

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS
PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE CON ESCORIA
METALURGICA, HUANCAYO 2020**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero civil

Autor:

BACH. PEREZ ALLCCA HUAMAN, ANGEL ARQUIMIDES

ASESOR:

Ing. ERNESTO WILLY GARCIA POMA

Línea de investigación institucional:

Transporte y urbanismo

Huancayo – Perú

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Jurado

Jurado

Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional y el apoyo moral para realizar mis sueños. A los ingenieros quienes me brindaron su apoyo a desarrollar y concluir la presente tesis.

Bach. Pérez Allcahuaman, Ángel A.

AGRADECIMIENTO

Agradezca a mis familiares por brindarme la oportunidad y el apoyo incondicional, a mi alma mater, en especial a mi Facultad de Ingeniería por acogerme y formarme como buen profesional con vocación de servicio, a mis catedráticos, maestros y doctores al laboratorio GEO TEST V. Y a todo su equipo de trabajo por su apoyo continuo aportando sus años de experiencia y criterio para resolver las dudas que teníamos en el camino durante todo el desarrollo experimental de mi trabajo de investigación, a todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron en la realización de este trabajo de investigación. A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

Bach. Pérez Allcchahaman, Ángel A.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0054 - FI -2023

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

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON ESCORIA METALURGICA, HUANCAYO 2020

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. PEREZ ALLCCHUAMAN, ANGEL ARQUIMIDES**
Facultad : **INGENIERÍA**
Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**
Asesor(a) : **ING. GARCIA POMA ERNESTO WILLY**

Fue analizado con fecha **23/10/2023** con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **13 %**.

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. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

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

Huancayo, 23 de Octubre de 2023.



MTRA. LIZET DORIELA MAÑTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	4
CONTENIDO	5
CONTENIDO DE TABLAS.....	8
CONTENIDO DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1.Descripción de la realidad problemática	14
1.2. Delimitación del problema.....	16
1.2.1. Espacial.....	16
1.2.2. Temporal.....	16
1.2.3. Económica	16
1.3. Formulación del problema	16
1.3.1. Problema general	16
1.3.2. Problemas específicos.....	16
1.4. Justificación.....	17
1.4.1. Justificación social.....	17
1.4.2. Justificación teórica	17
1.4.3. Justificación metodológica	17
1.5. Objetivos	18
1.5.1. Objetivo general.....	18
1.5.2. Objetivos específicos	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación	19
2.1.1. Antecedentes Nacionales	19
2.1.2. Antecedentes Internacional.....	21
2.2. Bases teóricas o científicas.....	23
2.2.1. Pavimento	23

2.2.2. Escoria metalúrgica.....	46
2.3. Marco conceptual	58
CAPÍTULO III.....	60
HIPÓTESIS	60
3.1. Hipótesis.....	60
3.1.1. Hipótesis general.....	60
3.1.2. Hipótesis específica	60
3.2. Variables	61
3.2.1. Definición conceptual de las Variables	61
3.2.2. Definición Operacional de la Variable	61
3.2.3. Operacionalización de las variables.....	62
CAPÍTULO IV	64
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	64
4.1. Método de investigación	64
4.2. Tipo de investigación	64
4.3. Nivel de la investigación.....	65
4.4. Diseño de la investigación	65
4.5. Población y muestra	65
4.5.1. Población	65
4.5.2. Muestra	66
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de dato	66
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	67
4.8. Aspectos éticos de la investigación.....	71
CAPÍTULO V.....	73
RESULTADOS.....	73
5.1. Descripción del diseño tecnológico	73
5.2. Descripción de resultados	73
5.3. Contratación de hipótesis.....	93
CAPÍTULO VI	99
ANÁLISIS DISCUSIÓN DE RESULTADOS	99
6.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	99
CONCLUSIONES	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

ANEXOS	112
Anexo N°1: Matriz de Consistencia	113
Anexo N°2: Matriz de operacionalización de variables	115
Anexo N°3: Matriz de operacionalización de instrumento.....	117
Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación	119
Anexo N°07: Certificados de INDECOPI	191
Anexo N°08: Certificados de calibración	195
Anexo N°05: La data de procesamiento de datos	212
Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento.....	213

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Valores PSI y Calificación de la Serviciabilidad. RNE 2016	24
Tabla 2: Funciones del pavimento.....	25
Tabla 3: Índice de Serviciabilidad del pavimento	27
Tabla 4: Definición de serviciabilidad del pavimento.....	28
Tabla 5: Factores de Equivalencia en carga para eje para pavimentos flexibles.....	35
Tabla 6: Esquema para llenar con la cantidad y porcentajes.....	36
Tabla 7: Composición química de la escoria de acería	48
Tabla 8: Propiedades físicas y mecánicas de la escoria.....	48
Tabla 9: Operacionalización de variables.....	62
Tabla 10: Ensayo de estabilidad	70
Tabla 11: Ensayo de flujo.....	70
Tabla 12: Ensayo de durabilidad	71
Tabla 13: Granulometría de materiales pétreos y su participación	74
Tabla 14: Granulometría de material combinado vs gradación MAC-2	75
Tabla 15: Granulometría de escoria metalúrgica.....	76
Tabla 16: Granulometría de materiales combinados sin y con escoria metalúrgica ..	77
Tabla 17: Requerimientos de calidad, partículas gruesas.....	78
Tabla 18: Requerimientos de calidad, partículas finas	79
Tabla 19: Porcentaje de asfalto óptimo de mezcla asfáltica sin y con escoria	83
Tabla 20: Propiedades físico-mecánicas de mezcla asfáltica sin y con escoria	85
Tabla 21: Propiedades volumétricas de mezcla asfáltica sin y con escoria.....	88
Tabla 22: Pérdida por desgaste de mezcla asfáltica sin y con escoria metalúrgica....	92
Tabla 23: Prueba de normalidad de la estabilidad	94
Tabla 24: Prueba de T de Student para datos de estabilidad	95
Tabla 25: Prueba de normalidad del flujo	96
Tabla 26: Prueba de T de Student para datos de flujo	96
Tabla 27: Pruebas de normalidad de durabilidad	98
Tabla 28: Prueba de T de Student de datos de durabilidad	98

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Conformación típica del pavimento como elemento estructural	24
Figura 2: Sección de un pavimento flexible convencional.....	29
Figura 3: Estructura de un Pavimentos Flexibles.....	30
Figura 4: W18 acumulado vs. Periodo de diseño en años de la carretera	36
Figura 5: Procedimiento para determinar espesores de las capas de pavimento.	37
Figura 6: Posibles resultados de una evaluación estructural.	39
Figura 7: Distribución de Esfuerzos	40
Figura 8: Zona del cuenco de deflexión	43
Figura 9: Guía rápida.....	44
Figura 10: Evaluación de pavimentos con base granular y materiales bituminosos ..	45
Figura 2: Escoria salina de aluminio	47
Figura 3: Operación de altos hornos.....	47
Figura 4: Altos hornos y escoria de alto horno.....	55
Figura 5: Horno eléctrico de sider Perú.....	56
Figura 11: Curva Granulométrica de materiales pétreos	74
Figura 12: Curva Granulométrica de material combinado vs gradación MAC-2	75
Figura 13: Curva Granulométrica de escoria metalúrgica.....	76
Figura 14: Curva granulométrica de materiales combinados sin y con escoria	78
Figura 15: Durabilidad al sulfato de magnesio.....	80
Figura 16: Variación de la durabilidad	80
Figura 17: Sales solubles	81
Figura 19: Absorción	82
Figura 20: Variación de la absorción.....	82
Figura 21: Porcentaje óptimo de asfalto	84
Figura 22: Variación de porcentaje óptimo de asfalto.....	84
Figura 23: Estabilidad.....	85
Figura 24: Variación de la estabilidad	86
Figura 25: Flujo	86
Figura 26: Variación del flujo	87
Figura 27: Relación estabilidad-flujo	87
Figura 28: Variación de la relación estabilidad-flujo	88

Figura 29: Vacíos de aire.....	89
Figura 30: Variación de los vacíos de aire	89
Figura 31: Vacíos llenos con asfalto.....	90
Figura 32: Variación de los vacíos llenos con asfalto	90
Figura 33: Vacíos en el agregado	91
Figura 34: Variación de los vacíos en el agregado	91
Figura 35: Pérdida por desgaste.....	92
Figura 36: Variación de la pérdida por desgaste	93

RESUMEN

La presente investigación se formula como problema general : ¿Qué efecto produce la adición escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?, así mismo el objetivo general fue: Determinar que efecto produce la adición de escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020. La hipótesis fue: La adición de escoria metalúrgica muestra efectos positivos en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

El tipo de investigación es aplicada, nivel explicativo, diseño de investigación fue experimental, el método de investigación es el científico y el método específico es cuantitativo. El propósito de la investigación se basó a los resultados obtenidos de acuerdo a los indicadores: Proporción, cantidad para la variable escoria metalúrgica, asimismo granulometría, estabilidad, flujo y durabilidad para la variable comportamiento mecánico de mezclas asfálticas calientes. La población de la investigación corresponde a especímenes de mezclas asfálticas caliente con incorporación de escoria metalúrgica, para el análisis se utilizó una muestra no aleatoria o dirigida que consiste en muestras de briquetas de mezclas asfálticas convencional y aplicado la escoria metalúrgica al 5%, 10% y 15% del peso total de la muestra, realizando ensayos: Diseño Marshall (80 briquetas), Contenido de Bitumen en los Agregados (2400 gr. De la muestra en campo), Ensayo Cántabro (20 briquetas).

La conclusión la estabilidad muestra un incremento considerable empleando escoria metalúrgica el cual incremento la estabilidad igual a +4.12% en la dosis de 10% de escoria metalúrgica en relación al convencional. Por otra parte, el flujo disminuye dejando claro así que se puede utilizar las escorias metalúrgicas en pavimentos flexibles.

PALABRAS CLAVES: Escoria metalurgica, comportamiento estructural, proporción.

ABSTRACT

The present investigation is formulated as a general problem: What effect does the addition of metallurgical slag produce on the structural behavior of the physical-mechanical properties of the flexible pavement, Huancayo 2020? Likewise, the general objective was: Determine what effect the addition of metallurgical slag produces in the structural behavior of the physical mechanical properties of the flexible pavement, Huancayo 2020. The hypothesis was: The addition of metallurgical slag shows positive effects on the structural behavior of the physical mechanical properties of the flexible pavement, Huancayo 2020.

