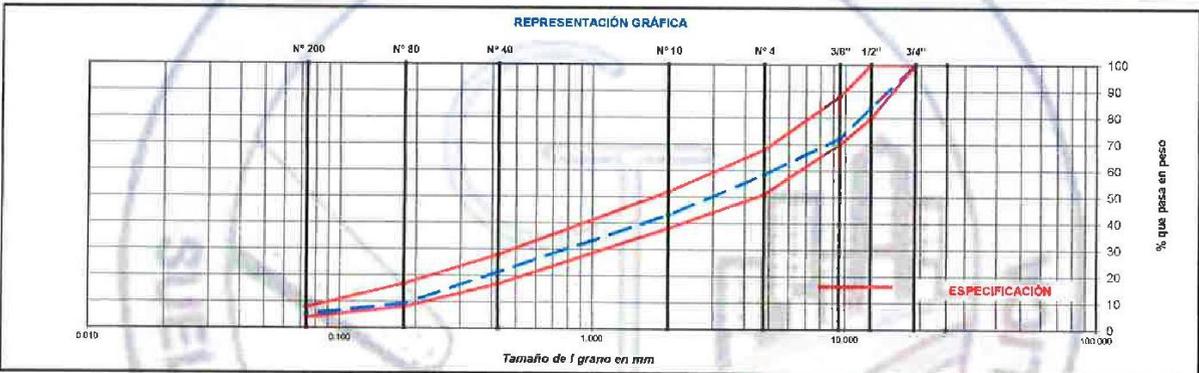
**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuacho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA :** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

**Diseño C.A. 6.5 %**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm		19.060	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		12072.0	8776.0	10192.1	169.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		18.1	11.7	18.6	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		18.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	8.4	5.2		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 88	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO											PRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.5	6.5	6.5	6.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.70	38.70	38.70		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	52.93	52.93	52.93		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1220.1	1221.7	1219.6		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1221.6	1222.3	1220.6		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	698.0	695.0	692.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	523.6	527.3	528.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/9a parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	523.6	527.3	528.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (8/15)	gr/c.c.	2.330	2.317	2.308	2.318	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.410	2.410	2.410		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	3.9	3.9	3.8	3.8	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.578	2.578	2.578		
20 V.M.A. 100 (2+3+4)/(16*18)	%	16.8	16.7	16.9	16.8	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	76.6	76.6	76.5	76.6	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.665	2.665	2.665		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	1.284	1.284	1.284		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.30	5.30	5.30		
25 FLUJO	mm	14.1	14.0	14.0	14.0	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.972	10.250	10.748		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1221	1045	1096		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1221	1045	1096	1121	Mín. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	866	746	783	798	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**  
 Grava triturada 3/4" 14%  
 Grava triturada 1/2" 21%  
 Arena triturada 3/16" 42%  
 Arena natural 23%

Aditivo mejorador de adherencia 0.0%



**Luis Galindo Espinoza**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 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

**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 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:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la masclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Cartuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

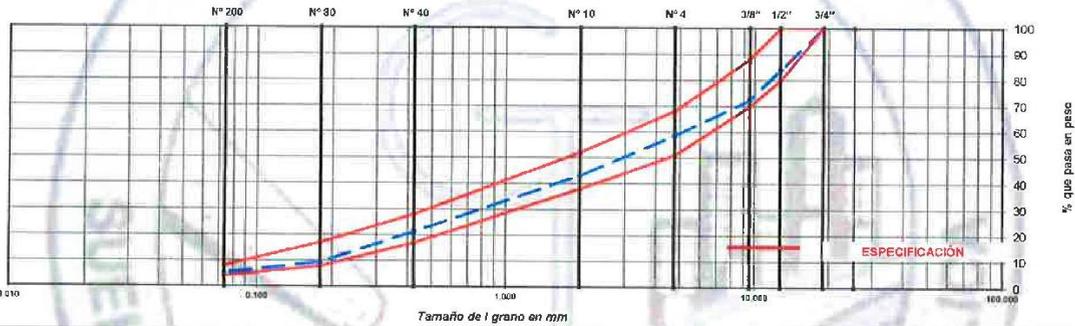
**FECHA:** Agosto-2021

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

**Diseño C.A. 7.0 %**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO			
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr.	
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.	
PESO RETENIDO	gr		12072.0	8776.0	10162.1	169.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%		16.1	11.7	13.6	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%		16.1	27.8	41.4	58.9	79.7	90.8	94.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	5.2		Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 89	51 - 69	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.	
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%	640.9
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.	75000.0

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA**



**ENSAYO MARSHALL. ASTM D-1559**

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	7.0	7.0	7.0	7.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.49	38.49	38.49		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	54.51	54.51	54.51		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1239.2	1232.6	1227.3		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1239.9	1232.9	1227.6		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	709.8	708.4	702.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	527.1	524.5	524.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	527.1	524.5	524.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.345	2.350	2.339	2.345	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.418	2.418	2.418		
18 VACIOS (17-18)*100/17	%	3.3	3.3	3.3	3.3	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/3)+(3/7)+(4/8))		2.569	2.568	2.568		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/19)	%	17.5	17.5	17.4	17.5	Min. 14
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	81.4	81.4	81.4	81.4	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)+(1/5))		2.698	2.699	2.698		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-10))/(22*19)	%	1.914	1.914	1.914		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	5.22	5.22	5.22		
25 FLUJO	mm	17.1	17.2	17.1	17.1	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		10.151	10.424	10.690		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kij	1035	1063	1029		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1035	1063	1029	1042	Min. 815
30 ESTABILIDAD FLUJO	Kg/cm	605	618	602	608	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Grava triturada 3/4" : 14%  
 Grava triturada 1/2" : 21%  
 Arena triturada 3/16" : 42%  
 Arena natural : 23%

Aditivo mejorador de adherencia : 0.0%  
 Cemento asfáltico : PEN 85 - 100



*Lysis Gamarrá Espinoza*  
**Lysis Gamarrá Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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** : 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**

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

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuacho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

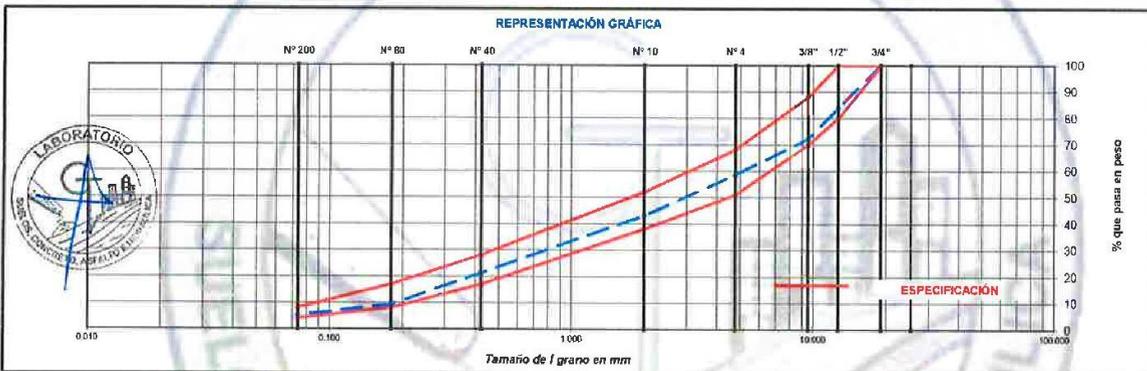
**FECHA:** Agosto-2021

**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

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

**Diseño C.A. 6.1% - OPTIMO**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	12072.0	8776.0	10192.1	189.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	18.1	11.7	13.6	15.5	21.8	12.0	4.1	6.2	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	16.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	5.2	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										<b>FRACCIÓN</b>	%
TRAMO ASFALTADO										<b>PESO TOTAL</b>	gr.
											640.9
											75000.0



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.10	6.10	6.10	6.10	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.86	38.86	38.86		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.04	55.04	55.04		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0129	1.0129	1.0129		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.508	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1225.2	1227.9	1224.6		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1226.8	1228.6	1225.7		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	669.0	701.0	685.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	527.8	527.6	524.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	527.8	527.6	524.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.321	2.327	2.334	2.327	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.413	2.413	2.413		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.1	4.1	4.1	4.10	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL ((2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8)))		2.588	2.588	2.588		
20 V.M.A. 100*(2+3+4)/(19/19)	%	16.4	16.4	16.4	16.4	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-19)/20	%	75.2	75.2	75.3	75.2	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL ((2+3+4)/((100/17)-(1/5)))		2.651	2.651	2.651		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*((22-19)/((22*19)))	%	1.244	1.244	1.244		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.93	4.93	4.93		
25 FLUJO	mm	12.36	12.36	12.36	12.36	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.178	11.328	12.199		
26 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1140	1155	1244		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1140	1155	1244	1180	Min. 815
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	922	934	1006	954	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Grava triturada 3/4"

14%

Grava triturada 1/2"

21%

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 :** 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 HIDRAULICA**

**DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA :** Agosto-2021

**MATERIAL:** Grava-Mezcla asfáltica

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

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

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	6.10
Peso del material	gr	1520.10	1516.30	1575.30	1589.60	1521.20	1590.30
Peso del agua + frasco Rice	gr	8049.00	8065.30	8040.60	8060.30	8057.00	8056.30
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9569.10	9581.60	9615.90	9649.90	9578.20	9646.60
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8949.00	8950.60	8960.00	8990.30	8949.00	8967.60
Volumen del material	cc	620.10	631.00	655.90	659.60	629.20	659.00
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.451	2.403	2.402	2.410	2.418	2.413
Temperatura de ensayo	°C	24	24	24	24	24	24
Grava triturada 3/4"	%	14%	14%	14%	14%	14%	14%
Grava triturada 1/2"	%	21%	21%	21%	21%	21%	21%
Arena triturada 3/16"	%	42%	42%	42%	42%	42%	42%
Arena natural	%	23%	23%	23%	23%	23%	23%
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							

**Observaciones:**

---



---



---



**Luis Gamarra Espinoza**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 198161**

*Extracción  
cuantitativa de  
asfaltos en mezclas  
convencional*



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

**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 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.

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

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

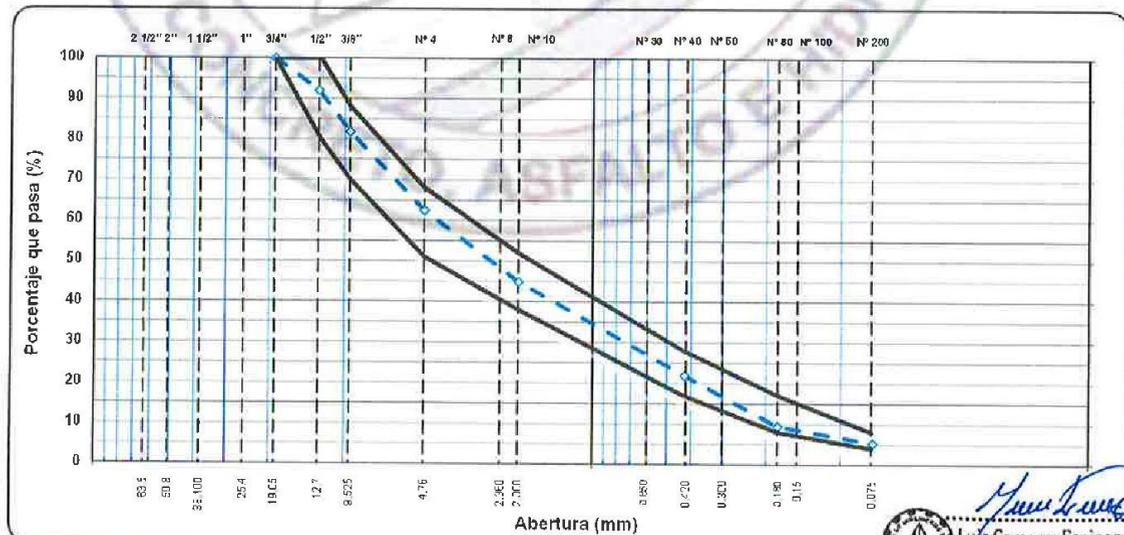
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Setiembre-2021

**CONVENCIONAL**

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	9:25 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1249.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1170.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	8	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat.lav. + filler en el filtro	1170.8 gr
3/8"	9.525	7159.0	10	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.85 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr
N°4	4.760	13562.0	19	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr
N°8	2.360	150.0	11	48.1	51.9		Peso del asfalto	78.2 gr
N° 10	2.000	101.2	7	55.1	44.9	38 - 52	Contenido de asfalto	6.10 %
N° 16	1.190	95.2	6	61.8	38.2		Relación Polvo - Asfalto	0.87
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	151.6	11	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	6	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	2	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200	-	15.5	5	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



OBSERVACIONES:

**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP-198161

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

*Diseño de mezcla con  
incorporación de cal  
en (1%, 2%, 3 % y 4 %)*



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

**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 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:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"  
**YESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mescia-asfáltica  
**FECHA:** Setiembre-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

**Diseño C.A. 6.1% - Óptimo+ 1% de Cal**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO			
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Paso Mat. S/Lavar	gr.	
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	8.525	4.760	2.000	0.425	0.18	0.074		Paso Mat. Lavado	gr.	
PESO RETENIDO	gr		12072.0	8776.0	10192.1	169.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Paso Mat. Lav + Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%		16.1	11.7	13.6	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%		16.1	27.8	41.4	58.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	5.2		Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 89	51 - 69	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr.	
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%	640.9
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.	75000.0

Metros Lineales:



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRIQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.1	6.1	6.1	6.1	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.88	38.88	38.88	38.88	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.04	55.04	55.04	55.04	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1228.1	1235.2	1241.3		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1231.8	1238.4	1244.7		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	702.3	708.2	709.5		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	529.6	532.2	535.1		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	529.6	532.2	535.1		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.318	2.321	2.320	2.320	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.424	2.424	2.424		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.3	4.3	4.3	4.3	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.568	2.568	2.568		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/18)	%	16.6	16.6	16.6	16.6	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	74.3	74.3	74.3	74.3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.664	2.664	2.664		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5*(22-19))/(22*18)	%	1.432	1.432	1.432		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.78	4.78	4.78		
25 FLUJO	mm	12.1	12.1	12.1	12.1	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		12.058	11.605	12.158		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1229	1173	1230		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1229	1173	1230	1214	Min. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1016	969	1024	1003	1700 - 4000



**COMPOSICIÓN:**  
 Grava triturada 3/4" : 0%  
 Grava triturada 3/8" : 36%  
 Arena triturada 1/4" : 39%  
 Arena natural : 25%  
 Aditivo mejorador de adherencia : 0.0%  
 Cemento asfáltico : PEN 85 - 100



Luis Gamarrá Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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 :** Psj. GRAU N°211 - CHILCA  
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
Ferrocaril cruce con Av. Leuncio 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**

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuancha Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Setiembre-2021

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

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

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA -MAC-2 + 1% CAL**

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.60					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Ríce	gr	8050.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8960.40					
Volumen del material	cc	610.20					
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.424					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	36.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	20.0					
Escoria metalúrgica	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

**Observaciones:**



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 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 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**

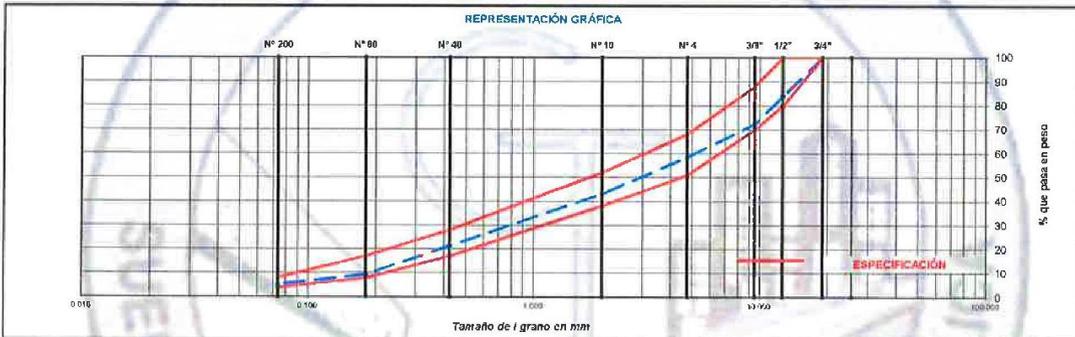
**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2**

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA :** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

*Diseño C.A. 8.1% - Óptimo+ 2% de Cal*

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavado	gr.
ABERTURA EN mm		18.950	12.700	8.825	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.		12072.0	8776.0	10192.1	188.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		16.1	11.7	13.6	15.6	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso inicial de Filtro	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		16.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso final de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	5.2		Peso de Filler	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	61 - 88	38 - 62	17 - 28	8 - 17	4 - 8		FRACCIÓN	%
ASFALTO LÍQUIDO												640.9
TRAMO ASFALTADO												7500.0



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	8.1	8.1	6.1	8.1	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	30.88	38.86	38.86		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	65.04	55.04	55.04		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1230.1	1241.0	1230.5		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1235.9	1244.2	1232.5		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	700.9	703.6	699.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	535.0	540.6	532.6		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	535.0	540.6	532.6		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.289	2.288	2.310	2.302	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.423	2.429	2.429		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.5	4.5	4.5	4.5	3 - 6
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/6)+(3/7)+(4/8))		2.588	2.588	2.588		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	16.9	16.9	16.9	16.9	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	73.4	73.4	73.4	73.4	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100/17)-(1/5))		2.671	2.671	2.671		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-19)/(22*19)	%	1.527	1.527	1.527		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)/(2+3+4)*100	%	4.67	4.67	4.67		
25 FLUJO	mm	11.5	11.5	11.5	11.5	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		12.778	12.887	12.980		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1303	1314	1323		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1303	1314	1323	1313	Mín. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1133	1143	1150	1142	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Grava triturada 3/4" 14%  
 Grava triturada 3/8" 21%  
 Arena triturada 1/4" 40%  
 Arena natural 21%  
 Cemento asfáltico 2%  
 Aditivo mejorador de adherencia 0.0%  
 Cemento asfáltico



14%  
 21%  
 40%  
 21%  
 2%  
 0.0%  
 PEN 85 - 100

*Yuri Lora*  
**Yuri Lora Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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 Cíviles

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



**DIRECCIÓN :** P.sj. 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**

**DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Setiembre-2021

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

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

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA -MAC-2 + 2 % CAL**

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.60					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8050.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8960.40					
Volumen del material	cc	810.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.425					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	36.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	20.0					
Escoria metalúrgica	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

**Observaciones:**



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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

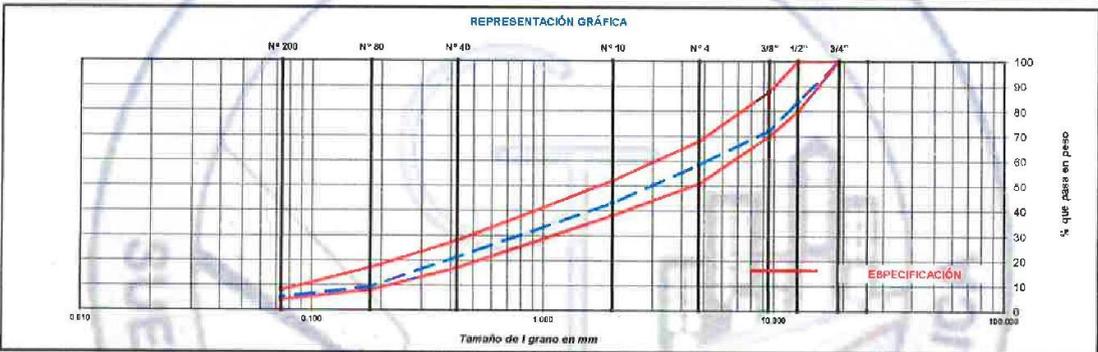
**RUC :** 20606529229  
**E-MAIL :** labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.

**CELULAR :** 952525151 - 972831911 - 991375093

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA</b>	
<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2</b>	
<b>TÍTULO:</b> Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente	
<b>TESISTA:</b> Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth	
<b>CANTERA:</b> Apata	<b>FECHA:</b> Agosto-2021
<b>MATERIAL:</b> Mezcla-asfáltica	<b>HECHO POR:</b> A.Y.G.

*Diseño C.A. 6.1 %- Óptimo+ 3% de Cal*

TAMIZ ASTM	ENSAYO GRANULOMÉTRICO								LAVADO ASFÁLTICO		
	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr
ABERTURA EN mm	19,050	12,700	9,525	4,760	2,000	0,425	0,18	0,074		Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr.	12072,0	8776,0	10192,1	169,7	237,9	130,7	45,2	57,4	Peso Mat. Lav + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	16,1	11,7	13,6	15,5	21,6	12,0	4,1	5,2	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	16,1	27,8	41,4	56,9	78,7	90,8	94,8	100,0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100,0	83,9	72,2	58,9	43,1	21,3	9,4	5,2	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559						
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6,1	6,1	6,1	6,1	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38,86	38,86	38,86	38,86	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55,04	55,04	55,04	55,04	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1,015	1,015	1,015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2,608	2,608	2,608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2,540	2,540	2,540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1235,7	1239,9	1228,4		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1237,9	1239,4	1236,6		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	704,4	705,5	701,0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	533,5	531,9	529,6		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/10 parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPACHAMIENTO (12-14)	c.c.	533,5	531,9	529,6		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (B15)	gr/c.c.	2,316	2,326	2,319	2,320	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2,427	2,427	2,427		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4,7	4,7	4,7	4,7	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/5)+(3/7)+(4/8)		2,568	2,568	2,568		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/18)	%	17,6	17,6	17,6	17,6	Min. 14
21 VACÍOS LIBROS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	73,3	73,3	73,3	73,3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2,686	2,689	2,688		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	1,488	1,488	1,488		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4,70	4,70	4,70		
25 FLUJO	mm	10,9	10,9	10,9	10,9	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		12,051	12,427	12,401		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1229	1267	1264		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1,00	1,00	1,00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1228	1267	1264	1253	Min. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1128	1162	1160	1150	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**  
 Grava triturada 3/4" 14%  
 Grava triturada 3/8" 21%  
 Arena triturada 1/4" 40%  
 Arena natural 21%  
 Aditivo mejorador de adherencia 0,0%  
 Cemento asfáltico PEN 85 - 100



**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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 :** Pj. 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**

**DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Setiembre-2021

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

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

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA -MAC-2 + 3 % CAL**

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.60					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8050.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8980.40					
Volumen del material	cc	610.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.427					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	36.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	20.0					
Escoria metalúrgica	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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



**DIRECCIÓN :** P.sj. 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

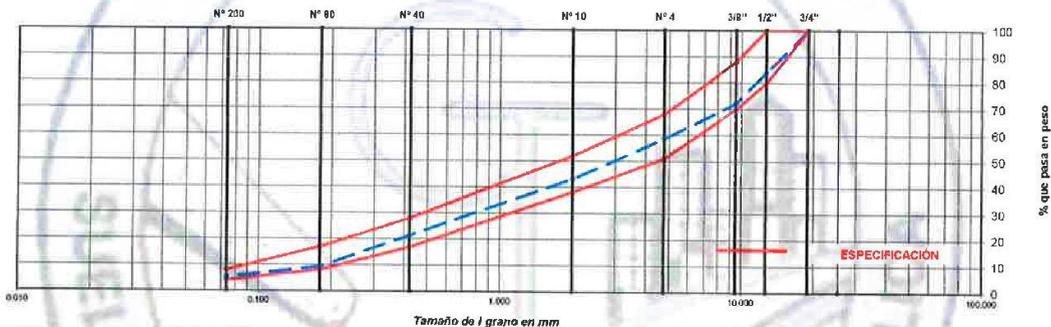
**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Cartuwancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA :** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

*Diseño C.A. 0.1 %- Optimo+ 4% de Cal*

ENSAYO GRANULOMÉTRICO											LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N° 200	Peso Mat. S/Lavar	gr.
ABERTURA EN mm	gr.	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074	57.4	Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO			12072.0	8776.0	10192.1	189.7	237.9	130.7	45.2		Peso Mat. Lav +Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		16.1	11.7	13.6	15.5	21.6	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		16.1	27.8	41.4	56.9	78.7	80.6	94.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	5.2		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 6		Peso de Filler	gr.
ASFALTO LIQUIDO											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.

#### REPRESENTACIÓN GRÁFICA



#### ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.1	6.1	6.1	6.1	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.88	38.88	38.88		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	53.16	53.16	53.16		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr.	1220.1	1221.7	1219.6		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr.	1221.6	1222.3	1220.4		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr.	698.0	695.0	692.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	523.6	527.3	528.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Po parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	523.6	527.3	528.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.330	2.317	2.308	2.318	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.425	2.425	2.425		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	5.1	5.1	5.1	5.1	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.578	2.578	2.578		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/19)	%	18.1	18.1	18.1	18.1	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	72.0	72.0	72.0	72.0	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.665	2.665	2.665		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19))/(22*19)	%	1.297	1.297	1.297		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.88	4.88	4.88		
25 FLUJO	mm	10.1	10.1	10.1	10.1	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.896	11.396	11.736		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1213	1162	1193		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1213	1162	1198	1190	Mín. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1201	1150	1184	1179	1700 - 4800



**REVISIONES:**  
Grava triturada 3/4" 14%  
Grava triturada 3/8" 21%  
Arenita triturada 1/4" 40%  
Arena natural 21%  
Aditivo mejorador de adherencia 0.05%



**José Gamarrá Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

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

**RUC** : 20606529229  
**E-MAIL** : labgeofestv02@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 HIDRAULICA**

**DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Setiembre-2021

**MATERIAL:** Mezcla asfáltica

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

**DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA -MAC-2 + 4 % CAL**

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.60					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8050.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	6980.40					
Volumen del material	cc	610.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.429					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	36.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	20.0					
Escoria metalúrgica	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

*Diseño de mezcla con  
incorporación de  
cemento en (1%, 2%, 3 %  
y 4 %)*



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

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 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.

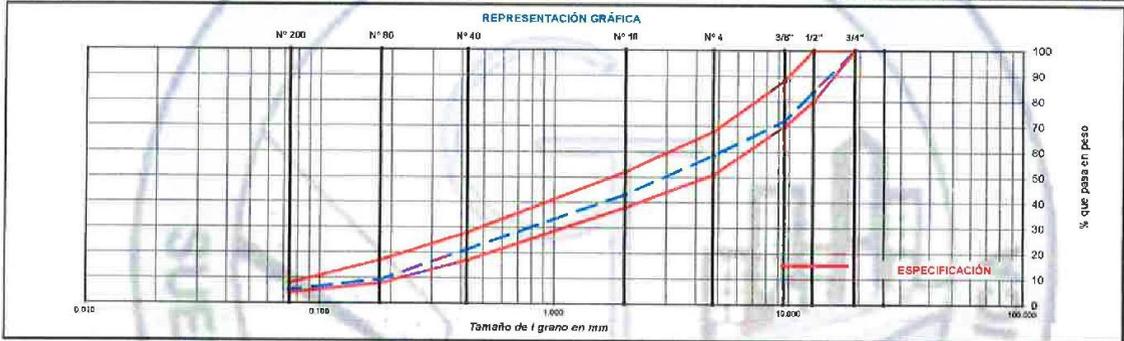
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"  
 TESISTA: Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth  
 CANTERA: Apata  
 MATERIAL: Mezcla-asfáltica  
 FECHA: Setiembre-2021  
 HECHO POR: A.Y.G.