The type of research is applied, explanatory level, research design was experimental, the research method is scientific and the specific method is quantitative. The purpose of the investigation was based on the results obtained according to the indicators: Proportion, amount for the metallurgical slag variable, likewise granulometry, stability, flow and durability for the variable mechanical behavior of hot asphalt mixes. The population of the investigation corresponds to specimens of hot asphalt mixes with incorporation of metallurgical slag, for the analysis a non-random or directed sample was used that consists of samples of briquettes of conventional asphalt mixes and metallurgical slag applied at 5%, 10%. and 15% of the total weight of the sample, carrying out tests: Marshall Design (80 briquettes), Bitumen Content in the Aggregates (2400 gr. Of the sample in the field), Cantabrian Test (20 briquettes).

The conclusion the stability shows a considerable increase using metallurgical slag which increased the stability equal to +4.12% in the dose of 10% of metallurgical slag in relation to the conventional one. On the other hand, the flow decreases making it clear that metallurgical slag can be used in flexible pavements.

KEY WORDS: Metallurgical slag, structural behavior, proportion.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis está basada en el comportamiento estructural de las propiedades físicas mecánicas del pavimento flexible incorporando escoria metalúrgica, para determinar su comportamiento de sus propiedades físico mecánicas del pavimento flexible. Existen en la práctica diversos métodos para lograr evaluar las características de la escoria metalúrgica y su uso en mezclas asfálticas de acuerdo a especificaciones aplicables.

La metodología empleada para la elaboración de la tesis fue desarrollada en dos partes la cual, la primera consiste en determinar los parámetros para determinar las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica y la segunda parte que consiste en el procesamiento de datos en los laboratorios por medios de formato.

Las escorias metalúrgicas será el estabilizante ya que es la más eficiente en comparación al estabilizante químico en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible.

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

Capítulo II.-En este capítulo se muestra el marco teórico de la investigación los antecedentes nacionales e internacionales, y las bases teóricas y científicas que sustentan la investigación.

Capítulo III.-Se muestra un análisis de la hipótesis, una definición conceptual y operacional de las variables de la investigación.

Capítulo IV.-En este capítulo se muestra la metodología, tipo, nivel y diseño de la investigación, un análisis de la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos que apoyan en la investigación.

Capítulo V.-Se muestra una descripción del diseño y resultados de la investigación, además se presenta la contrastación de la hipótesis.

Capítulo VI. -En esta sección se presenta una discusión de los resultados, recomendaciones, conclusiones, matriz y anexos que sustentan la investigación.

Bach. Pérez Allcahuaman, Ángel A.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional se ha venido desarrollando muchas investigaciones con el objetivo de determinar el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, en varios países se ha podido observar que los pavimentos diseñados y construidas para nuestras vía no cumplen eficientemente con las especificaciones técnicas y normas adecuadas para el efecto, es por ello que podemos afirmar que las carpetas se desgastan prematuramente, provocando el encarecimiento de los sostenimientos y varias veces el mal estado de la red vial, por ello la posible solución que buscamos las alternativas para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible de la carpeta de rodadura diseñada y construida de pavimento asfáltico. López Caiza (2018)

A nivel nacional el desarrollo en la infraestructura ha ido mejorando en el tiempo; logrando la construcción de nuevos pavimentos, de tal manera que el avance del tiempo ha logrado mejorar las necesidades de las integraciones, movilización y comunicación. La construcción de carreteras ha fundido a lo largo del tiempo en distintas culturas, por lo que nos encontramos frente a un mundo globalizado con diferencias demasiado vistas, por lo que el uso de la escoria metalúrgica representa un serio desafío asociado a la rehabilitación de los pavimentos flexibles, llegando a ser uno de los problemas y repercusión al aumentar en su vida útil. Se llega a observar con tanta frecuencia problemas relacionados con el deplorable estado de las vías, en las que ocasionan molestias, se logra encontrar diversidad de problemas como piel de cocodrilo,

ahuellamientos, fisuras, entre otros; por lo que esta situación nos indica que nuestro país está al borde de un derrumbe en el ámbito económico y social, observando que las vías son imprescindibles debido a que son el medio por donde se realiza distintas actividades sociales y económicas. Lucen Sosa (2019)

A nivel local en la región Junín específicamente la ciudad de La Oroya, se utilizaban diversos procesos metalúrgicos para la obtención y recuperación de metales y en cada uno de ellos se producían residuos inevitables como la formación de escorias (escorias de cobre, zinc, plomo, etc.), tratándose de que tengan el menor contenido de metal posible y que sus residuos finales tengan un valor posterior para otros procesos industriales. Asimismo, esta escoria metalúrgica es acumulada a la entrada de la ciudad de La Oroya formando cerros negros de escoria metalúrgica; Es por ello el tema de la presente investigación desarrolla a fin de incorporar en las mezclas asfálticas calientes mejorando el comportamiento mecánico de las mismas a fin de ser utilizadas en la provincia de Huancayo.

La escoria es una fase que contiene sustancias de subproductos de fundición de un mineral, que se encuentran presentes en cualquier proceso metalúrgico. Por lo general, las escorias de cobre son óxidos de hierro silicatos (SiO_2), aunque existen otros elementos que no superan el 20% por lo que no se toman en cuenta. Con respecto a las impurezas, éstas ejercen un papel negativo en sus propiedades como su conductividad eléctrica, térmica, su color su dureza y otros; se pueden clasificar en tres grupos de fácil eliminado (Zn, Fe, O y S), impurezas que se eliminan parcialmente (As, Sb, Bi y Ni), e impurezas que no se eliminan (Au, Ag).

La presente investigación da una solución al material acumulado de la escoria metalúrgica de La Oroya al incorporar y aplicarlo en las mezclas asfálticas calientes con la finalidad de mejorar el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas de las mismas; es así que el proceso a estudiar en la presente investigación, es la incorporación de la escoria metalúrgica en el agregado de la mezcla asfáltica. Asimismo, las propiedades del asfalto modificado con escoria metalúrgica son muy sensibles al proceso de mezcla las cuales se acondicionarán al desarrollo de la presente investigación.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

El desarrollo de esta investigación se realizó en el laboratorio de suelos, concreto y pavimento GEO TEST V. S.A.C, RUC. 20606529229, Chilca, en el distrito de Chilca en la provincia de Huancayo del departamento de Junín.

1.2.2. Temporal

El estudio se delimita temporalmente al año 2020; en el periodo de febrero a mayo.

1.2.3. Económica

En forma general la investigación fue costeada de forma directa por el investigador tanto en el proceso de planeamiento y el desarrollo de la tesis.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Qué efecto produce la adición escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué grado se altera la estabilidad con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?
- b) ¿De qué manera cambia el flujo con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?
- c) ¿En qué grado varía la durabilidad con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación social

Según Moreno Galindo (2021), “la justificación social involucra, “cuando la indagación va a solventar problemas sociales que afectan a un grupo social de manera que, aquí el autor pone un ejemplo como el empoderamiento de las mujeres pueblerinas o el estudio del método psicosocial en la alfabetización de iletrados del medio rural”.

La justificación social nos permitirá a la sociedad que la investigación contribuirá a resolver un problema real que es la incorporación de escoria metalúrgica en mezcla asfáltica en caliente que influye en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas.

1.4.2. Justificación teórica

Según Alvares Risco (2020), “la justificación teórica o científica supone referir cuáles son las irregularidades de saberes actuales que la exploración quiere disminuir. Hay diferentes explicaciones para demostrar el valor de la exploración a partir de una perspectiva teórica. Se alcanzan a ver diferentes revistas que poseen una unidad que requieren el valor de la exploración siendo la justificación teórica un componente importante para probar la importancia”. (pág. 1).

La justificación teórica se da por el manual de ensayos en relación a una mezcla asfáltica caliente, ya que, propone una alternativa de incorporar la escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas de la mezcla asfáltica caliente, Dicho manual estipula los requerimientos mínimos que tiene que cumplir una incorporación o adición.

1.4.3. Justificación metodológica

Según Fernández Bedoya H. (2020), “La justificación metodológica propone realizar una metodología y estrategia que permite la obtención de un conocimiento confiable y valido, al crear un nuevo instrumento con el fin de recolectar y analizar datos que pueden ser empleadas en investigaciones futuras por demás investigadores”.

La investigación contribuirá al conocimiento de la incorporación de escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico

mecánicas de las mezclas asfálticas calientes, el diseño tendrá una aplicación menor en su costo de aplicación, pudiendo lograrse así una investigación análoga y con aplicaciones en las diferentes carreteras pavimentadas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar qué efecto produce la adición de escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el grado de alteración de la estabilidad con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.
- b) Identificar el cambio en el flujo con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.
- c) Establecer grado variación de la durabilidad con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Choque Hinojosa, (2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Viabilidad para el uso de la escoria de acería eléctrica como agregado en mezcla asfáltica en la ciudad de Chimbote”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la viabilidad técnica del uso de la escoria de acería eléctrica como agregado en mezcla asfáltica en la ciudad de Chimbote de acuerdo a procedimientos y especificaciones normalizadas, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Los ensayos realizados nos demuestran que tanto la escoria como el material de cantera mantienen similares características, la ventaja de emplear la escoria es que ofrece la posibilidad de reciclar un residuo que ocupa un espacio importante, y finalmente **concluyo:** Mencionando que los ensayos realizados nos demuestran que tanto la escoria como el material de cantera mantienen similares características, la ventaja de emplear la escoria es que ofrece la posibilidad de reciclar un residuo que ocupa un espacio importante.

Siclane Smith, (2018), presento la tesis de posgrado **Titulado:** “Aplicación de escoria siderúrgica para rehabilitar pavimentos flexibles en el Distrito de La

Victoria – Lima 2018”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la incidencia de la incorporación de escoria siderúrgica en las propiedades que tiene los pavimentos flexibles para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como resultado: Se obtuvo una estabilidad de 1149.8 kg con un flujo de 3.1mm y un 3.9% vacíos de aire, y 1149.3 kg de estabilidad, 3.1 mm de flujo y vacíos de aire 3.9 % en la mezcla convencional de 3% de escoria siderúrgica, presenta un incremento en la estabilidad en comparación con la mezcla convencional, y finalmente **concluyo:** Mencionando que los valores de la estabilidad superan el parámetro límite aceptable (830), pudiendo constatar que las mezclas ensayadas cumplen con la norma ASTM D 3515.

Cervera Borja, (2019), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016”, el cual fija como **objetivo general:** Utilizar partículas de caucho reciclados (PCR) en la fabricación de pavimentos flexibles usándose como un agregado, sin alterar la composición del cemento asfáltico, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** La incorporación de PCR (Partículas de Caucho Reciclado) influye de manera positiva la mezcla asfáltica en caliente, incrementando y mejorando la interrelación del flujo con la estabilidad en un 50%, y finalmente concluyo: Mencionando que los costos unitarios de una mezcla mejorada con PCR son mayores en 5.05% respecto a las MAC tradicionales cuando se utiliza 1% de PCR.