Diseño C.A. 6.1 %- Optimo + 1% de Cemento

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr	12072.0	8775.0	10182.1	189.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav + Filtro	gr
RETENIDO PARCIAL	%	16.1	11.7	13.6	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr
RETENIDO ACUMULADO	%	18.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	5.2	Peso final de Filtro	gr
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr
											640.9
											7500.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.1	6.1	6.1	6.1	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.66	38.66	38.66	38.66	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.04	55.04	55.04	55.04	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.605	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1228.1	1235.2	1241.3		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1231.9	1238.7	1244.7		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	702.3	708.2	709.6		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c	528.6	532.2	535.1		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c	528.6	532.2	535.1		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c	2.319	2.321	2.320	2.320	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.429	2.429	2.429		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.2	4.2	4.2	4.2	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/8)+(3/7)+(4/8))		2.588	2.589	2.598		
20 V.M.A. 100*(2+3+4)/(16/19)	%	16.7	16.7	16.7	16.7	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-19)/20	%	74.7	74.7	74.7	74.7	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100/17)-(1/5))		2.671	2.671	2.671		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100/5*(22-19))/(22*19)	%	1.531	1.531	1.531		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.66	4.66	4.66		
25 FLUJO	mm	11.9	11.9	11.9	11.9	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		12.046	12.606	11.330		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1223	1265	1155		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1228	1285	1155	1223	Min. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1032	1080	971	1027	1700 - 4000

OBSERVACIONES:  
 Grava triturada 3/4" 14.0%  
 Grava triturada 3/8" 21.0%  
 Arena triturada 1/4" 41.5%  
 Arena natural 22.5%  
 Cemento 1.0%  
 Cemento asfáltico



PEN 85 - 100



Luis Gamarrá Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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** : 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 MAXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-50B, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporandos en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanocho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Agosto-2021

**MATERIAL:** C.A. 6.1% - Optimo y 1% de Cemento Asfáltico

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

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

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.80					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8050.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8960.40					
Volumen del material	cc	610.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.429					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	36.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	20.0					
Escoria metalúrgica	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

**Observaciones:**



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 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 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

### DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mesclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA:** Carhuacho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apaña  
**MATERIAL:** Mescla-asfáltica

**FECHA:** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

Diseño C.A. 8.1%-Óptimo+ 2% de Cemento

ENSAYO GRANULOMÉTRICO									LAVADO ASFÁLTICO			
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. C/Lavado	gr.	
ABERTURA EN mm	18.000	12.000	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.	
PESO RETENIDO	gr.	12072.0	8776.0	10192.1	168.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr.	
RETENIDO PARCIAL	%	15.1	11.7	13.6	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr.	
RETENIDO ACUMULADO	%	16.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.	
PASA	%	100.0	83.0	72.2	56.6	43.1	21.3	9.4	5.2	Peso final de Filtro	gr.	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr.	
ASFALTO LIQUIDO										FRACCIÓN	%	840.9
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr.	75000.0

Metros Lineales:



### ENSAYO MARSHALL. ASTM D-1659

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.1	8.1	8.1	8.1	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.86	38.86	38.86		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.04	55.04	55.04		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1230.1	1241.0	1230.5		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1235.9	1244.2	1232.5		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	700.9	703.6	809.9		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	535.0	540.6	532.6		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13Pa parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	535.0	540.6	532.6		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.289	2.289	2.310	2.302	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.436	2.436	2.436		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.5	4.5	4.5	4.5	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(26)+(3/7)+(4/8))		2.568	2.568	2.568		
20 V.M.A. 100(2+3+4)/(16/19)	%	17.4	17.4	17.4	17.4	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100(120-18)/20	%	74.4	74.4	74.4	74.4	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100/17)+(1/6))		2.650	2.680	2.680		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5/(22-19)))/(22*19)	%	1.659	1.659	1.659		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23+(2+3+4)/100)	%	4.54	4.64	4.54		
25 FLUJO	mm	11.0	11.0	11.0	11.0	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		12.481	12.513	12.924		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1274	1276	1318		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1273	1278	1318	1289	Mín. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kgr/cm	1157	1180	1198	1172	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Grava triturada 3/4" 14%  
Grava triturada 3/8" 21%  
Arena triturada 1/4" 41.5%  
Arena natural 21.5%  
Cemento 2%  
Aditivo mejorador de adherencia 0.0%  
Cemento asfáltico

PEN 85 - 100



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

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** : Pjs. 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 972821911 991375093

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

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

**DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Agosto-2021

**MATERIAL:** C.A. 6.1% - Optimo y 2% de Cemento Asfáltico

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

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

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.80					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8050.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8980.40					
Volumen del material	cc	610.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.436					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	36.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	20.0					
Escoria metalúrgica	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 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 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**

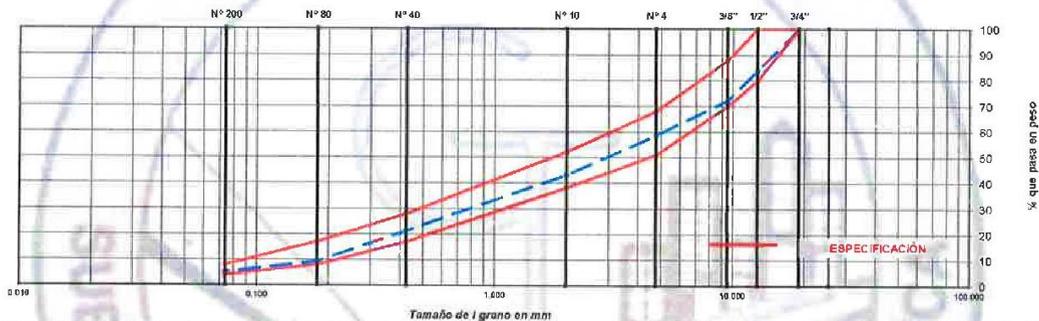
**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

**Diseño C.A. 6.1%-Óptimo+ 3% de Cemento**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr
ABERTURA EN mm	19.060	12.700	9.625	4.760	2.000	0.425	0.19	0.074		Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr	12072.0	8778.0	10192.1	188.7	237.0	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav + Filtro	gr
RETENIDO PARCIAL	%	18.1	11.7	13.8	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr
RETENIDO ACUMULADO	%		18.1	27.8	41.4	58.9	78.7	90.8	100.0	Peso inicial de Filtro	gr
PASA	%	100.0	83.9	72.2	50.5	43.1	21.3	9.4	5.2	Peso final de Filtro	gr
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 62	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	gr
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	gr
											640.9
											75000.0

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA**



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.1	6.1	6.1	6.1	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.86	38.86	38.86	38.86	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.04	55.04	55.04	55.04	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.808	2.808	2.808		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1235.7	1236.9	1228.4		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1237.9	1238.4	1230.6		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	704.4	708.5	701.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	533.5	531.9	529.6		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPACHAMIENTO (12-14)	c.c.	533.5	531.9	529.6		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.318	2.325	2.319	2.320	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.440	2.440	2.440		
18 VACIOS (17-18)*100/17	%	4.5	4.5	4.5	4.5	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DFL. AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((2/6)+(3/7)+(4/8))		2.588	2.588	2.588		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/18)	%	17.9	17.9	17.9	17.9	Mín. 14
21 VACIOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	74.9	74.9	74.9	74.9	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.685	2.685	2.685		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*5*(22-19)/((22*19))	%	1.720	1.720	1.720		
24 CEMENTO ASFALTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.48	4.48	4.48		
25 FLUJO	mm	10.4	10.4	10.4	10.4	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		13.271	12.937	12.721		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1353	1319	1297		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1353	1319	1297	1323	Mín. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1301	1268	1247	1272	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- Grava triturada 3/4" 14%
  - Grava triturada 3/8" 21%
  - Arena triturada 1/4" 40%
  - Arena natural 21%
  - Cemento 3%
  - Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
  - Cemento asfáltico 0.0%
- PEN 85 - 100



**Luis Gamarrá Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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** : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Púzo 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**

MTG E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Agosto-2021

**MATERIAL:** C.A. 6.1% - Optimo y 3% de Cemento Asfáltico

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

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

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.80					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	6050.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8960.40					
Volumen del material	cc	610.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.440					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	36.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	20.0					
Escoria metalúrgica	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 196161

**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 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**

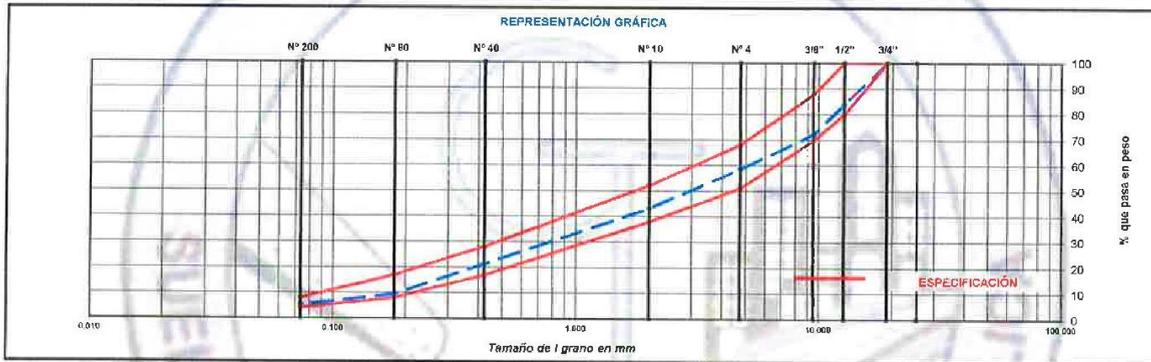
**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezcla asfáltica en caliente"  
**TESISTA:** Carhuanchó Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Agosto-2021  
**HECHO POR:** A.Y.G.

**Diseño C.A. 6.1 %- Óptimo+ 4 %Cemento**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. S/Lavar	gr
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.825	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr
PESO RETENIDO	gr		12072.0	8776.0	10192.1	189.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav.+Filtro	gr
RETENIDO PARCIAL	%		16.1	11.7	13.6	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	gr
RETENIDO ACUMULADO	%		16.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.9	43.1	21.3	9.4	5.2		Peso final de Filtro	gr
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filler	gr
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr

Metros Lineales:



**ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559**

BRIQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.1	6.1	6.1	6.1	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.86	38.86	38.86	38.86	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	53.16	53.16	53.16	53.16	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.808	2.808	2.808		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1220.1	1221.7	1219.6		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1221.6	1222.3	1220.4		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	895.0	895.0	897.0		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	c.c.	523.6	527.3	528.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pe parafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	523.6	527.3	528.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/15)	gr/c.c.	2.330	2.317	2.309	2.316	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.445	2.445	2.445		
18 VACÍOS (17-16)/(100/17)	%	4.5	4.5	4.5	4.5	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((26)+(37)+(4/8))		2.578	2.578	2.578		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	18.1	18.1	18.1	18.1	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	75.3	75.3	75.3	75.3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/((100/17)-(1/5))		2.691	2.691	2.691		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(5*(22-19))/(22*19)	%	1.658	1.658	1.658		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23*(2+3+4)/100)	%	4.54	4.54	4.54		
25 FLUJO	mm	9.2	9.2	9.2	9.2	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		13.164	13.386	13.185		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1342	1365	1344		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1342	1365	1344	1350	Min. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	1459	1484	1461	1469	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

Grava triturada 3/4" 14%  
 Grava triturada 3/8" 21%  
 Arena triturada 1/4" 60.5%  
 Arena natural 20.5%  
 Cemento 4.0%  
 Aditivo mejorador de adherencia 0.0%  
 Cemento asfáltico



PEN 85 - 100



**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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** : 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** : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com.  
**FACEBOOK** : Geo Test V S.A.C.

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

**DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE**

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

**FECHA:** Agosto-2021

**MATERIAL:** C.A. 6.1% - Optimo y 4% de Cemento Asfáltico

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

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

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.80					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8050.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8960.40					
Volumen del material	cc	610.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.445					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	36.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	20.0					
Escoria metalúrgica	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

**Observaciones:**



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

*Extracción  
cuantitativa de  
asfaltos en mezclas  
con cal*



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

**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 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**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

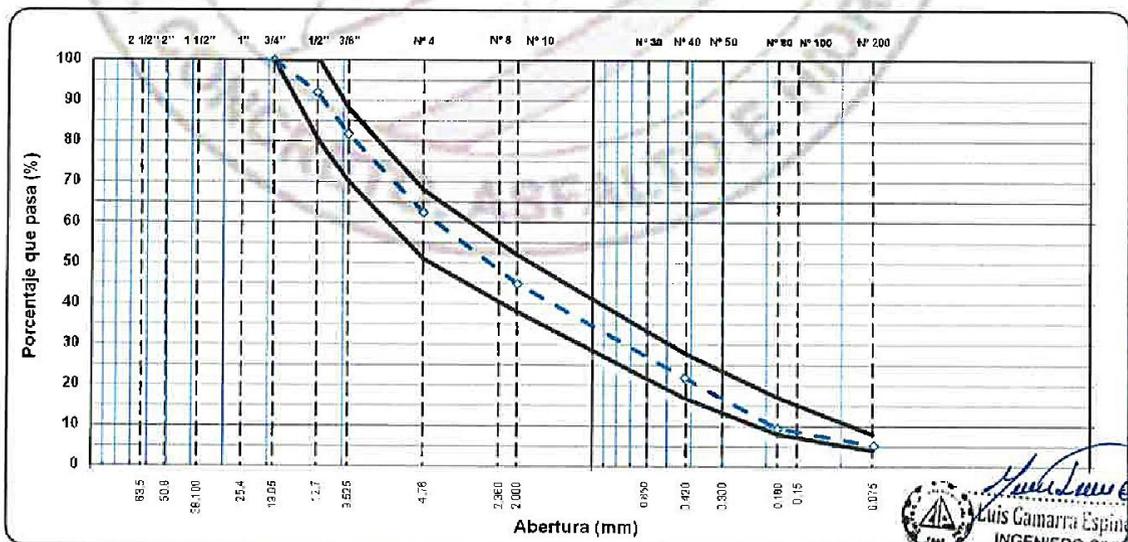
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Setiembre-2021

1% de Cal

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:23 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1250.1 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1173.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	5.0	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat.lav.+ filler en el filtro	1173.8 gr
3/8"	9.525	7159.0	10.2	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.95 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr
N°4	4.780	13562.0	19.4	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr
N°8	2.360	150.0	10.5	48.1	51.9		Peso del asfalto	76.3 gr
N° 10	2.000	101.2	7.1	55.1	44.9	38 - 52	Contenido de asfalto	6.11 %
N° 16	1.190	95.2	5.5	61.8	38.2		Relación Polvo - Asfalto	0.87
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	151.6	10.5	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	5.8	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1.3	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5.1	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	1.9	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2.2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200	-	15.5	5.3	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Luis Gamarras Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

**OBSERVACIONES:**

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 :** 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 :** labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
**FACEBOOK :** Geo Test V S.A.C.

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

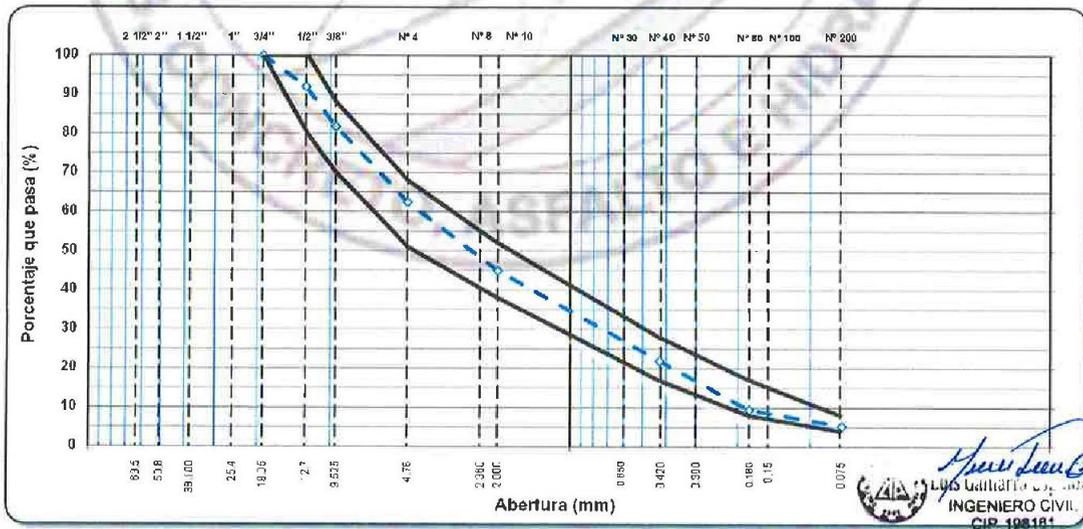
**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"  
**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth  
**CANTERA:** Apata  
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica  
**HECHO POR:** A.Y.G.  
**FECHA:** Setiembre-2021

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA TAMAÑO MÁXIMO 3/4"
			retenido	acumulado	que pasa		
1 1/2"	38.100						Hora de lavado 11:23 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar 1250.3 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado 1173.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	8.0	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat. lav. + filler en el filtro 1173.8 gr
3/8"	9.525	7159.0	10.2	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro 29.95 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro 30.73 gr
N°4	4.760	13562.0	19.4	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro 0.8 gr
N°8	2.360	150.0	10.5	48.1	51.9		Peso del asfalto 76.5 gr
N° 10	2.000	101.2	7.1	55.1	44.9	38 - 52	Contenido de asfalto 6.12 %
N° 16	1.190	95.2	5.5	61.8	38.2		Relación Polvo - Asfalto 0.87
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	151.6	10.5	72.3	27.7		
N° 40	0.425	83.1	5.8	78.1	21.9	17 - 28	
N° 50	0.300	105.2	1.3	85.5	14.5		
N° 80	0.180	73.5	5.1	90.6	9.4	8 - 17	
N° 100	0.150	27.6	1.9	92.5	7.5		
N° 200	0.074	31.3	2.2	94.7	5.3	4 - 8	
< 200	-	15.5	5.3	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**



**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 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**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**

MTC E-602 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

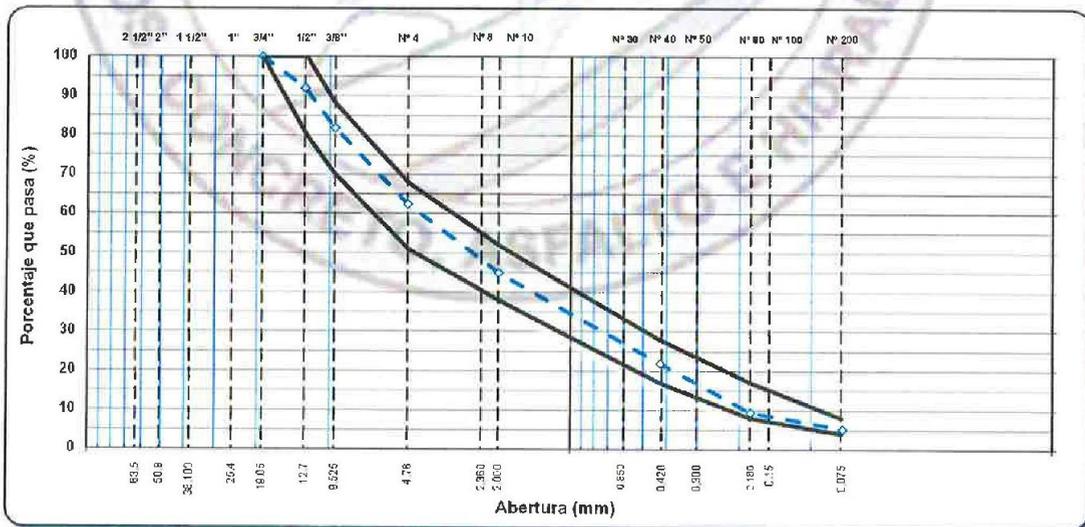
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Setiembre-2021

3 % de Cal

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11.23 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1252.5 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1175.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	8.0	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat.lav. + filler en el filtro	1175.8 gr
3/8"	9.525	7159.0	10.2	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.95 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr
N°4	4.760	13562.0	19.4	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr
N°8	2.360	150.0	10.5	48.1	51.9		Peso del asfalto	76.7 gr
N° 10	2.000	101.2	7.1	55.1	44.9	38 - 52	Contenido de asfalto	6.13 %
N° 16	1.190	95.2	5.5	61.6	38.2		Relación Polvo - Asfalto	0.87
N° 20	0.840							
N° 30	0.800	151.6	10.5	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	5.8	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1.3	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5.1	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	1.9	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2.2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200	-	15.5	5.3	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**



**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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 :** 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.

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**

MTG E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

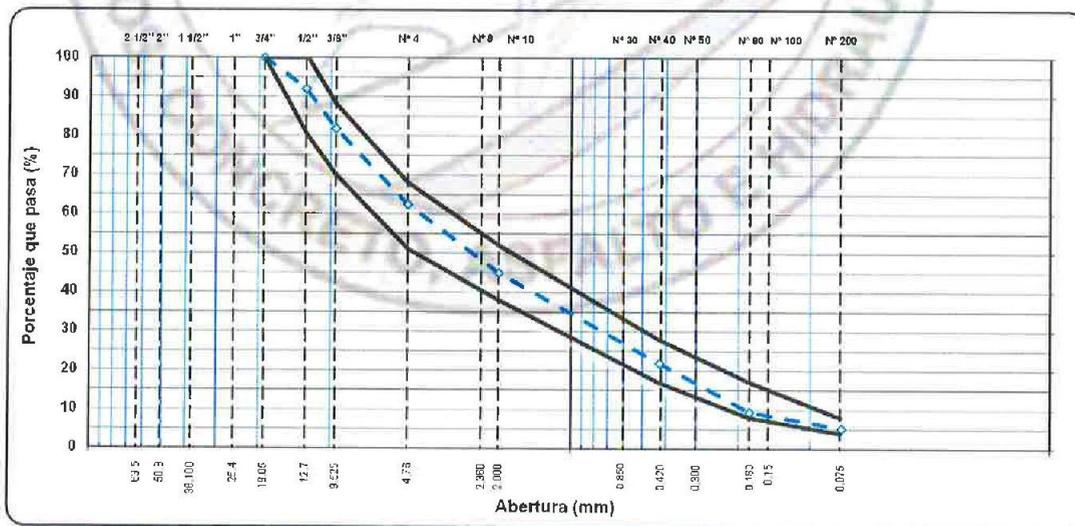
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Setiembre-2021

4 % de Cal

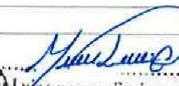
TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:23 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1247.1 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1170.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	8	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat. lav. + filler en el filtro	1170.8 gr
3/8"	9.525	7159.0	10	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.95 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr
N°4	4.760	13562.0	19	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr
N°8	2.360	150.0	11	48.1	51.9		Peso del asfalto	76.3 gr
N° 10	2.000	101.2	7	55.1	44.9	38 - 52	Contenido de asfalto	6.12 %
N° 16	1.190	95.2	6	61.8	38.2		Relación Polvo - Asfalto	0.87
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	151.6	11	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	6	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	2	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200	-	15.5	5	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 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

*Extracción  
cuantitativa de  
asfaltos en mezclas  
con cemento*



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

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



**DIRECCIÓN** : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA  
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.  
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado  
**CELULAR** : 952525151 - 972831214 - 991375995

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

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TITULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

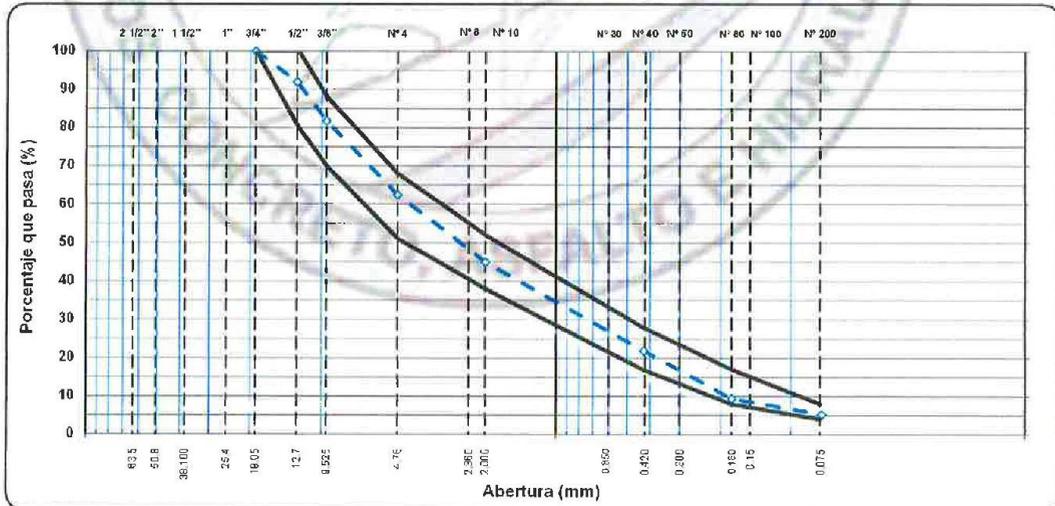
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Setiembre-2021

1% de Cemento

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:23 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1250.1 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1173.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	8.0	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat.lav.+ filler en el filtro	1173.0 gr
3/8"	9.525	7159.0	10.2	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.95 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr
N°4	4.760	13562.0	19.4	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr
N°8	2.360	150.0	10.5	48.1	51.9		Peso del asfalto	76.3 gr
N° 10	2.000	101.2	7.1	55.1	44.9	38 - 52	Contenido de asfalto	8.11 %
N° 16	1.190	95.2	5.5	61.8	38.2		Relación Polvo - Asfalto	0.87
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	151.6	10.5	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	5.8	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1.3	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5.1	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	1.9	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2.2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200	-	15.5	5.3	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**



**Luis Gamarra Espinosa**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 198161**

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 :** 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**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

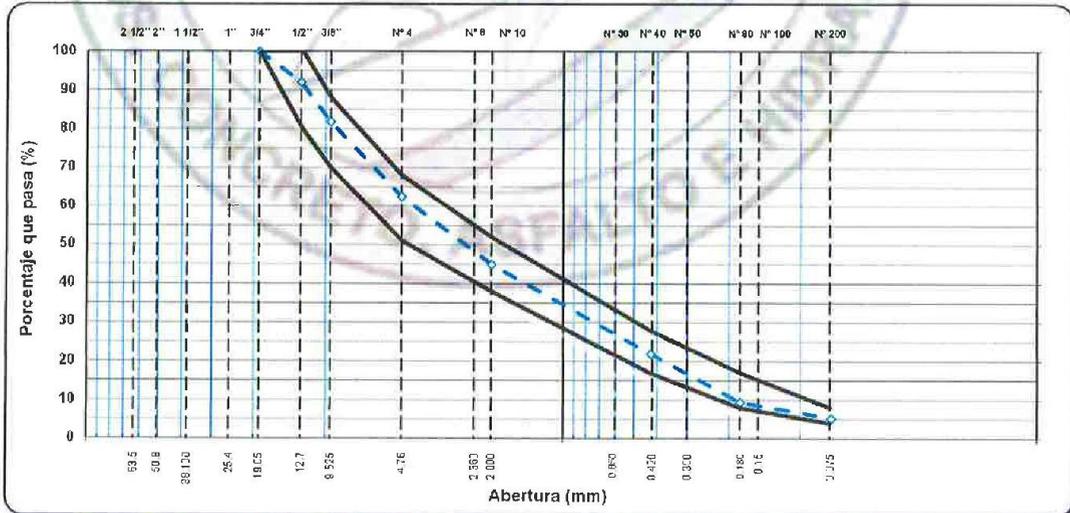
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Setiembre-2021