Figueroa Chávez & Mamani Quinto, (2019), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales”, el cual fija como **objetivo general:** Investigar la viabilidad del uso de escorias negras como un material más para el uso en la construcción de afirmado, mediante la propuesta de un diseño de pavimento con escorias negras como parte de sus materiales de construcción, empleando la **metodología:** Cuantitativa con

un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** En el ensayo de resistencia a compresión de morteros con adición de EAFS en porcentajes de 5,10, 15% se puede evidenciar una mayor resistencia que la mezcla convencional y se puede deducir que los resultados obtenidos fueron favorables, y finalmente **concluyo:** Mencionando que las escorias negras recolectadas, no contenían la granulometría fina que requería el MTC para la construcción de afirmados de bajo tránsito por lo que se optó por agregarle finos en un 10% con respecto del total y así cumplir con los estándares del MTC.

Calva Herrera, (2020), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente incorporando escoria de acero”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente incorporando escoria de acero, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Los porcentajes incorporados se logra obtener que el 15% de escoria es la mejor combinación y 25% es el máximo límite que satisface para el huso granulométrico MAC-2, pues los demás porcentajes tienden a salirse del huso, y finalmente **concluyo:** Mencionando que el remplazo de escoria en porcentajes de 15% (cumple para transito liviano y mediano), 25%, 50% y 75% (cumplen para transito liviano).

2.1.2. Antecedentes Internacional

Cajas Ramírez & Iglesias Ramírez, (2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Utilización de escorias siderúrgicas para el mejoramiento de mezclas asfálticas en frio”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar y comparar el comportamiento de las mezclas asfálticas en frio con la utilización de escorias siderúrgicas con el fin de determinar si la utilización de escorias mejorando la resistencia de las mezclas asfálticas y si su utilización en nuestro medio, empleando la **metodología:** Cuantitativo, con un tipo de investigación aplicada con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Después de realizar las pruebas los datos adquiridos al emplear y no emplear la escoria llega a ser un 11.7% las cuales llegan a mostrarse en los resultados de laboratorio **concluyo:** Al conseguir una mejora de un 25% al incorpora escoria siderúrgica en el asfalto

en frío optimizando su rendimiento en características mecánicas y dando así una mejor capacidad y sobrellevar más que las vías convencionales.

Muños Rodriguez, (2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Análisis de pavimentación (mdc-3) mejoradas con escorias (no Ferrosas) de fundición de cobre (ensayo marshall inv-e 748-07)”, el cual fija como **objetivo general:** Diseñar una mezcla asfáltica óptima para la pavimentación MDC-3 utilizando escorias de cobre, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, obteniendo como **resultado:** Al emplear las escorias de cobre se obtiene una estabilidad sobre la mezcla las que se encuentran en 5.5% a 6% con la diferencia del mayor y mínimo llega a ser el 11% , y finalmente **concluyo:** Que debemos considerar el 5.5% así como el 6% para poder alcanzar una buena mezcla al agregar la escoria de cobre.

Perez Sierra, (2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación de la escoria de horno como agregado en mezclas asfálticas”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar el uso de escoria de horno como agregado en mezclas asfálticas, de acuerdo a procedimientos y especificaciones normalizadas., empleando la **metodología:** Desde un enfoque cuantitativo, con un tipo de investigación aplicada con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Los datos al emplear la escoria son más beneficiosos a comparación de los materiales convencionales, y finalmente **concluyo:** Al emplear la escoria a cambio de los materiales convencionales dando optimas estabilizaciones y resistencia del tráfico que puede presentar.

Tapia Benavides, (2019), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación de la influencia de la escoria de cobre en mezclas asfálticas con altos porcentajes de pavimento asfáltico reciclado frente al ensayo de ahuellamiento y de macro textura” ,el cual fija como **objetivo general:** Es incluir escorias de cobre la mezclas asfálticas en caliente con alto contenido de RAP con el fin de proveer las propiedades mecánicas y características de ductilidad, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Encontramos mejoras optimas disminuyendo ahuellamiento según el aumento del RAP, escoria de cobre llegando así a un porcentaje optimo, y finalmente

concluyo: La densidad sobre estas mezclas aumentan considerablemente al integrarle escoria de cobre y RAP llegando así a su factor positivo con esto tengan un buen desenvolvimiento con las cargas de tráfico y teniendo una larga vida útil.

Tomayo Lopez & Bolibar Bautista, (2020), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Protocolo para la elaboración de una mezcla asfáltica con incorporación de escoria siderúrgica como llenante mineral”, el cual fija como **objetivo general:** Proponer un protocolo enfocado en tres etapas para el diseño de una mezcla asfáltica MDC-19 con sustitución parcial del llenante mineral por escoria siderúrgica., empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, obteniendo como **resultado:** Demostraron que al sustituir fragmentariamente la escoria a la mezcla asfáltica obtuvimos mejores desarrollo en las propiedades físico-mecánica así esta sea empleada en la sustitución de agregado grueso, agregado fino, llénate mineral, y finalmente **concluyo:** Comentamos en este punto que después de comprobar que la escoria da mucho más soporte a la mezcla asfáltica optaron con cambiar de asfalto 60/70 por uno más catalogado que es el 80/100.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Pavimento

Según Vega Pérrigo (2018), el pavimento se define como un elemento estructural multicapa, que se encuentra apoyado en toda su área, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y móviles a lo largo de un tiempo indicado, durante el que principalmente deberá tocar algún tipo de tratamiento tendiente a alargar su vida de servicio, por otra manera un pavimento es la superestructura vial que hace posible el tránsito vehicular con la comodidad, economía y seguridad previstas por algún proyecto, los materiales más utilizados en la construcción de un pavimento son aquellas que presentan una gran variedad de posibilidades; es por ello que la estructura logra estar compuesta por varias capas. Dichas capas son aquellos materiales indicados sometidos a distintos tratamientos; y su superficie de rodadura también puede ser una carpeta asfáltica, una losa de concreto hidráulico o estar formada por acumulaciones de materiales

pétreos compactados, algunas tecnologías actuales ofrecen una gama muy distinta de secciones estructurales distintas y depende en una gran parte de las condiciones y los requerimientos del proyecto para lograr dar una alternativa correcta de diseño.

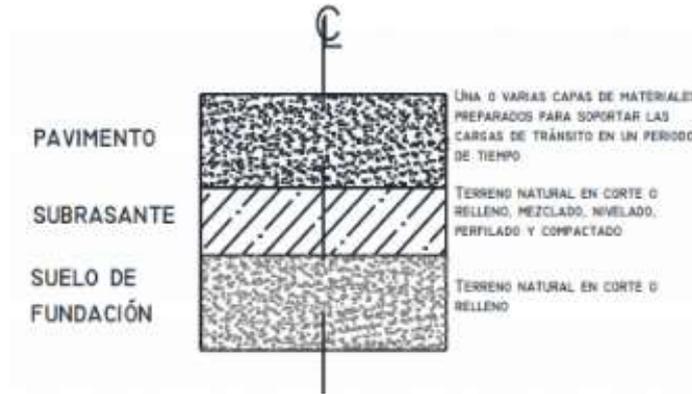


Figura 1: Conformación típica del pavimento como elemento estructural

Fuente: Vivar (2018)

Tabla 1: Valores PSI y Calificación de la Serviciabilidad. RNE 2016

PSI	CALIFICACIÓN
0.0	Intransitable
0.1-1.0	Muy Malo
1.1-2.0	Malo
2.1-3.0	Regular
3.1-4.0	Bueno
4.1-4.9	Muy Bueno
5.0	Excelente

Fuente: Rondón y Reyes (2015)

2.2.1.1. Funciones del pavimento

En la tabla 2 se explica las principales funciones que debe realizar y cumplir un pavimento agrupadas con respecto a tres perspectivas: Entidad y usuario, medioambiente y estructura. Saravia Álvarez & Vejarano Ferrer (2019)

Tabla 2: Funciones del pavimento.

Perspectiva	Funciones
Usuario y entidad	Proporciona a los usuarios circulación estable, favorable y confortables, con una indicada regularidad (rugosidad) y apta resistencia a la fricción.
	Proporcionar a los vehículos acceso bajo diferente condición de clima.
	Menorar los costos de operación vehicular, menorar el tiempo de viaje y reducir los accidentes.
	Menorar los costos de mantenimiento y operación.
	Facilitar y mejorar las condiciones de operación y transporte
	Dotar de una superficie indicada para tránsito, almacenamiento o traspaso de productos.
Estructura	Reduce y distribuye la carga de tráfico para que esta no malogra la Subrasante.
	Proteger la Subrasante del clima agua y/o congelación.
	Capacidad de carga suficiente de aquellos materiales que están compuestas por una estructura para menorar el tráfico y el clima.
Medioambiente	Cumplir con los requerimientos medioambientes y estéticos
	Proporcionar un terreno adecuado al contexto y compatible estéticamente con el entorno, en especial en zonas urbanas y zonas protegidas.
	Debe presentar suficiente durabilidad para que no se deteriore antes del periodo indicado a las variables ambientales como el agua, oxidación, efectos de la temperatura.
	Limitar el ruido y la contaminación del aire.

Fuente: Menéndez, (2018).