2 % de Cemento

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:23 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1250.3 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1173.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	8.0	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat.lav + filler en el filtro	1173.8 gr
3/8"	9.525	7159.0	10.2	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.96 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr
N° 4	4.760	13562.0	19.4	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr
N° 8	2.360	150.0	10.5	48.1	51.9		Peso del asfalto	76.5 gr
N° 10	2.000	101.2	7.1	55.1	44.9	38 - 62	Contenido de asfalto	6.12 %
N° 16	1.190	95.2	5.5	61.8	38.2		Relación Polvo - Asfalto	0.87
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	151.6	10.5	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	5.6	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1.3	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5.1	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	1.9	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2.2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200		15.8	5.3	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



OBSERVACIONES:



**Luis Gamarrta Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

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 :** Pjs. 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**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS**

MTC E-502 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

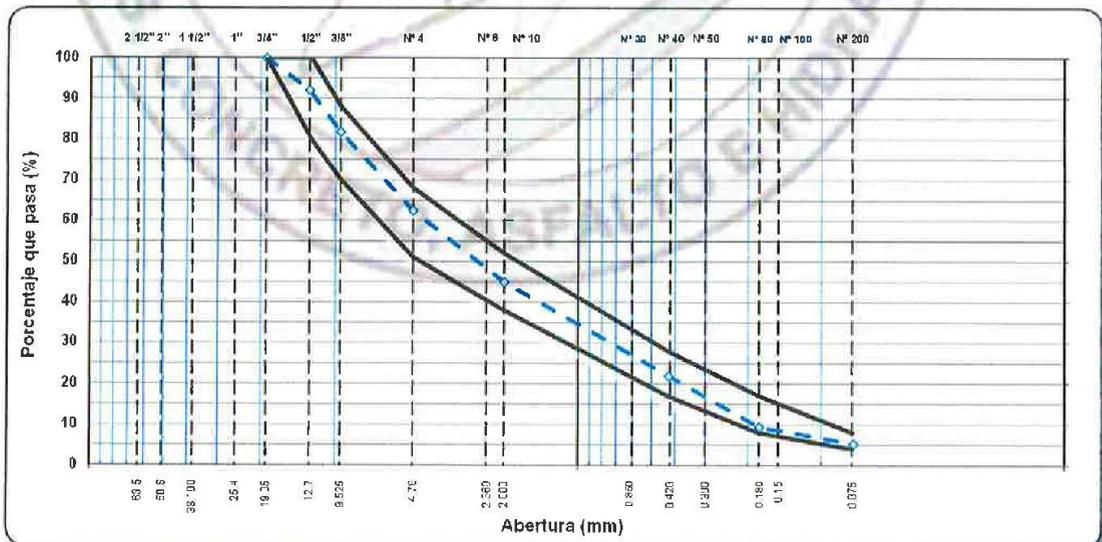
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Setiembre-2021

3 % de Cemento

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	11:23 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1253.1 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1175.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	8.0	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat.lav.+ filler en el filtro	1175.8 gr
3/8"	9.525	7159.0	10.2	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.95 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr
N°4	4.760	13582.0	19.4	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr
N°8	2.360	150.0	10.5	48.1	51.9		Peso del asfalto	77.3 gr
N° 10	2.000	101.2	7.1	55.1	44.9	38 - 52	Contenido de asfalto	6.17 %
N° 16	1.190	95.2	5.5	61.8	38.2		Relación Polvo - Asfalto	0.86
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	151.6	10.5	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	5.8	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1.3	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5.1	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	1.9	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2.2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200	-	15.5	5.3	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**



*[Firma]*  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP 198161

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** : 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** : 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**

MTC E-602 - ASTM D-2172 - AASHTO T-164  
 MTC E-503 - ASTM D-546 - AASHTO T-30

**TÍTULO:** "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en la mezclas asfálticas en caliente"

**TESISTA:** Carhuanchu Galvez Antonella Loyzeth

**CANTERA:** Apata

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

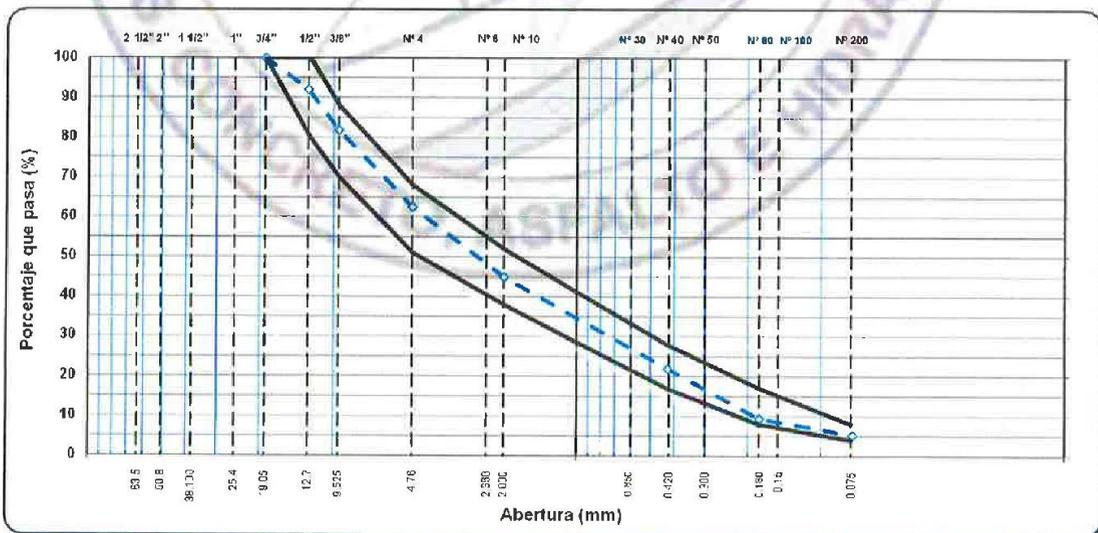
**MATERIAL:** Mezcla-asfáltica

**FECHA:** Setiembre-2021

4 % de Cemento

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						11:23 a. m.	
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1249.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1170.0 gr
1/2"	12.700	5586.0	8	8.0	92.0	80 - 100	Peso mat. lav. + filler en el filtro	1170.8 gr
3/8"	9.525	7159.0	10	18.2	81.8	70 - 88	Peso inicial del filtro	29.95 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr
N°4	4.760	13562.0	19	37.6	62.4	51 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr
N°8	2.360	150.0	11	48.1	51.9		Peso del asfalto	78.2 gr
N° 10	2.000	101.2	7	55.1	44.9	38 - 52	Contenido de asfalto	6.26 %
N° 16	1.190	95.2	6	61.8	38.2		Relación Polvo - Asfalto	0.85
N° 20	0.840							
N° 30	0.600	151.6	11	72.3	27.7			
N° 40	0.425	83.1	6	78.1	21.9	17 - 28		
N° 50	0.300	105.2	1	85.5	14.5			
N° 80	0.180	73.5	5	90.6	9.4	8 - 17		
N° 100	0.150	27.6	2	92.5	7.5			
N° 200	0.074	31.3	2	94.7	5.3	4 - 8		
< 200	-	15.5	5	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**



OBSERVACIONES:

**INGENIERO CIVIL**  
 CIP 196181



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



Geo Test V S.A.C.



**SALES SOLUBLES - NTP 339.152**

Pág. 01 de 01

<b>Peticionario:</b>	Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth
<b>Proyecto:</b>	Tesis: "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"
<b>Muestra:</b>	Agregado Fino
<b>Fecha de emisión:</b>	Set-21

ENSAYO N°	E-1
<b>Relación de mezcla de suelo-agua destilada</b>	1 a 3
<b>Masa del recipiente (g)</b>	165.23
<b>Masa del recipiente + residuos de sales (g)</b>	165.31
<b>Masa del residuo de sales (g)</b>	0.080
<b>Volumen de solución tomada (ml)</b>	100
<b>Total de sales solubles, en ppm (mg/kg)</b>	<b>2400</b>
<b>Total de sales solubles, en %</b>	<b>0.24 %</b>

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Codificación de formato SC-09 (Ver.00-Rev.00-12/06/2023)



  
**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

## SALES SOLUBLES - NTP 339.152

Pág. 01 de 01

<b>Peticionario:</b>	Carhuancho Galvez Antonella Loyzeth
<b>Proyecto:</b>	Tesis: "Comportamiento físico - químico de diferentes tipos de Filler incorporados en las mezclas asfálticas en caliente"
<b>Muestra:</b>	Agregado Grueso
<b>Fecha de emisión:</b>	Set-21

ENSAYO N°	E-1
Relación de mezcla de suelo-agua destilada	1 a 3
Masa del recipiente (g)	188.25
Masa del recipiente + residuos de sales (g)	188.34
Masa del residuo de sales (g)	0.090
Volumen de solución tomada (ml)	100
Total de sales solubles, en ppm (mg/kg)	2700
Total de sales solubles, en %	0.27 %

### NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Codificación de formato SC-09 (Ver.00-Rev.00-12/06/2023)



  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

📍 RUC: 20606529229  
📍 P.S. URB. #211 - CHILCA  
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.  
✉ GEOTESTV@GMAIL.COM  
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



**INFORME DE VERIFICACIÓN**  
**IV-012-2022**

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-02-22  
EXPEDIENTE : 023-2022

**1. SOLICITANTE** : GEO TEST V S.A.C.

**DIRECCIÓN** : Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : EQUIPO RICE (PICNÓMETRO)

Marca : UTEST

Modelo : UTD-0410

Número de serie : 19-001333

Capacidad : NO INDICA

División de escala : NO APLICA

Temperatura Ref. : 20 °C

Procedencia : TURQUIA

Identificación : NO INDICA

Clase de Exactitud : NO INDICA

Tipo : IN

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-02-21

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente informe.

Este informe sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERU S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente informe de verificación no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de Q&M EXACTITUD PERU S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.

**3. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN**

La verificación se realizó usando el método gravimétrico tomando como referencia el el método descrito en el PC-015: "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio" de INDECOPI-SNM, Cuarta Edición,

**4. LUGAR DE VERIFICACIÓN**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN



Juan C. Quispe Morales  
Licenciado en Física  
CFP N° 0664





**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	19,0 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	56 %HR	56 %HR

**6. TRAZABILIDAD**

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Balanza de 30000 g	LM-017-2022
Termómetro Digital Sensor Pt100	LT-131-2021

**7. OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación de "VERIFICADO".

**8. RESULTADOS**

Valor Nominal ( mL )	Volumen Encontrado ( mL )	Desviación ( mL )	EMP (*) ± ( mL )	Incertidumbre ( mL )
12000,00	12082,0	82,0	N.A.	0,8

(\*) Error Máximo Permissible según fabricante / N.A.: No Aplica

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

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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LT-008-2022**

Página 1 de 4

FECHA DE EMISIÓN : 2022-02-22  
EXPEDIENTE : 023-2022

1. SOLICITANTE : **GEO TEST V S.A.C.**

DIRECCIÓN : Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BAÑO MARIA**

MARCA : DAIHAN SCIENTIFIC  
MODELO : WB-22  
NÚMERO DE SERIE : 04007021872006  
PROCEDENCIA : KOREA  
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA  
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-02-21

Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.

DESCRIPCIÓN	CONTROLADOR / SELECTOR	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
ALCANCE	0 °C a 120 °C	0 °C a 120 °C
DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	0,1 °C	0,1 °C
TIPO	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Baños Termostáticos PC-019; 2da edición; Abril 2009, del SNM-INDECOPI.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

  
Juan C. Quispe Morales  
Licenciado en Física  
CFP N° 0664  




# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-008-2022

Página 2 de 4

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18,8 °C	18,8 °C
Humedad Relativa	62 %HR	62 %HR

### 6. TRAZABILIDAD

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

Patrón utilizado	Certificado de calibración
TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	CT-0116-2021

### 7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALBRADO**.
- El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
- El controlador se seteo en 60,0 ° C.

### 8. RESULTADOS DE MEDICION

PARA LA TEMPERATURA DE 60 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> -T <sub>min</sub>
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	60,1	60,2	60,2	60,3	60,3	60,0	60,1	59,7	59,9	59,8	60,1	0,6
02	60,0	60,1	60,2	60,2	60,2	60,3	60,0	60,1	59,7	59,9	59,8	60,1	0,6
04	60,0	60,1	60,2	60,2	60,2	60,3	60,0	60,1	59,7	59,9	59,8	60,1	0,6
06	60,0	60,0	60,1	60,2	60,2	60,3	60,0	60,1	59,6	59,9	59,8	60,0	0,7
08	60,0	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,0	60,1	59,6	59,8	59,7	60,0	0,6
10	60,0	60,0	60,1	60,2	60,2	60,3	60,0	60,0	59,6	59,8	59,7	60,0	0,7
12	60,0	60,1	60,2	60,3	60,3	60,3	60,1	60,2	59,7	59,9	59,8	60,1	0,6
14	60,0	60,1	60,1	60,2	60,2	60,3	60,1	60,1	59,7	59,9	59,8	60,1	0,6
16	60,0	60,1	60,1	60,2	60,2	60,3	60,1	60,1	59,7	59,9	59,8	60,1	0,6
18	60,0	60,1	60,1	60,2	60,2	60,3	60,0	60,1	59,6	59,9	59,8	60,0	0,7
20	60,0	60,2	60,1	60,3	60,3	60,4	60,1	60,2	59,8	60,0	59,9	60,1	0,6
22	60,0	60,2	60,3	60,3	60,3	60,4	60,1	60,2	59,7	60,0	59,9	60,1	0,7
24	60,0	60,2	60,2	60,3	60,3	60,4	60,1	60,2	59,8	60,0	59,9	60,1	0,6
26	60,0	60,2	60,2	60,3	60,3	60,3	60,1	60,2	59,7	60,0	59,8	60,1	0,6
28	60,0	60,1	60,2	60,3	60,2	60,2	60,0	60,1	59,7	60,0	59,7	60,1	0,6
30	60,0	60,1	60,1	60,2	60,3	60,2	60,0	60,1	59,7	59,9	59,7	60,0	0,6
32	60,0	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,0	60,1	59,6	59,9	59,7	60,0	0,6
34	60,0	60,0	60,1	60,1	60,2	60,2	59,9	60,0	59,6	59,9	59,6	60,0	0,6
36	60,0	60,0	60,1	60,2	60,2	60,2	60,0	60,1	59,6	59,9	59,7	60,0	0,6
38	60,0	60,0	60,1	60,2	60,2	60,2	60,0	60,0	59,6	59,9	59,7	60,0	0,6
40	60,0	60,0	60,1	60,1	60,1	60,2	59,9	60,0	59,6	59,8	59,6	59,9	0,6
42	60,0	59,9	60,1	60,1	60,1	60,1	59,9	60,0	59,5	59,8	59,6	59,9	0,6
44	60,0	60,0	60,1	60,1	60,1	60,2	59,9	60,0	59,5	59,8	59,6	59,9	0,7
46	60,0	60,0	60,0	60,1	60,2	60,3	59,9	60,0	59,5	59,8	59,7	60,0	0,8
48	60,0	60,1	60,2	60,2	60,3	60,3	60,1	60,1	59,7	60,0	59,8	60,1	0,6
50	60,0	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	59,7	59,9	59,8	60,1	0,5
52	60,0	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	59,6	59,9	59,8	60,0	0,6
54	60,0	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,0	60,1	59,6	59,9	59,7	60,0	0,6
56	60,0	60,1	60,1	60,2	60,2	60,3	60,0	60,1	59,6	59,9	59,7	60,0	0,7
58	60,0	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,0	60,1	59,6	59,9	59,7	60,0	0,6
60	60,0	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	59,9	60,1	59,6	59,8	59,7	60,0	0,6
T.PROM	60,0	60,1	60,1	60,2	60,2	60,3	60,0	60,1	59,7	59,9	59,8	60,0	
T.MAX	60,0	60,2	60,3	60,3	60,3	60,4	60,1	60,2	59,8	60,0	59,9		
T.MIN	60,0	59,9	60,0	60,1	60,1	60,1	59,9	60,0	59,5	59,8	59,6		
DTT	0,0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3		



## Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

### LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-008-2022

Página 3 de 4

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	60,4	0,3
Mínima Temperatura Medida	59,5	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,3	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	0,6	0,3
Estabilidad Medida ( ± )	0,15	0,24
Uniformidad Medida	0,8	0,3

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

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

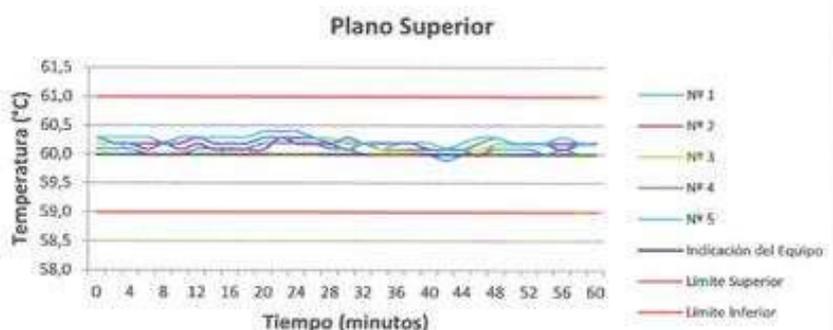
Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

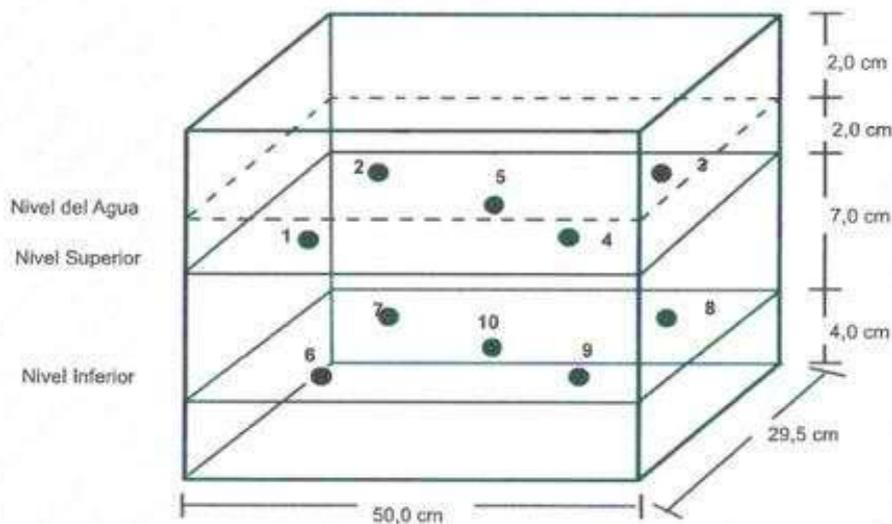
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

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

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

#### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 60 °C $\pm$ 1 °C





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

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 4 cm de las paredes laterales y a 5 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

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

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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LF-002-2022**

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN	: 2022-02-22
EXPEDIENTE	: 023-2022
<b>1. SOLICITANTE</b>	: <b>GEO TEST V S.A.C.</b>
<b>DIRECCIÓN</b>	: Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: <b>PRENSA MARSHALL</b>
<b>MARCA</b>	: UTEST
<b>MODELO</b>	: UTAS-0056
<b>NÚMERO DE SERIE</b>	: 17-002240
<b>ALCANCE DE INDICACIÓN</b>	: 50 kN
<b>DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN</b>	: 0,001 kN
<b>CLASE DE EXACTITUD</b>	: NO INDICA
<b>PROCEDENCIA</b>	: TURQUIA
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: NO INDICA
<b>UBICACIÓN</b>	: LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	: 2022-02-21

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de EXACTITUD PERU S.A.C.

La Ley N° 27268 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.

**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

  
Juan C. Quispe Morales  
Licenciado en Física  
CFP N° 0664



# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LF-002-2022

Página 2 de 2

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18,6 °C	18,7 °C
Humedad Relativa	62 %HR	62 %HR

### 6. TRAZABILIDAD

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

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Celda de carga calibrado a 50 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	INF-LE 003-22 B

### 7. OBSERVACIONES

- (\*) Indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".
- El equipo tiene una celda de carga de 5t, Marca: KELI, Modelo: LFSC-A y Serie: 5W30576

### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				Exactitud	Incertidumbre U (k=2)
	Patrón de Referencia					
%	F <sub>1</sub> (kN)	F <sub>2</sub> (kN)	F <sub>3</sub> (kN)	F <sub>4</sub> (kN)	q (%)	(%)
10	5,000	5,00	5,00	5,00	0,00	0,01
20	10,000	10,00	10,00	10,01	-0,03	0,07
30	15,000	15,00	14,99	15,00	0,02	0,04
40	20,000	20,00	20,01	20,00	-0,02	0,03
50	25,000	25,01	25,01	25,01	-0,04	0,01
60	30,000	30,01	30,01	29,99	-0,01	0,04
70	35,000	35,01	35,01	35,00	-0,02	0,02
80	40,000	40,00	40,01	40,00	-0,01	0,02
90	45,000	45,01	45,01	45,00	-0,01	0,02
100	50,000	50,06	50,05	50,05	-0,11	0,01
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0		

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f <sub>0</sub> )	0,00 %
---	--------

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### LM-014-2022

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-02-22  
EXPEDIENTE : 023-2022

**1. SOLICITANTE** : GEO TEST V S.A.C.

**DIRECCIÓN** : Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

MARCA : OHAUS  
MODELO : TAJ4001  
NÚMERO DE SERIE : 8339450260  
ALCANCE DE INDICACIÓN : 4 000 g  
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,1 g  
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 1 g  
CLASE DE EXACTITUD : III  
PROCEDENCIA : CHINA  
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA  
TIPO : ELECTRÓNICA  
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-02-21

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de Q&M EXACTITUD PERU S.A.C.

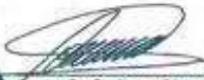
La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve

#### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

#### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN



Juan C. Quispe Morales  
Licenciado en Física  
CFP N° 0664





# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-014-2022

Página 2 de 3

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18,3 °C	18,3 °C
Humedad Relativa	61 %HR	62 %HR

### 6. TRAZABILIDAD

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

Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0806-001-21
PESAS 1 g a 2 kg (Clase de Exactitud: M2)	CM-0596-2021

### 7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 18,3			Final 18,3		
	Carga L1 = 2 000,00 g			Carga L2 = 4 000,00 g		
	I (g)	ΔL(g)	E (g)	I (g)	ΔL(g)	E (g)
1	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
2	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
3	2 000,0	0,1	0,0	4 000,0	0,1	0,0
4	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
5	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
6	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
7	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
8	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
9	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
10	2 000,1	0,1	0,1	4 000,0	0,1	0,0
Diferencia Máxima			0,1			0,0
Error máximo permitido		± 2,0 g			± 3,0 g	



2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Vista Frontal	Temp. (°C)		Determinación de E <sub>0</sub>							Determinación del Error corregido				
	18,3	18,3	Posición de la Carga	Carga mínima*	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
			1	1,00 g	1,0	0,1	0,0	1 300,00	1 300,1	0,1	0,1	0,1		
			2		1,0	0,1	0,0		1 299,9	0,0	-0,1	-0,1		
			3		1,0	0,1	0,0		1 300,1	0,1	0,1	0,1		
			4		1,0	0,1	0,0		1 300,0	0,1	0,0	0,0		
			5		1,0	0,1	0,0		1 299,9	0,1	-0,1	-0,1		
(*) valor entre 0 y 10 e														
Error máximo permitido : ± 2,0 g														

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga	Temp. (°C)		CRECIENTES					DECRECIENTES					± e.m.p. (**)	
	18,3	18,3	L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
1,00			1,0	1,0	0,1	0,0								
2,00			2,0	2,0	0,1	0,0	0,0	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	
20,00			20,0	20,0	0,1	0,0	0,0	20,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	
50,00			50,0	50,0	0,1	0,0	0,0	50,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	
100,00			100,0	100,0	0,1	0,0	0,0	100,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	
200,00			200,0	200,0	0,1	0,0	0,0	200,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	
500,00			500,0	500,0	0,1	0,0	0,0	500,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0	
1 000,00			1 000,0	1 000,1	0,1	0,1	0,1	1 000,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,0	
2 000,02			2 000,0	2 000,1	0,1	0,1	0,1	2 000,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,0	
3 000,02			3 000,0	3 000,2	0,1	0,2	0,2	3 000,2	0,1	0,2	0,2	0,2	3,0	
4 000,03			4 000,0	4 000,1	0,1	0,1	0,1	4 000,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,0	

(\*\*) error máximo permitido

L : Carga aplicada sobre la balanza (Pesa patrón).  
I : Indicación de la balanza.

E : Error del valor de indicación.  
E<sub>0</sub> : Error en cero.