2.2.1.2. Módulo de la estructura del pavimento

De acuerdo con Álamo Acevedo (2018), el módulo elástico del pavimento (E_p), se encuentra dentro del módulo de la deformación de la capa ubicada por encima de la sub-rasante, una vez de que ha sido sujeto a cargas cíclicas, como la deflexión en el centro del plato de carga ya que se somete a los dos módulos, el del pavimento e_p y el de la sub-rasante M_r , es por ello que se debe calificar un proceso iterativo para así lograr que se cumpla tanto la fórmula de deflexión central como la fórmula del radio a_c , la fórmula de deflexión central es lo que se conoce como modelo elástico de dos capas de Burmister:

Ecuación 1:

$$d_o = 1.5 * p * a * \left(\frac{1}{Mr * \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} * \sqrt[3]{\frac{E_p}{Mr}}\right)^2}} + \frac{\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a}\right)^2}}\right]}{E_p} \right)$$

Donde:

- P es la presión del contacto del plato (carga dividida por el área (MPa)).
- El número estructural es un concepto interpuesto en la prueba AASHTO para poder hallar las estructuras de los pavimentos de asfalto y son usados por el método AASHTO.

$$NEt = 0.0045 * D * \sqrt[3]{E_p}$$

Donde:

- D es el espesor total de todas las capas que aportan capacidad estructural sobre la subrasante, pulgadas (cm)
- E_p es aquel módulo elástico efectivo de todas las capas que aportan capacidad estructural del pavimento sobre la subrasante, PSI (MPa)

2.2.1.3. Calidad de serviciabilidad del pavimento

Es aquella en que la serviciabilidad se traduce de una forma de medida por encima del comportamiento del pavimento, las mismas que se relacionan con la comodidad y seguridad, algunos de los usuarios logran evaluar el

comportamiento funcional, cuando se transporte por la vía. Además, está relacionado con los rasgos físicos del pavimento en la cual las características del suelo se califican normalmente para las siguientes fallas como las grietas, peladuras, profundidad, esponjamiento, entre otros, en la que compete la capacidad de soporte.

según Álamo Acevedo (2018), algunos conceptos sobre la serviciabilidad se clasifican en cinco aspectos fundamentales:

- Las vías son hechas para el beneficio y bienestar del público usuario en general.
- La calidad del tránsito, es factor de una expresión que se encuentra de una expresión subjetiva del usuario.
- Las tipologías físicas del pavimento se tantean con objetividad y se logran relacionar a una evaluación subjetiva, este procedimiento provoca un índice de serviciabilidad justo
- Los conductores cuando se transitan por primera vez o en múltiples problemas sobre la vía, experimentan la sensación de sentir una seguridad o inseguridad eso depende de lo que recibe el tipo de problema para examinar su vehículo, la fundamental causa es asociada de rodadura, la valoración del parámetro índice de serviciabilidad del pavimento (PSI).
- En la serviciabilidad del pavimento se simboliza en un índice, el procedente de los valores de la prueba de AASHO, en la cual realizaron la evaluación por intermedio de una escala que se oscila de 0 a 5, siendo 5 un valor excelente en pavimentos y cero para pavimento que contienen condiciones malas en la superficie.

Tabla 3: Índice de Serviciabilidad del pavimento

Índice de Serviciabilidad (PSI)	Calificación
5-4	Muy buena
4-3	Buenas
3-2	Regular
2-1	Mala
1-0	Muy Mala

Fuente: Álamo Acevedo, (2018)

Tabla 4: Definición de serviciabilidad del pavimento.

Índice de Serviciabilidad (PSI)	Calificación	Descripción
4-5	Muy bueno	En los primeros años de vida útil el pavimento se califica como muy bueno, es un pavimento de color negro bituminoso y de textura suave y pegajosa es agradable viajar por esta vía.
3-4	Bueno	A este nivel la carpeta asfáltica, su textura se mantiene suave, pero a lo largo del tiempo se modifica su color intenso aun color más opaco y las huellas de la rodadura se pronuncian veteado.
2-3	Regular	El pavimento comienza a sufrir fatiga, fisuras, aparecen los baches, entre otros.
1-2	Malo	El pavimento con el calificativo malo es aquel que tiene problemas en la velocidad vehicular de transitabilidad, las fallas se prueban muy pronunciado los conductores que tienen que esquivar el paso y eso ocasiona que se transite, lo cual sería una molestia para el usuario y perjudica en la economía a las personas que ocupan un tipo de vía los sacudones malogran el vehículo.
0-1	Muy malo	En el pavimento flexible se califica simplemente, ya no es ni agradable, ni en la velocidad, ni en lo servicial es polvoriento, lo cual necesita para una reconstrucción.

Fuente: Álamo Acevedo, (2018).

2.2.1.4. Pavimento flexible

Es la acumulación de capas de materiales escogido que aceptan en la forma directa las cargas vehiculares producidas por el tráfico y las transfieren a los sedimentos mínimos de manera disipada, suministrando una superficie de rodamiento, la cual debe trabajar eficazmente, también es confortable para el consumidor.

La distribución de capas que se trabaja en un pavimento obedece a un elemento financiero derivado de un proyecto, ya que cuando se definan los espesores mínimo aceptable que disminuya los esfuerzos sobre la capa contiguo mínimo. La durabilidad de las distintas capas no solo necesitara del material que las compone, además consta de gran dominio el método constructivo, siendo dos componentes significativos como la humedad y la resistencia.

También está mezclado principalmente, de la sub rasante, la sub base, la base, la carpeta de rodadura o carpeta asfáltica. Este pavimento es más económico en su edificación original, y posee una etapa de existencia eficiente de entre diez y quince años, pero tiene el obstáculo de solicitar sostenimiento, esto consta para poder consumir con su existencia. Taípe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)



Figura 1: Sección de un pavimento flexible convencional.

Fuente: Huang (2004)

a) Elementos que integran un pavimento flexible

De acuerdo con Humpiri Pineda (2015)

1. Subrasante

Es aquella capa de terreno de una carretera la cual soporta la estructura de pavimento y que se logra extender hasta una cierta profundidad en la cual no impacte la carga de diseño que es parte del tránsito previsto, el espesor del pavimento dependerá en una gran parte la calidad de la subrasante, por lo que se cumple con los requisitos de resistencia, inmunidad e incomprensibilidad a la contracción y expansión por efectos de la humedad.

2. Subbase

Es aquella capa de la estructura de pavimento que está destinada principalmente a soportar, distribuir y transmitir con homogeneidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal modo que la capa de la subrasante la pueda soportar absorbiendo algunas alteraciones inherentes de la dicha superficie que logran ocasionar problemas a la subbase, esta debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que

ocasionarían daños para el pavimento. También se usan como capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, cuidando así la estructura de pavimento, por lo que en lo general se utilizan materiales granulares, al existir capilaridad en época de heladas, se ocasiona un hinchamiento del agua, provocando por el congelamiento, la cual produce fallas en el pavimento.

3. Base granular

Es aquella que se presenta como función principal de distribuir y transportar las cargas que son ocasionadas por el tránsito, a la subbase y sobre está a la subrasante, es aquella capa por la cual se coloca la capa de rodadura, esta base está conformada por piedra de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno o bien por una mezcla de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, en la cual su equilibrio dependerá de la graduación de las partículas, su densidad relativa, su forma, fricción interna y cohesión, y todas estas propiedades dependerán de la parte de finos con respecto al agregado grueso.

4. Superficie de rodadura o carpeta asfáltica

Es aquella capa en la cual se ubica por encima de la base, su objetivo principal es el de proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para no provocar las filtraciones de agua de lluvia en la cual lograrían saturar las capas inferiores, esta no provoca la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos.

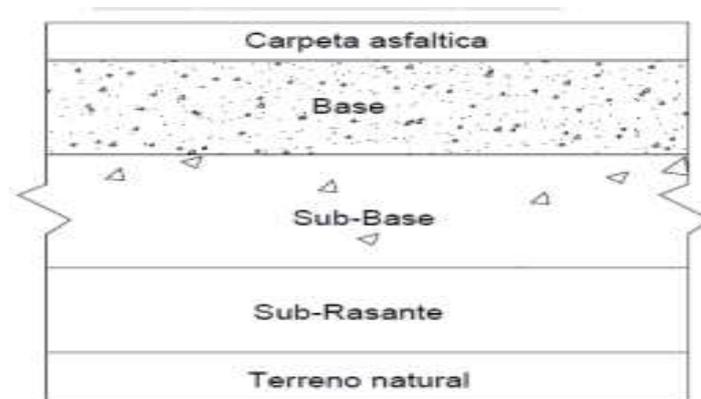


Figura 2: Estructura de un Pavimentos Flexibles.

Fuente: Cáceres Velásquez (2015)

b) Método de diseño de pavimento flexible

1. Método AASHTO-1993

El método de diseño AASHTO, principalmente nombrado como AASHO, que se desarrolla en los Estados Unidos en la década de los 60, que consiste en un ensayo a escala real organizado durante 2 años en el estado de Illinois, en la cual la superficie y los climas son típicos para gran parte de Estados Unidos, con el fin de realizar tablas, fórmulas y gráficos la cual representen las relaciones deterioro de las diferentes secciones ensayadas. Después de la versión del año 1986, y su respectiva versión verificada de 1993, el método AASHTO inicia a introducir definiciones mecanicistas para así ajustar algunos parámetros a distintas condiciones a las que dominaron en el lugar del ensayo principal, el método AASHTO-1993 para el diseño de los pavimentos flexibles, explica y detalla principalmente en conocer un “número estructural (SN)” para el pavimento, la cual hace referencia a la resistencia estructural de un pavimento solicitado para una combinación de soporte del suelo (M_r), tránsito total (W_{18}), de la serviciabilidad terminal y de algunas condiciones ambientales, para poder calcular el número estructural, el método se apoya en la siguiente ecuación: según Salamanca Niño & Zuluaga Bautista (2018)

Ecuación 2:

$$\log W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

Donde:

- W_{18} = número de aplicaciones de ejes simples equivalentes de 18 kip (80KN), hasta el tiempo t en el cual se alcanza $ISP=pt$
- SN= número estructural
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y terminal
- MR= módulo resiliente de la Subrasante (libras/pg)

- So= Desviación estándar total de la distribución normal de los errores asociados con las predicciones de tránsito y de comportamiento del pavimento (0.44-0.49)
- ZR= Parámetro estadístico asociado con distribuciones normales de datos, en la cual se considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a pt durante el periodo del diseño.

Ya realizada, determinando el número estructural indicado se logra buscar un conjunto de espesores que combinados correctamente y teniendo en cuenta parámetros como los coeficientes estructurales y de drenajes garanticen un número estructural efectivo mayor o igual al requerido para las solicitaciones de tránsito esperadas en el tiempo de diseño, el número estructural indicado se calcule por el medio de la siguiente ecuación: Salamanca Niño & Zuluaga Bautista (2018)

Ecuación 3:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

- a1, a2, a3: Coeficientes estructurales de la capa asfáltica, base granular y subbase granular (in).
- D1, D2, D3: Espesores de la capa asfáltica, base granular y subbase granular (in).
- m2, m3: Coeficientes de drenaje para base granular y subbase granular.

c) Características principales de la subrasante

- La función primordial de la subrasante, es apoyo, transferir y repartir con igualdad el efecto de las cargas de tránsito procedente de las capas superiores del pavimento, de manera que el terreno natural sea capaz de soportar.
- En el suceso de que el terreno de la subrasante es malo, por ejemplo:
- Posee un elevado volumen de componente orgánica, formado por materiales vegetales igualmente carbonizadas o fangosas, comúnmente de una textura fibrosa, de color café oscuro o negro, y desperdicios o residuos que puede lograr a ser dañino para la base de las estructuras

del pavimento, corresponde a botarse este material y sustituirse por otro de buena condición y que sea superior a lo que probamos.