E<sub>c</sub> : Error corregido.  
ΔL : Incremento de pesas patrones.

$$\text{Lectura corregida } R_{\text{CORREGIDA}} = R - 4,58 \times 10^{-9} \times R$$

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U = 2 \times \sqrt{2,48 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 2,58 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Es la lectura de la balanza obtenida después de la calibración expresada en g

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

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC019 - T - 2022**

 Metrología & calibración  
 Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>220058</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>GEO TEST V SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Pj. Grau Nro. 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN</b>	
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	<b>-50 °C a 300 °C</b>	
<b>Div. de escala / Resolución</b>	<b>0,1 °C</b>	
<b>Marca</b>	<b>BOECO</b>	
<b>Modelo</b>	<b>TP101</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>M-008</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Elemento Sensor</b>	<b>TERMISTOR</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2022-05-31</b>	

Fecha de Emisión

2022-06-02

Sello

 Firmado digitalmente por  
 Angel Perez  
 Fecha: 2022.06.02  
 10:40:04 -05'00'



**JEFE DE LABORATORIO**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC019 - T - 2022**
*Metrología & calibración*
*Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de temperatura de METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C.  
Av. Palmeras N° 5535, Los Olivos - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

	Mínimo	Máximo
Temperatura	20,5 °C	20,6 °C
Humedad Relativa	61,1 %	61,1 %


**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,14 °C hasta 0,14 °C	DM INACAL 0014-TPES-C-2022

**10. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALBRADO**.
- La resolución de su pantalla es 0,1 °C para temperaturas entre -50 °C hasta 300 °C y 1 °C para temperaturas fuera de este rango.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC019 - T - 2022**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
10,1	10,13	0,03	0,18
20,2	20,21	0,01	0,18
40,2	40,26	0,06	0,18

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

**Nota 1.-** La profundidad de inmersión del sensor fue 150 mm de aproximadamente.

**Nota 2.-** Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.


**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC016 - T - 2022**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>220058</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>GEO TEST V SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Pj. Grau Nro. 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN</b>	
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	<b>-50 °C a 300 °C</b>	
<b>Div. de escala / Resolución</b>	<b>0,1 °C</b>	
<b>Marca</b>	<b>BOECO</b>	
<b>Modelo</b>	<b>TP3001</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>M-005</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Elemento Sensor</b>	<b>TERMISTOR</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2022-05-31</b>	

Fecha de Emisión

2022-06-02

Sello



Firmado digitalmente por  
Angel Perez  
Fecha: 2022.06.02  
10:35:26 -05'00'



JEFE DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC016 - T - 2022**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de temperatura de METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C.  
 Av. Palmeras N° 5535, Los Olivos - Lima


**8. Condiciones Ambientales**

	Mínimo	Máximo
Temperatura	21,5 °C	21,5 °C
Humedad Relativa	62,1 %	62,1 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con Incertidumbres del orden desde 0,14 °C hasta 0,14 °C.	DM INACAL 0014-TPES-C-2022

**10. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La resolución de su pantalla es 0,1 °C para temperaturas entre -50 °C hasta 300 °C y 1 °C para temperaturas fuera de este rango.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
 MC016 - T - 2022**

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
10,1	10,13	0,03	0,18
20,1	20,17	0,07	0,18
40,1	40,31	0,21	0,18

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

**Nota 1.-** La profundidad de inmersión del sensor fue 80 mm de aproximadamente.

**Nota 2.-** Tiempo de estabilización no menor a 30 minutos.



**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Anexo N°05: La data de procesamiento de datos**

Tabla 39. *Diseño Marshall a diferentes porcentajes de cemento asfáltico.*

Diseño Marshall					
% de Cemento Asfáltico	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Vacíos (%)	V.M.A. (%)	Vacíos Llenos (%)
5.0%	1368	8.3	6.6	16.4	59.6
5.5%	1288	9.7	5.0	16.1	68.8
6.0%	1176	12.7	4.0	16.2	75.3
6.5%	1121	14.0	3.9	16.8	76.6
7.0%	1042	17.1	3.3	17.5	81.4

Tabla 40. *Variación de la estabilidad por diferentes tipos de filler.*

Diseño	Estabilidad (kg)	Variación (%)
Convencional	1180	0.000%
1% de Cemento Portland	1223	+0.036%
2% de Cemento Portland	1289	+0.092%
3% de Cemento Portland	1323	+0.121%
4% de Cemento Portland	1350	+0.144%
1% de Cal	1214	+0.029%
2% de Cal	1313	+0.113%
3% de Cal	1253	+0.062%
4% de Cal	1190	+0.008%

Tabla 41. *Valores obtenidos de la estabilidad de la mezcla con cal hidratada*

Diseño	Porcentaje de fillers (Cal hidratada)	Resultados obtenidos	
		Estabilidad (Kg)	Variación (%)
MAC convencional	0%	1180	0.000%
MAC con 1% de cal hidratada	1%	1214	+0.029%
MAC con 2% de cal hidratada	2%	1313	+0.113%
MAC con 3% de cal hidratada	3%	1253	+0.062%
MAC con 4% de cal hidratada	4%	1190	+0.008%

Tabla 42. *Valores obtenidos del V.M.A de la mezcla con cal hidratada*

Diseño	Porcentaje De Fillers (Cal Hidratada)	Resultados Obtenidos	
		V.M.A (%)	Variación (%)
MAC convencional	0%	16.4	0.000%
MAC con 1% de cal hidratada	1%	16.6	+ 0.012%
MAC con 2% de cal hidratada	2%	16.9	+ 0.030%
MAC con 3% de cal hidratada	3%	17.6	+ 0.073%
MAC con 4% de cal hidratada	4%	18.1	+ 0.104%

**Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento**

## 1. Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 3/4")



**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, según referencia de la norma (ASTM C 136).

**FUENTE:** Elaboración propia

## 2. Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 1/2")



**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, según referencia de la norma (ASTM C 136).

**FUENTE:** Elaboración propia

### 3. Granulometría del agregado fino (arena triturada)



**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).

**FUENTE:** Elaboración propia

### 4. Granulometría del agregado grueso (arena fina)



**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 según referencia de la norma (ASTM C 136).

**FUENTE:** Elaboración propia

## 5. Combinación del agregado global



**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 de agregado, según referencia de la norma (ASTM C 136).

**FUENTE:** Elaboración propia

## 6. Abrasión los ángeles



**Fotografía N° 6:** Determinar la resistencia a la degradación 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)

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 7:** Determinar la resistencia a la degradación 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).

**FUENTE:** Elaboración propia

## 7. Partículas chatas y alargadas



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

**FUENTE:** Elaboración propia

## 8. Caras fracturadas



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

**FUENTE:** Elaboración propia



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

**FUENTE:** Elaboración propia

## 9. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso



**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)

**FUENTE:** Elaboración propia

## 10. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino



**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).

**FUENTE:** Elaboración propia

## 11. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino con el 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal



**Fotografía N° 14:** Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, agregado fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18).

**FUENTE:** Elaboración propia

**12. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino + 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland**



**Fotografía N° 15:** Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, agregado fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18).

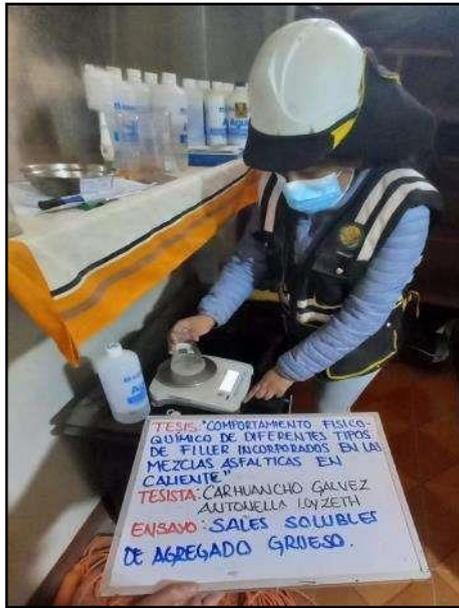
**FUENTE:** Elaboración propia

**13. Sales solubles del agregado grueso**



**Fotografía N° 16:** 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 (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 17:** Elaboración del ensayo de sales solubles con el peso del material a ensayar, peso total de sales solubles después del ensayo, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia

#### 14. Sales solubles del agregado fino



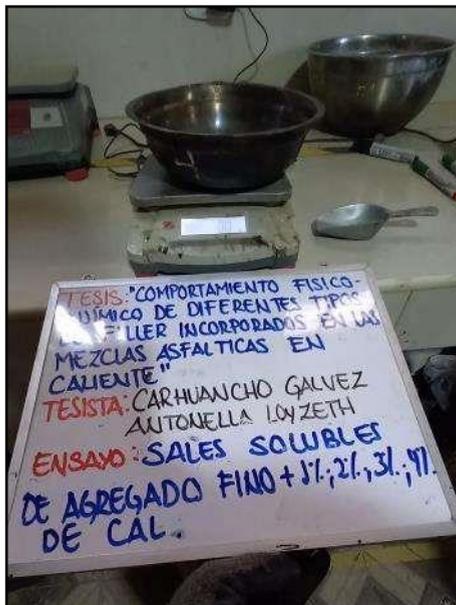
**Fotografía N° 18:** Elaboración del ensayo de sales solubles, masa del material a ensayar, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 19:** Elaboración del ensayo de sales solubles, muestra del material con agua destilada, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 20:** Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles, masa total de sales encontrado en el material, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia

## 15. Sales solubles del agregado fino + 1%, 2%, 3% y 4% de cal



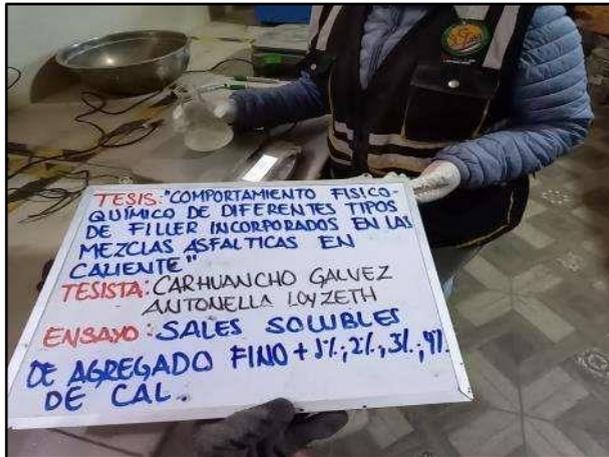
**Fotografía N° 21:** Elaboración del ensayo de sales solubles con el peso del material a ensayar, masa de material fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



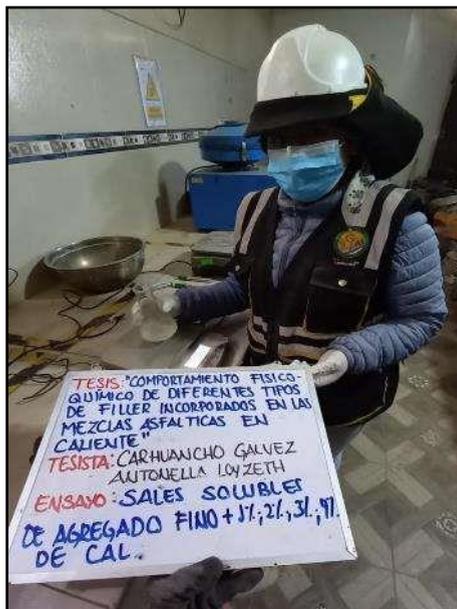
**Fotografía N° 22:** Elaboración del ensayo de sales solubles, masa del material a ensayar más agua destila, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 23:** Determinar los cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles, decantación de material fino, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 24:** Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles, masa total de sales encontrado en el ensayo, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 25:** Elaboración del ensayo de sales solubles, masa de material fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 26:** Elaboración del ensayo de sales solubles, filtración del material fino decantado, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 27:** Determinar los cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles, masa total de sales solubles encontrado en el ensayo, según referencia de la norma (ASTM D 1888).

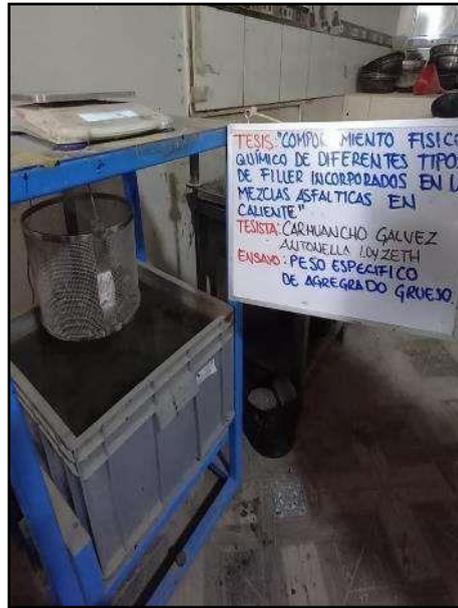
**FUENTE:** Elaboración propia

## 16. Peso específico del agregado grueso



**Fotografía N° 28:** 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° 29:** Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico, material saturado superficialmente seco en canastilla, según la norma (ASTM C 127).

**FUENTE:** Elaboración propia

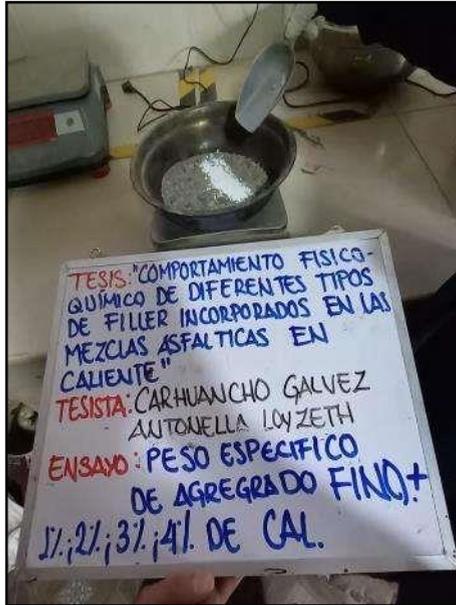


**Fotografía N° 30:** Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico, masa del material saturado superficialmente seco en canastilla sumergida, según la norma (ASTM C 127).

**FUENTE:** Elaboración propia



## 18. Peso específico del agregado fino + 1%, 2%, 3% y 4% de cal



**Fotografía N° 33:** Masa de material fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, material seco, mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 34:** Masa de material fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, material saturado superficialmente seco, mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 35:** Eliminación de vacíos de aires del material fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, material saturado superficialmente seco, mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

**FUENTE:** Elaboración propia

### 19. Peso específico del agregado fino + 1%, 2%, 3% y 4% de cemento portland



**Fotografía N° 36:** Masa de material fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, material seco, mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

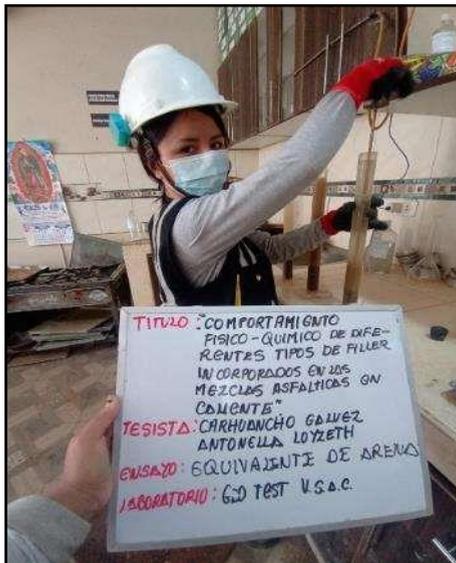
**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 37:** Eliminación de vacíos de aires del material fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, material saturado superficialmente seco, mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).