- De modo que, si la superficie de la sub rasante está compuesto por un terreno fino, limoso o arcilloso, apto de saturación, debe de colocarse una capa de subbase de elemento granular elegido antes de arrancar con el echado de los estratos superiores, si en tal un suelo está conformado por estratos bien graduados que no promete peligro de saturación, o perfectamente constituido por elementos de granulometría gruesa, se conserva la probabilidad que no se solicita de una capa de subbase. Para terminar, si el suelo tiene un valor de soporte alto y no hay la probabilidad de saturación de agua, no habría la obligación de formar una estructura de pavimento como tal, excluyendo la posición de la sub base y la base, implementando solamente la carpeta de rodadura.
- Ya que la sub rasante es considerada como la cimentación del pavimento, y de una calidad superior de elementos con los que se tiene en esta capa, apoyara al decrecimiento de las capas de la estructura del pavimento, obteniendo así una conservación en los costos de construcción sin reducir la condición y vida útil de la misma. Taipe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)

2.2.1.5. Diseño del pavimento flexible

a) Método AASHTO para pavimentos flexibles

El método de diseño AASHTO, fue trabajado en los Estados Unidos, apoyándose en un ensayo a escala real, ejecutado durante 2 años partir de los daños que estudian representando las relaciones de deterioro, pedir para todas las propiedades trabajadas.

La versión del año 1986, el método AASHTO empezó a incluir ideas mecanicistas para adaptar ciertos parámetros a circunstancias distintos a las que dominar en el lugar de la prueba inicial.

- Los ejemplos matemáticos correspondientes asimismo solicitan de una evaluación para los requisitos locales del área en el cual se intenta adherir. Taipe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)

b) Procedimiento del diseño

Procedimiento del diseño MÉTODO AASHTO para pavimento flexible.

- 1) Asuma un valor del número estructural = SN (asumido)
- 2) Determine los factores de equivalencia, F; usando la Tabla o la

Siguiente ecuación:

Ecuación 4:

$$\log\left(\frac{w_{tx}}{w_{t18}}\right) = 4,79 \log(18 + 1) - 4,79 \log(L_x + L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}} + 4,33 \log L_2$$

Donde:

$$G_t = \log_{10}\left(\frac{4,2-p_t}{4,2-1,5}\right) \quad \beta_x = 0,40 + \frac{0,081(L_x+L_2)^{3,23}}{(SN+1)^{5,19}L_2^{3,23}}$$

$$F = \frac{1}{\left(\frac{w_{tx}}{w_{t18}}\right)}$$

Siendo:

- $L_2 = 1, 2, 3$ para ejes sencillos, tándem y triple, respectivamente
- L_x = carga del eje en kips.

Tabla 5: Factores de Equivalencia en carga para eje para pavimentos flexibles.

Axie Load (kpa)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	.002	.003	.002	.002	.002	.002
6	.009	.012	.011	.010	.009	.009
8	.030	.035	.036	.033	.031	.029
10	.075	.085	.090	.085	.079	.076
12	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14	.325	.338	.354	.350	.338	.331
16	.589	.598	.613	.162	.603	.598
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.51	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.38	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	18.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	18.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.8	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

Fuente: “Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO” por, Taipe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)

Los efectos de la prueba de carreteras AASHTO observaron que el daño que produce un eje con una carga determinada puede representarse por el número de pasadas de un eje sencillo de 18 kips (8,16 t= 80 KN) de rueda doble, considerado como eje patrón, que produce un daño similar.

- Distintas configuraciones de ejes y cargas inducen daños diferentes en el pavimento, pudiendo asociarse dicho deterioro al producido por un determinado número de ejes convencionales de 18 kips de carga por eje sencillo de rueda doble. Taipe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)
- Calcular las repeticiones diarias para cada eje ADT x%
- Composición
- Calcular los ejes equivalentes de 18 kips esperados el primer día de apertura del pavimento, ESAL.

Tabla 6: Esquema para llenar con la cantidad y porcentajes

Tipo de Vehículo	Ap	B	T2-S2	TOTAL
Cantidad				ADT
% Composición				100%

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la ASHTO. por, Taípe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)

- Calcular los ejes equivalentes esperados el primer año de uso del pavimento $w_{18} = ESAL_0 \times 365$. Realizar los ajustes a causa del número de carriles y la distribución direccional:
- $w_{18} = DD \times DL \times col_8$
- Pronosticar la cantidad de repeticiones del eje equivalente de 18 kips esperados al final del periodo de diseño, $W_{18} = ESAL$:

Ecuación 5:

$$ESAL = W_{18} = w_{18} \left[\frac{(1+g)^t - 1}{g} \right]$$

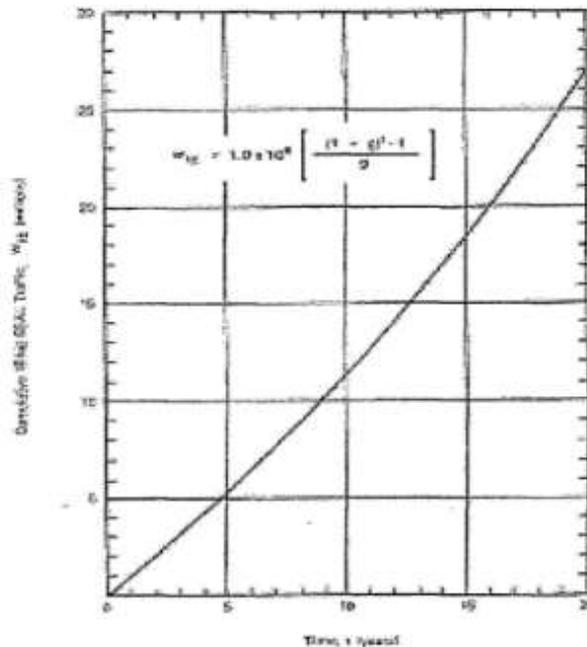


Figura 3: W18 acumulado vs. Periodo de diseño en años de la carretera

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO

Donde:

g =Tasa de crecimiento; representa el incremento promedio anual del ADT. En general, las tasas de crecimiento son distintas para cada vehículo.

n =Número de carriles

DD =Distribución direccional crítica (a menos que existan consideraciones especiales, la distribución direccional asigna un 50% del tránsito a cada dirección)

DL = Factor de distribución por carril

- Resolver la ecuación de diseño para SN. Esto nos proporcionará el SN calculado.
- Comparar el SN (asumido), el que utilizó para determinar los factores de equivalencia, con el SN (calculado)
- Si la diferencia es menor a 1, entonces pase al punto 9).
- Si la diferencia es mayor a 1, entonces proceda iterativamente hasta lograr que SN (calculado) = SN (asumido).
- Utilice el procedimiento de la figura 4. para determinar los espesores requeridos de acuerdo al SN encontrado.

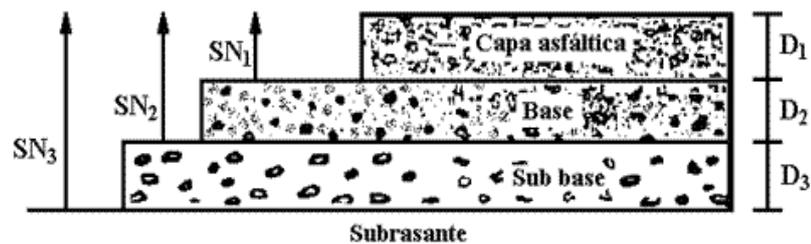


Figura 4: Procedimiento para determinar espesores de las capas de pavimento.

Fuente: Guía para pavimentos flexibles de la AASHTO.

Ecuación 6:

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_2^* = a_1 D_1^* \geq SN_1$$

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 \cdot SN_1^*}{a_2 m_2}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

Para hallar el grosor de la carpeta asfáltica D1 se responsabiliza que toda la fuerza, para el apoyo de las repeticiones predichas, la ofrece la carpeta asfáltica. Se soluciona el problema del proyecto, colocando en lugar del MR de la terracería, el valor del EBS logrando por prueba directo o por relación con un ensayo de resistencia como el CBR. Al solucionar el problema de diseño se consigue un SN = SNI. Taípe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)

$$SNI = \text{al DI}$$

$$\underline{DI^* \geq SNI / \text{al}}$$

Se redondea el valor de D 1 a un entero de pulgada o media pulgada. Este será el valor D 1 *

Ecuación 7:

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_0 (SN_1 + 1) - 0,02 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{[4,2-1,5]} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN_1 + 1)^{5,19}}} + 2,321 \log_{10} E_{BS} - 8,07$$

Para determinar el espesor de la capa base D2 se asume que toda la resistencia la brinda la carpeta asfáltica y la capa base, de manera que:

Ecuación 8:

$$SN_2 = SN_1 + a_1 D_2 m_2$$

Donde

SN2 se determina con la ecuación de diseño colocando en lugar del MR el valor del módulo de elasticidad de la capa subbase ESB obtenido por ensayo directo o por correlación con una prueba de resistencia como el CBR. Taípe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)

Con este valor de SN = SN2

Para determinar el espesor de la capa subbase se asume que toda la resistencia la brinda la carpeta asfáltica + capa base + capa subbase, pero esto ya se realizó cuando usamos el Módulo de resiliencia de la terracería MR para

calcular el SN que se convertirá en SN3. Taípe Sarmiento & Salas Tocasca (2018)

Ecuación 9:

$$SN_3 = SN_1 + SN_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_0 (SN_1 + 1) - 0,02 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN_1 + 1)^{5,19}}} +$$

$$2,321 \log_{10} E_{BS} - 8,07$$

c) Evaluación estructural del pavimento

Respecto a la definición de la evaluación estructural del pavimento. “La auscultación estructural de carreteras es una técnica que proporciona un conocimiento detallado del estado de los pavimentos, lo que permite efectuar y monitoreo de su comportamiento a través del tiempo y programar el mantenimiento de un modo racional y más económico”.

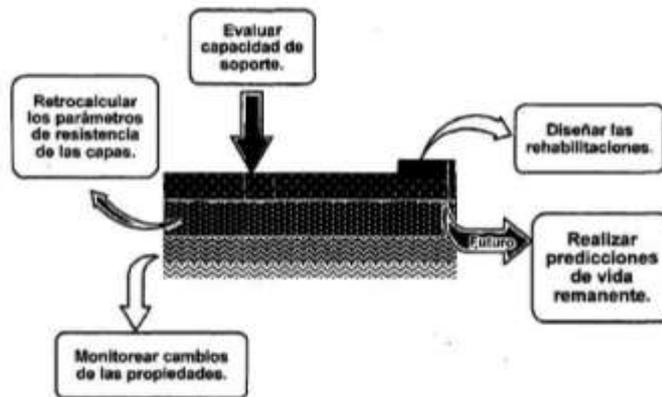


Figura 5: Posibles resultados de una evaluación estructural.

Fuente: Casia Juan, (2018)

d) Esfuerzos

El análisis de esfuerzo determina la intensidad de las fuerzas componentes internas distribuidas, es decir la relación entre la fuerza aplicada y la superficie en la cual se aplica.

“En un pavimento flexible, la capa base (carpeta base y sub base) con espesor determinado tiene la capacidad de disipar el esfuerzo de compresión sobre la subrasante en una intensidad menor a la admisible, así mismo limita la deflexión a un valor poco significativo. El diseño de un pavimento flexible, se debe satisfacer la resistencia al corte y la resistencia a la flexión de la capa rígida”.

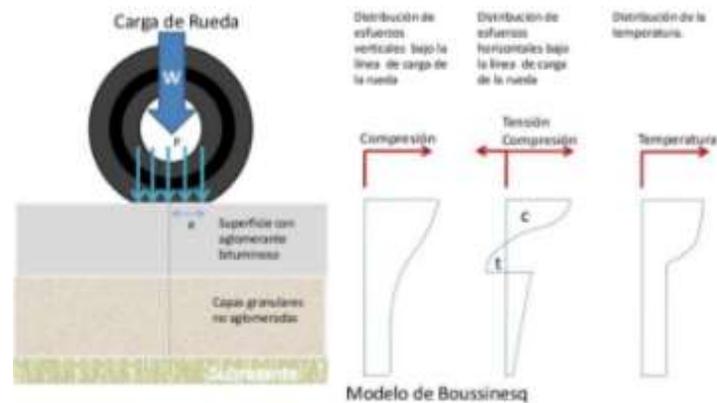


Figura 6: Distribución de Esfuerzos

Fuente: García, (2016)

2.2.1.6. Comportamiento estructural del pavimento flexible

De acuerdo con Fernandez Ruiz, (2020), el comportamiento estructural del pavimento flexible son aquellas que se diferencian a través de las capas que están compuestas, en lo fundamental se diferencia por el comportamiento de algunos pavimentos flexibles y rígidos por lo que es la forma en la que se distribuyen las cargas, es por ello que en un pavimento flexible las reparticiones de las cargas se hallan por algunas de las características del sistema de algunas capas que lo constituyen. Algunas capas de excelente calidad se encuentran cerca al área donde algunas tensiones son máximas por lo que algunas cargas se reparten de mayor a menor medida en la que se profundiza hasta los niveles que se encuentran a bajo. En algunos casos de los pavimentos rígidos, la losa es la capa que soporta casi toda la carga y las capas inferiores son despreciables.

a) Estabilidad y flujo

Según Garniza Anguas (2018), menciona que es aquella prueba que consiste en hundir el espécimen en un baño maría a $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de 30 a 40 minutos antes de realizar la prueba. Con el equipo de prueba listo, se moverá el

espécimen de prueba de baño maría y de manera cuidadosa se secará el área. Luego del colocado y centrado el espécimen en la mordaza inferior, se utilizará la mordaza superior y se pondrá en el centro de manera completa en el aparato de carga. Después se aplicará la carga de prueba al espécimen a una alteración estable de 5” por min, hasta que se ocasione la falla. El punto de la falla se define por la lectura de carga máxima obtenida. El número total e Newtons solicitados para que se realice la falla del espécimen, por lo que se logrará ser registrada como el valor de estabilidad Marshall. Mientras tanto que la prueba de estabilidad está en la realización por lo que si no se usa un equipo de registro automático se tendrá que sostener el medidor de flujo por encima de la barra guía; y cuando la carga comience a descender, se obtendrá que tener en cuenta la lectura y anotarla como el valor de flujo final. La diferencia entre el valor de flujo final e inicial, se expresa en unidades de 0.25 mm, por lo que será el valor del flujo Marshall.

2.2.1.7. Deflexión de un pavimento

Según Fernandez Ruiz (2020), se define a la deflexión de un pavimento como el valor que representa la respuesta estructural ante la aplicación de una carga vertical externa. Podemos llamarlo también como el desplazamiento vertical del paquete estructural de un pavimento ante la aplicación de una carga, generalmente, la carga es provocada por el tránsito vehicular, la carga cuando es aplicada en la superficie no solo se desplaza el punto bajo su aplicación, ocasionando una deflexión máxima, esto también se desplaza a una zona alrededor del eje de aplicación de la carga, que se clasifica cuenco de deflexión. Esto nos permite ser relacionada con la capacidad estructural de modelo de pavimento es débil o deficiente, si en el caso la deflexión es baja, nos quiere decir que el modelo estructural del pavimento tiene buena capacidad estructural.

a) Deflectometría

Es una medición o hundimiento de la superficie del pavimento cuando un peso estándar aplicado en la superficie de un pavimento, ocasiona una deformación de manera verificada.

Este desprendimiento es medido en centésimos de milímetros y acepta conocer la resistencia del pavimento ante el paso de vehículos.

Las longitudes deflectométricas consiste en la aplicación de una carga dinámica causada por la caída de un peso en un sistema amortiguado a través de un plano que descansa en la superficie de la estructura del pavimento.

El deflectómetro (FWD - Falling Weight Deflectometer) anota la fuerza de impacto la temperatura del aire, la temperatura superficial del pavimento y las máximas deformaciones, registradas mediante un grupo de sensores de deformaciones con las cuales se puede llevar a cabo la característica y evaluación del pavimento.

El quipo permite automáticamente el cuenco de deformación con la ayuda de 9 sismómetros. Fernandez Ruiz (2020)

b) Deflectómetro de impacto (FWD)

Es un instrumento de trabajado para la evaluación del estado estructural de firmes flexibles, semirrígidos y rígidos. Y el operador maneja todas las funciones de deflectómetro desde el ordenador que se instala en el vehículo remolcador (en caso de ser con remolque). De esta manera le permite al operador realizar el trabajo de medición de manera rápida y fácil.

Estos instrumentos están hechos de la tecnología más avanzada, poseen aplicaciones que incorporan alarmas que aparecen en la pantalla del ordenador, si en el caso el operador ignora advertencias vitales, no puede efectuar algunas funciones con el FWD, por ejemplo, en conexión con la medición de la temperatura del pavimento: Después de introducir el sensor de temperatura del asfalto, el sensor detecta cuando la temperatura es estable.

Se mide la temperatura mientras la placa de carga está apoyada sobre el pavimento y no se puede elevar antes de que el sensor de temperatura se haya colocado en su receptáculo. El equipo no se puede conducir a otra ubicación cuando la placa de carga está abajo y los interruptores de emergencia, situados estratégicamente, permiten al operador detener el equipo en cualquier momento por medio del accionamiento manual.

Lo primordial de participación del deflectómetro de impacto frente a los equipos clásicos de deflectometría, es el análisis de la cabida de soporte mediante el cálculo inverso de los módulos de rigidez de las capas de firme a partir de los cuencos de deflexión anotado como vemos en la Figura siguiente. Fernandez Ruiz (2020)

c) Cuencos de deflexiones

Esto obtenemos con un deflectómetro de impacto, proporcionada valiosa información acerca del pavimento, aceptando evaluar mediante técnicas distintas, la condición de las capas que lo constituyen, así como del cimiento sobre el que se apoya.

La medida de un deflectómetro de impacto, para la obtención del cuenco de deflexión, es relativamente sencillo. Se aplica un impacto sobre el pavimento por medio de la caída libre de una carga sobre un sistema de amortiguación, que a su vez este puesto sobre una lámina de carga que distribuye las tensiones a través de unos sensores, lo cual mide la deformación vertical de la superficie, bajo el punto de aplicación de la carga y a unas distancias determinadas del mismo. Fernandez Ruiz (2020)

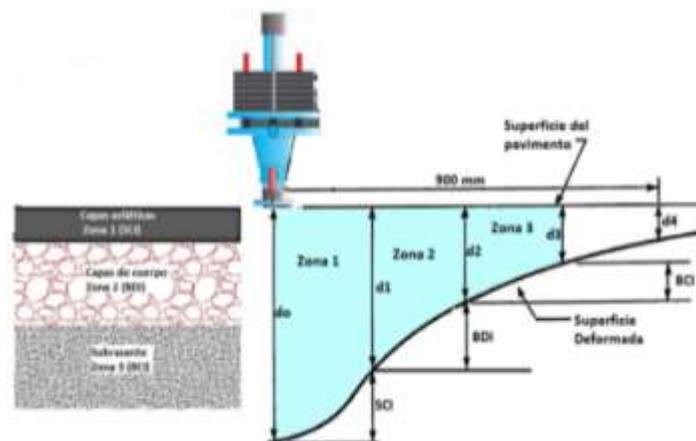


Figura 7: Zona del cuenco de deflexión

Fuente: Horak & Emery, (2018)

Lo que se anota es la deformación del pavimento en el momento de la aplicación de la carga, existe la tendencia de definir el cuenco de deflexión como una respuesta ante la aplicación de una carga estática, como si el impacto provocase una deformación instantánea que se registra por los

sensores como una fotografía dicho de otro modo cuando representamos el cuenco de forma gráfica, podemos pensar que dicha deformación es la que experimenta el pavimento bajo la aplicación de una carga permanente en el tiempo.

Por lo tanto, el cuenco se puede definir como la línea de dominio de la deflexión; si bien desde un punto de vista teórico, considerando el pavimento a modo de un sistema multicapa elástico, homogéneo y lineal, verdaderamente el cuenco de deflexión encajaría con dicha línea de influencia; en el ensayo real dichas limitaciones no se dan, y no está de más recordar que una línea de influencia muestra gráficamente la forma en que el movimiento de una carga unitaria a lo largo de una estructura influye en cierto efecto mecánico en la misma. Fernandez Ruiz (2020)



Figura 8: Guía rápida

Fuente: "Guía rápida" por, Yuglo (2018)

Lo que se consigue es lo que entendemos como el cálculo inverso de pavimento, a partir del podemos obtener la valiosa información sobre el estado estructural del pavimento. No es más que un artificio de cálculo pseudo-estático, con el objetivo de recopilar los parámetros para tratar la rehabilitación de un pavimento.