**FUENTE:** Elaboración propia

**20. Equivalente de arena del agregado fino convencional, adicionando 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de cal y cemento portland.**



**Fotografía N° 38:** Determinar la cantidad de arena y finos en el agregado fino, agregado fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal y agregado fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419).

FUENTE: Elaboración propia



**Fotografía N° 39:** Agitación manual del material para lectura de arena y finos, agregado fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal y agregado fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419).

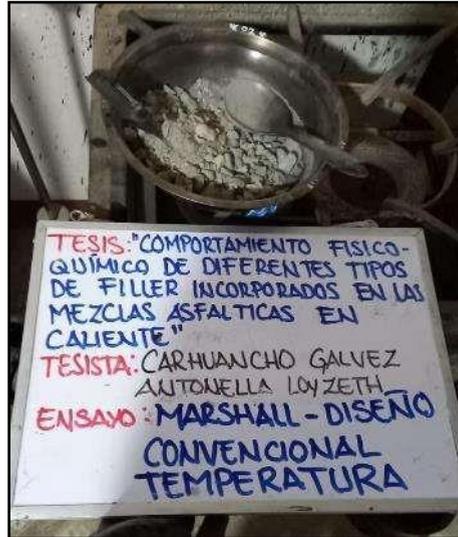
FUENTE: Elaboración propia.



**Fotografía N° 40:** Decantación y lectura de arena y finos, agregado fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal y agregado fino con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419).

FUENTE: Elaboración propia

## 21. Ensayo Marshall



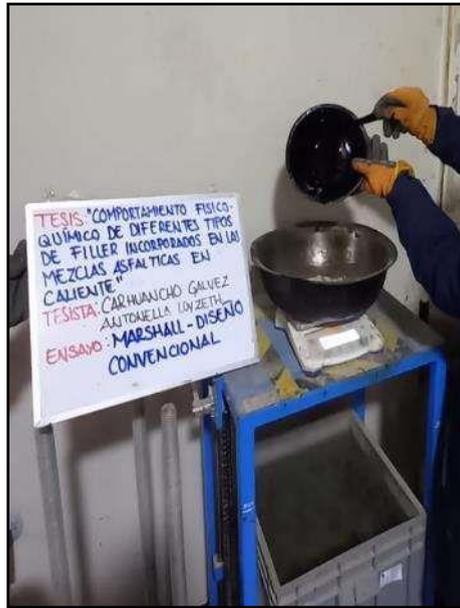
**Fotografía N° 41:** Preparación del agregado hasta un peso constante en un horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , con referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 42:** 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° 43:** Masa del pen asfaltico 85/100 y el agregado a una temperatura de 140°C, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 44:** Mezcla del agregado y el cemento asfaltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas con una temperatura de 140°C, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 45:** Compactación del espécimen convencional, por cara 75 golpes, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

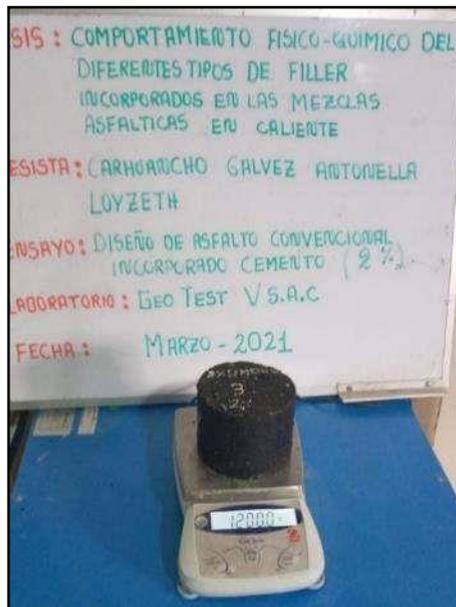
**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 46:** 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

## 22. Peso específico de especímenes convencionales



**Fotografía N° 47:** Masa al aire libre de especímenes para poder conservar el peso con los vacíos libres, según la referencia de la norma (ASTM D 1188-07).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 48:** Saturación de especímenes en baño de agua por 10 min a una temperatura de agua 25 °C, seguido se lectura la masa sumergida en agua, según la referencia de la norma (ASTM D 1188-07).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 49:** Masa de especímenes en estado saturado superficialmente seco, según la referencia de la norma (ASTM D 1188-07).

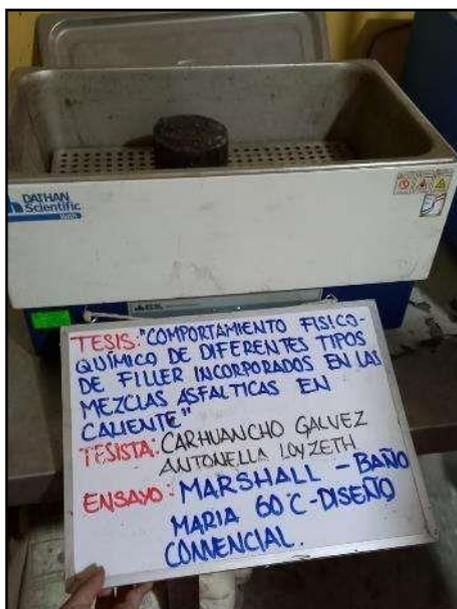
**FUENTE:** Elaboración propia

### 23. Estabilidad y Flujo



**Fotografía N° 50:** Medición de ancho de especímenes a ser ensayado en el equipo de rotura Marshall para la determinación de estabilidad y flujo, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 51:** Baño en agua de especímenes a temperatura de 60°C por 40 min para luego ser ensayada en el equipo de rotura Marshall, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 52:** Equipo de rotura Marshall, datos requeridos estabilidad y flujo, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia

## 24. Ensayo Marshall con el 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de Cal.



**Fotografía N° 53:** Preparación del agregado para la mezcla asfáltica con adición de 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de cal, 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° 54:** Mezcla asfáltica con adición de 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de cal, a temperatura de  $140^{\circ}\text{C}$ , según con referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 55:** Compactación a 75 golpes por ambos extremos de la mezcla asfáltica con adición de 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de cal, a temperatura de 140 °C, según con referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

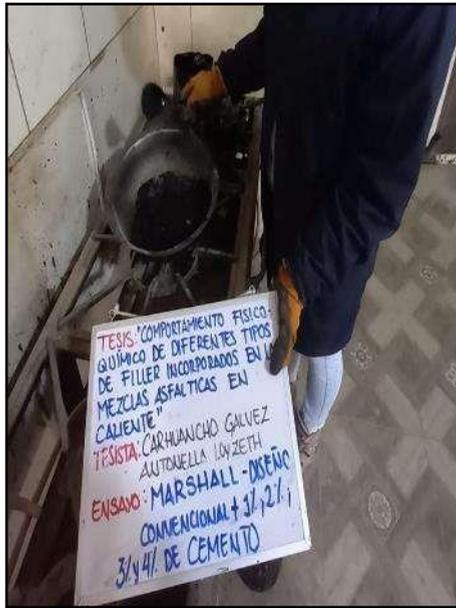
**FUENTE:** Elaboración propia

## 25. Ensayo Marshall con el 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de Cemento Portland



**Fotografía N° 56:** Adicionando PEN 85/100 a agregados para la mezcla asfáltica con adición de 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de cemento portland, hasta un peso constante en un horno a temperatura de 110°C±5°C, con referencia de la norma (ASTM D 6926 - 20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 57:** Mezcla asfáltica con adición de 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de cemento portland, a temperatura de 140 °C, según con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 58:** Compactación a 75 golpes por ambos extremos de la mezcla asfáltica con adición de 1.00%, 2.00%, 3.00%, 4.00% de cemento portland, a temperatura de 140 °C, según con referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia

**26. Peso específico del espécimen convencional con adición de 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal.**



**Fotografía N° 59:** Masa al aire libre de especímenes convencionales con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, para poder conservar el peso con los vacíos libres, según la referencia de la norma (ASTM D 1188-07).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 60:** Saturación de especímenes de diseño convencional añadiendo 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, en baño de agua por 10 min a una temperatura de agua 25 °C, seguido se lectura la masa sumergida en agua, según la referencia de la norma (ASTM D 1188-07).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 61:** Masa de especímenes de diseño convencional añadiendo 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal en estado saturado superficialmente seco, según la referencia de la norma (ASTM D 1188-07).

**FUENTE:** Elaboración propia

**27. Peso específico del espécimen convencional con adición de 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland.**



**Fotografía N° 62:** Masa al aire libre de especímenes convencionales con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, para poder conservar el peso con los vacíos libres, según la referencia de la norma (ASTM D 1188-07).

**FUENTE:** Elaboración propia



## 28. Estabilidad y flujo



**Fotografía N° 65:** Baño en agua de especímenes de diseño convencional añadiendo el 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal y cemento portland a temperatura de 60°C por 40 min para luego ser ensayada en el equipo de rotura Marshall, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 66:** Equipo de rotura Marshall, datos requeridos estabilidad y flujo, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 67:** Especímenes ensayadas en equipo de rotura Marshall, datos requeridos estabilidad y flujo, según referencia de la norma (ASTM D 6926 -20).

**FUENTE:** Elaboración propia

## 29. Máxima densidad teórica de mezcla bituminosa (RICE) – Diseño Convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal y cemento portland



**Fotografía N° 68:** Mezcla asfáltica de diseños convencionales, diseño convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, diseño convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, el estado del material debe tener la temperatura ambiente, según referencia de la norma (ASTM D 2041).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 69:** Mezcla asfáltica de diseños convencionales, diseño convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, diseño convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland, masa del material en temperatura ambiente, según referencia de la norma (ASTM D 2041).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 70:** Equipo de picnómetro de vacíos, por 15 min la mezcla asfáltica de diseños convencionales, diseño convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal, diseño convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland es sometida para desaparecer el vacío de aire que contiene el material para luego ser llevado y pesado con el frasco, según referencia de la norma (MTC D 2041).

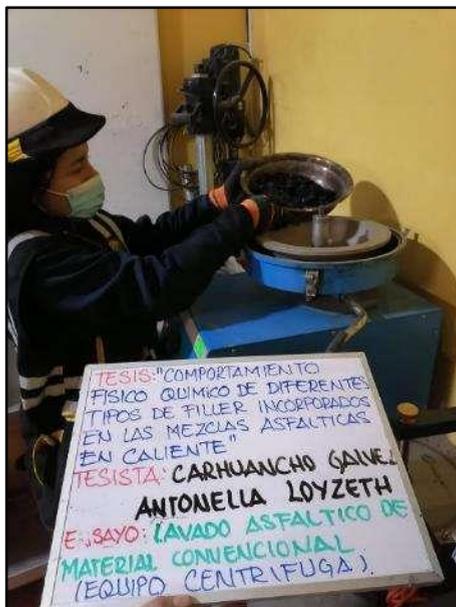
**FUENTE:** Elaboración propia

### 30. Lavado asfáltico convencional



**Fotografía N° 71:** Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos convencional, masa de la mezcla asfáltica para el ensayo, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 72:** Equipo centrifuga, se vierte el material a ensayar, para extraer el contenido de asfalto que contiene, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 73:** Masa del material lavado, luego de ser sometida por el equipo de centrifuga, para ser llevado al horno y ser secado, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

**FUENTE:** Elaboración propia

### 31. Lavado asfáltico convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal.



**Fotografía N° 74:** Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos convencional, masa de la mezcla asfáltica con diseño convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal para el ensayo, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 75:** Equipo centrifuga, se vierte el material a ensayar, mezcla asfáltica convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cal para extraer el contenido de asfalto que contiene, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

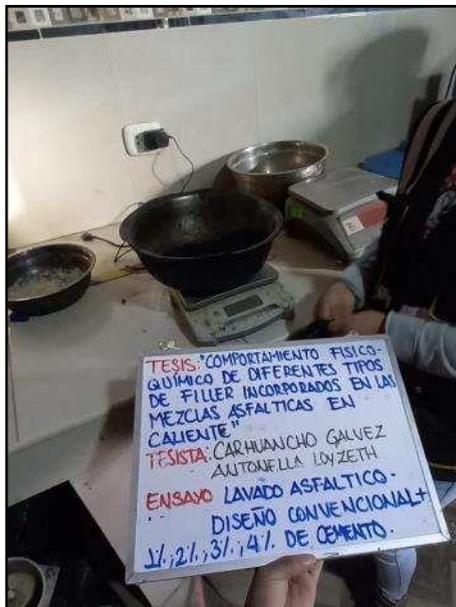
**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 76:** Masa del papel filtro en el ensayo después del ensayo en el equipo centrifuga, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

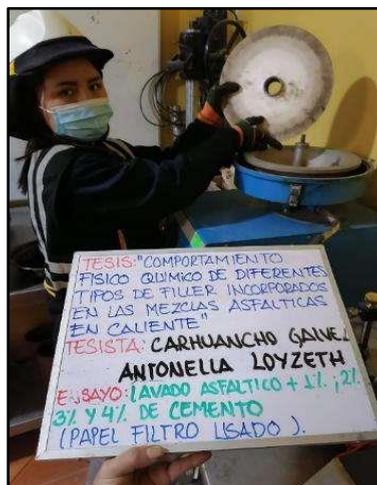
**FUENTE:** Elaboración propia

**32. Lavado asfáltico convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland.**



**Fotografía N° 77:** Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos convencional, masa de la mezcla asfáltica con diseño convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland para el ensayo, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 78:** Equipo centrifuga, se vierte el material a ensayar, mezcla asfáltica convencional con 1.00%, 2.00%, 3.00% y 4.00% de cemento portland para extraer el contenido de asfalto que contiene, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 79:** Masa del papel filtro en el ensayo después del ensayo en el equipo centrífuga, según referencia de la norma (ASTM D 2172).

**FUENTE:** Elaboración propia