El cuenco de deflexiones puede ser dividido en 3 zonas. Cada una de estas zonas puede ser descrita utilizando la diferencia entre la deflexión inicial y final en la zona. Fernandez Ruiz (2020)

Estas diferencias corresponden a la pendiente de cada zona y dan origen a 3 parámetros: índice de curvatura de la superficie (SCI), índice de daño en la base (BDI) e índice de curvatura en la base (BCI). En las tablas se presentan

los valores típicos de los anteriores parámetros y su relación con la condición del pavimento. Y permiten realizar una evaluación comparativa entre el estado del pavimento y unos valores considerados críticos. Estos valores fueron determinados por Fernández Ruiz (2020)

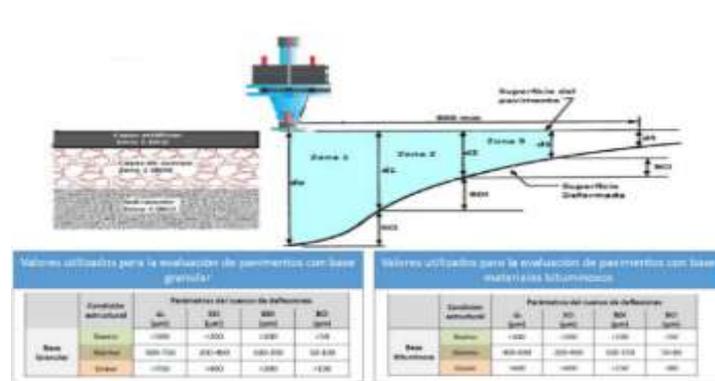


Figura 9: Evaluación de pavimentos con base granular y materiales bituminosos
Fuente: Horak (2018)

La zona 1 está más cerca al punto de aplicación de la carga y presenta una curvatura positiva. Esta zona se encuentra a 300 mm del punto de carga y está asociada a las capas superficiales del pavimento. Esta zona puede representarse a través del índice de curvatura de la superficie (SCI). Se ha encontrado que este parámetro puede ser utilizado para evaluar las estrategias de rehabilitación a utilizar. También se han encontrado correlación entre el SCI y el módulo de las capas asfálticas con R2 de hasta 0,796. Fernández Ruiz (2020)

d) Evaluación Deflectométricas en pavimentos flexibles con (FWD)

Los instrumentos deflectométricas de impacto (FWD) es un equipo que utiliza carga de corto tiempo para simbolizar la marcha de un vehículo pesado de rapidez acelerado, a través de un eje la masa se eleva, luego por gravedad se deja caer sobre un plato que se encuentra situado en la superficie del pavimento, la masa y la velocidad cambia de acuerdo al nivel.

La acción de conseguir apuntes de cálculo consiste en fijar el instrumento en un punto necesario, luego se baja la viga de sensores hasta que se apoyen en la superficie de rodadura luego se inyecta la carga repetidas veces no menor a 3 golpes por punto. Fernández Ruiz (2020)

2.2.2. Escoria metalúrgica

Según La enciclopedia libre (2023), las escorias son un subproducto de la fundición de las menas usadas para purificar metales. Se logran considerar como una combinación de óxidos metálicos, sin embargo, alcanzan contener sulfuros de metal y átomos de metal en forma de elemento. Si bien suelen usarse como un mecanismo de expulsión de residuos en la fundición del metal, asimismo pueden servir para demás propósitos, como ayudar en el control de la temperatura durante la fundición y quitar la reoxidación del metal líquido final antes de pasar al molde.

2.2.2.1. Tipos de escorias metalúrgicas

Según La enciclopedia libre (2023), en la naturaleza los minerales de metales, como el cobre, el hierro, el aluminio y otros, se hallan en estado impuro, a menudo oxidados y combinados con silicatos de otros metales.

Durante la fundición, cuando la mena está expuesta a altas temperaturas, estas impurezas se apartan del metal fundido y se pueden retirar. El conjunto de compuestos que se retira es la escoria. Los procesos de fundición ferrosos y no ferrosos originan diversas escorias. Así como, la fundición del plomo y el cobre, no ferrosa, está diseñada para excluir el hierro y la sílice que suelen darse en estos minerales y se separa en forma de escoria basada en silicato de hierro. Otro punto es, la escoria de las acerías (denominada lechada), en las que se ocasiona una fundición ferrosa, se diseña para minimizar la pérdida de hierro y por ello contiene principalmente calcio, aluminio y magnesio. Según La enciclopedia libre (2023)

▪ Metales dentro de la escoria

Según Torres Castelblanco (2018), la escoria está compuesta por óxidos de hierro, magnesio, sílice, aluminio, entre otros; esta composición puede variar dependiendo de la materia prima y del proceso de fundición. Diversos autores han investigado el uso de diferentes escorias para materiales de construcción.

los principales elementos son el azufre (S), hierro (Fe) y sodio (Na), que junto con sus óxidos representan aproximadamente el 90 % de las escorias.



Figura 2: Escoria salina de aluminio

Fuente: Escorias de fundición por, Copyright (2023)

▪ Importancia de la escoria metalúrgica

Este subproducto del alto horno tiene muchos usos, incluyendo cemento Portland, mampostería, concreto premezclado, concreto prefabricado, agregado de asfalto de mezcla en caliente, pavimentos rurales, campos de drenaje séptico, relleno de tuberías, rasgado de costas, compuestos de nivelación de pisos y alta temperatura. Productos de construcción resistentes. La escoria de los hornos de arco eléctrico se mezcla con materiales como escoria granulada, cenizas volantes y cal para formar material de pavimento, agregado de asfalto antideslizante y materiales de construcción de relleno fluido.

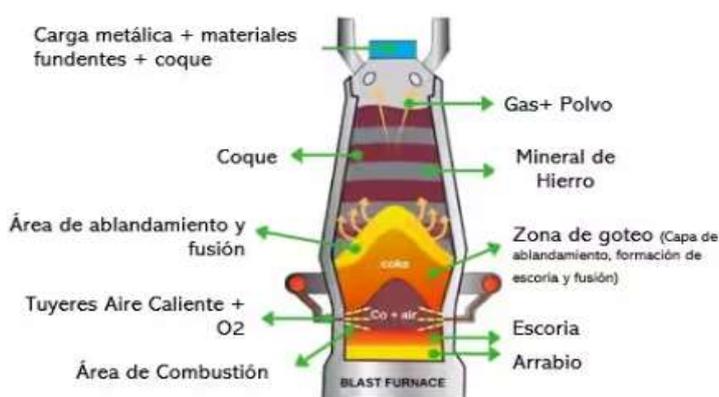


Fig. 1 Operación de altos hornos

Figura 3: Operación de altos hornos

Fuente: “thermofisher” por, Seefeldt (2020)

2.2.2.2. Composición química de la escoria

Según Guevara Tuesta (2022), los elementos químicos de la escoria están influenciados por el material (chatarra) a fundir, los procesos del control de las variables de operación, la velocidad de enfriamiento entre otros en la tabla, se presenta los porcentajes de participación química en las escorias de hornos eléctricos de Sider Perú. Veamos a continuación:

Tabla 7: Composición química de la escoria de acería

Tipo de escoria	%	Óxidos	%	Metales
Over, A, B y C	Al ₂ O ₃	6,52	As	0,00089
	CaO	21,58	Cd	0,00005
	FeO	30,40	Cr	0,11
	MnO	6,14	Hg	0,00027
	MgO	10,62	Pb	0,009
	SiO ₂	15,81	Zn	0,03
Fino	Al ₂ O ₃	6,04		
	CaO	29,60		
	FeO	20,10		
	MnO	4,53		
	MgO	10,50		
	SiO ₂	15,05		

Fuente: “Influencia de la adición de las escorias del horno eléctrico de Sider Perú en la estabilización de subrasante para pavimentos en Chimbote” por, Guevara Tuesta (2022)

Estos datos se han obtenido de las pruebas hechas a las escorias en los laboratorios de control de calidad de Sider Perú aproximadamente de 300 muestras.

2.2.2.3. Propiedades físicas y mecánicas de la escoria

Las características físicas de las escorias nos permiten observarlas a simple vista, mientras que las mecánicas muestran el comportamiento de estas ante la aplicación de carga.

Tabla 8: Propiedades físicas y mecánicas de la escoria

Características	Árido grueso	Árido fino
Tamaño(mm)	4.76-25.0	20
Densidad Aparente (Mg/m ³)	3.35	3.7
Absorción %	3.29	2.84
Porosidad %	10.5	
Desgaste %	20	

Fuente: “Influencia de la adición de las escorias del horno eléctrico de Sider Perú en la estabilización de subrasante para pavimentos en Chimbote” por, Guevara Tuesta (2022)

Estos datos se han obtenido de las pruebas hechas a las escorias en los laboratorios de control de calidad de Sider Perú aproximadamente de 300 muestras.

a) Tamaño

Según Bennett & Krantz, (2023), el tamaño es la dimensión o magnitud de un componente. El tamaño puede medirse en longitud, altura, ancho, diámetro, perímetro, área, volumen o masa.

b) Densidad aparente

Según Ingenierizando (2023), la densidad aparente es la relación entre la masa del suelo seco y el volumen total del suelo, es decir, el volumen de las partículas del suelo más el volumen vacío entre las partículas y el volumen de los poros. Por lo tanto, la densidad aparente no es una propiedad intrínseca del material, sino que depende del estado del material, ya que el volumen puede cambiar según el grado de compactación. La densidad aparente también se llama densidad volumétrica o densidad de volumen. Así pues, la densidad aparente es una propiedad típica de los polvos, gránulos y otros tipos de sólidos similares. La densidad aparente sirve para indicar el estado de algunas características del suelo, como por ejemplo la compactación, la porosidad, el grado de aireación o la capacidad de drenaje.

c) Absorción

Según Graus (2023), el término absorción indica la acción de absorber. Sin embargo, se usa especialmente para referirse a la retención de una sustancia por las moléculas que tiene otra bien sea en estado gaseoso o líquido, también consigue ser utilizada en diversas áreas como en química, física, biología o economía, por lo tanto, logra asumir diversos significados y usos.

d) Porosidad

Según Pérez Porto & Gardey (2019), se designa porosidad a la condición de permeable que presenta huecos. Un poro, mientras que, es una abertura muy pequeña. La porosidad es la propiedad de un material vinculada a los espacios vacíos de los que dispone en su estructura o superficie. La noción, que alude a la medida y el tamaño de sus huecos, surge en múltiples ámbitos, como la ingeniería, la metalurgia y la farmacia. Por su esponjosidad, un material puede

ser más o menos permeable. Esto se debe a que los poros le ofrecen una cierta capacidad para la absorción de fluidos.

e) Desgaste

Según Pérez Porto & Gardey (2018), el desgaste es el acto y la consecuencia de desgastarse o de desgastar. Este verbo refiere a consumir o deteriorar algo de a poco por su uso o por cierto tipo de roce o contacto. Asimismo, logra sugerir a quitar el poder o la fuerza. La noción de deterioro puede usarse en sentido físico o de forma simbólica. La interacción entre dos materiales puede incitar la erosión de uno de ellos o de ambos esa degradación física, concreta, es el desgaste. A medida que un vehículo circula, por mencionar un caso, sus neumáticos van experimentando un deterioro por el roce con la tierra y el pavimento. Luego, se hace obligatorio suplir los neumáticos desgastados por otros nuevos.

2.2.2.4. La escoria en el Perú

En los países que conforman toda Latinoamérica incluyendo a nuestro Perú, lo emplean la elaboración de tanto en la sub base y base de la armadura del pavimento. Al ser estos un subproducto que se desarrolla en el proceso del acero, esta se da en los hornos de las fábricas industriales, sus características físicas son las que sean mejores que los agregados convencionales por medio de la analogía a la técnica empleada para la producción en las industrias.

Sider Perú quienes tienen una gran industria la cual son capaces de elaborar acero de diferentes maneras a una producción de acero líquido anual de 520mil toneladas en las playas de Chimbote. Espinoza Campos & Pejerrey Saurin (2018)

Por otro lado, la empresa Aceros Arequipa posee con dos tipos de hornos la eléctrica de fusión y horno cuchara. Con la planta de acería se llegó a adelantos muy importantes siendo la que abarca la evolución de las técnicas originales que propusieron, considerando una de las mejores el horno eléctrico que emplea la empresa Aceros Arequipa con una producción anual de 55mil toneladas en acero líquido. Espinoza Campos & Pejerrey Saurin (2018)

2.2.2.5. Escoria

Según Lorente Pina (2018), menciona son elementos que con ayuda del calor llegan a descomponerse químicamente desde la materia bruta, los elementos que se incorporan al horno, así como la suciedad corroída en el proceso fino sobre el metal. Estas logran el efecto de muchos procesos algo así como el de la metalurgia sobre el cobre, hierro, acero, níquel, cromo, manganeso y otros minerales, esta diversidad de escoria también se les distribuye diferentes funciones metalúrgicas similares, sin embargo, son muy diferentes en composición química y física considerando como más empleadas a las que se dan cuando producen el hierro y acero.

Estas llegan a caracterizarse mediante a como fueron elaboradas o que materia bruta fue utilizada basándose en el organigrama. Las escorias obtenidas por el horno alto son por enfriamiento por las cuales existen tres tipos:

- Aire.
- Expandida.
- Granuladas.

Por lo general las escorias se dan por el enfriamiento del aire. Lorente Pina (2018)

2.2.2.6. Definiciones de la escoria metalúrgica

Según Lovera Dávila y otros (2018), menciona que las escorias industriales ocurren en los diversos desarrollos cuando los pirometalúrgicos los cuales nombraremos a continuación.

a) Escorias de reverberos

Hoy en día, se generaron infinidad de información sobre el dominio de reutilizar y sacarle provecho a la escoria de conversión, así como las pérdidas de cobre que se da en el horno vertedero. Siendo innegable que en el proceso de darle uso a la escoria se da la merma de óxidos sobre el hierro, así como el cobre a través de los sulfuros incluido al mate reverbero, se da una tendencia. Se da una inclinación por algunas áreas al sobre la emplea miento de las escorias sobre la transformación solitaria, a lo que trata una respuesta primordial sobre las mermas de cobre, así como el aumento en toneladas de elaboración. El conservador, mermas mecánicas sobre la escoria que se ve desde un 65% hasta 80% sobre el absoluto llega a reaccionar al sulfurizado

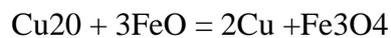
soluble y cobre corroído, así como el reverbero se va en gran parte el sulfídico.

b) Escorias de horno flash y procesos de fusión – conversión continuos

Al realizarle un método desunido sobre la escoria el cual frecuentemente son primordiales en el momento de los grados de las secuencias de 60-65% sobre el cobre no requiere una verificación minuciosa sobre las escorias obtenidas sobre el conservador de fusión.

En un proceso directo se Cuando el cobre se produce directamente a partir de lo aglomerado en una sola etapa, las escorias contienen desde 9-12% de cobre. Cerca de la mitad del cobre –en este caso– está disuelto como óxido y el resto atrapado como mata o cobre metálico.

Toman en consideración los precios sobre el tratamiento con la finalidad de rescatar el cobre por medio de las moliendas continuando con la flotación llegan a ser superiores a la pirometalúrgica o electrometalúrgica, sin considerar que podrían utilizar molida autógena. En el proceso de enfriamiento retardado sobre la escoria, la gran mayoría del cobre líquido oxido reduce a lo metálico con la reacción:



También figuradamente, con la misma finalidad y utilidad la molida autógena tiene que proporcionar las colas mínimas esto por la delicadeza beneficiosa sobre los elementos adquiridos.

- **Escorias de convertidor**

Es muy parecido al de fusión, estas escorias de conversión consideran al cobre líquido como al sulfuros y óxidos (mayormente óxidos), mata y cobres prendidos mecánicamente. Sobre algunas labores de ejecución, en la actualidad el método sobre la escoria se da por flotación dando inicio asía otras ejecuciones de pulcritud sobre el horno eléctrico.

Sobre la ejecución sobre los transformadores, con la finalidad de obtener una buena calidad de escoria,

Considerando primordial el añadir una proporción adecuada sobre fundentes relativas sobre a la corriente de aire empleada. Esto consiste en cambiar una planta con, en algunas se estila agregar el fundente unos

minutos después de comenzado el soplado, en otras se agrega inmediatamente comenzado. También la forma de controlar el proceso está aún muy ligada a un operador, mediante el catálogo visual de la escoria y las llamas del reactor.

- **Escorias de convertidor**

Tal como en el caso de la fusión, las escorias de conversión tienen cobre disuelto como sulfuros y óxidos (mayormente óxidos), mata y cobres atrapados mecánicamente. En algunas fundiciones se practica, hoy en día, el tratamiento de escorias por flotación y se comienza en otras a practicar la limpieza en horno eléctrico.

En la operación de convertidores, para asegurar una buena escoria, es importante considerar una adición apropiada de fundentes relativas al flujo de aire utilizado. Esta operación cambia de una planta a otra, en algunas se estila agregar el fundente unos minutos después de comenzado el soplado, en otras se agrega inmediatamente comenzado. También la forma de controlar el proceso está aún muy ligada a un operador, mediante el catálogo visual de la escoria y las llamas del reactor.

2.2.2.7. Refinería La Oroya

Según Lovera Dávila y otros (2018), en la fundición de cobre de La Oroya, al igual en otras fundiciones donde se emplea el método convencional de fusión de concentrados, las escorias generadas en los convertidores son retornadas en forma fundida a los hornos de reverberos donde, bajo condiciones relativas de reposo, se recupera por sedimentación la mayor parte del cobre contenido en ellas.

Si se tiene en cuenta que estas escorias están constituidas mayormente por óxidos de hierro y silicatos, se encuentra que la mayor parte de lo retornado no reporta mayores beneficios a los reverberos; por el contrario, es causa de problemas en ellos como la acumulación de magnetita en el fondo, restarles capacidad de tratamiento y posiblemente de mayores pérdidas en sus escorias.

Las escorias metalúrgicas de la refinería de La Oroya se almacenan en el lugar denominado Huanchán, allí se encuentran millones de toneladas esperando que una tecnología innovadora recupere sus tenores metálicos y reaprovechar la

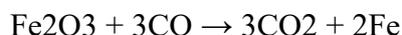
escoria, propiamente, como materia prima e insumo comercial. Lovera Dávila y otros (2018)

2.2.2.8. Descripción de los distintos tipos de escorias y origen de las mismas

Según Castellano (2018), los distintos tipos de escorias y sus respectivos orígenes que a continuación mencionamos:

a) Escoria de alto horno

El horno alto es un horno de cuba en el que se introduce un gas reductor a presión (generalmente CO) por la parte inferior, y una carga de materia constituida por minerales de hierro, coque y fundentes por la parte superior, separándose dos productos: el hierro y las impurezas con los fundentes (escoria primaria), que van evolucionando en su composición hasta llegar a la parte baja del horno (crisol), formándose los dos productos finales: arrabio y escoria. Los materiales básicos empleados para fabricar arrabio son mineral de hierro, coque y caliza. La ecuación de la reacción química fundamental de un alto horno es:



La caliza de la carga del horno se emplea como fuente adicional de monóxido de carbono y como sustancia fundente. Este material se combina con la sílice presente en el mineral (que no se funde a las temperaturas del horno) para formar silicato de calcio, de menor punto de fusión. Sin la caliza se formaría silicato de hierro, con lo que se perdería hierro metálico. El silicato de calcio y otras impurezas forman una escoria que flota sobre el metal fundido en la parte inferior del horno. El arrabio producido en los altos hornos tiene la siguiente composición: un 92% de hierro, un 3 o 4% de carbono, entre 0,5 y 3% de silicio, del 0,25% al 2,5% de manganeso, del 0,04 al 2% de fósforo y algunas partículas de azufre.

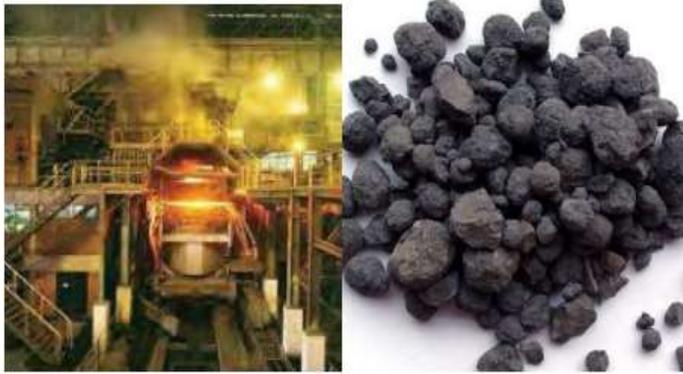


Figura 4: Altos hornos y escoria de alto horno

Fuente: “Influencia de la adición de las escorias del horno eléctrico de Sider Perú en la estabilización de subrasante para pavimentos en Chimbote” por, Guevara Tuesta (2022)

b) Escoria de acería LD

Las escorias de acería LD se originan en el proceso de afinado del arrabio obtenido en el alto horno, eliminándose por oxidación, en todo o en parte, las impurezas existentes.

En el procedimiento Linz-Donawitz (LD) para la transformación de la fundición de hierro procedente del horno alto en acero, el afino se lleva a cabo inyectando oxígeno a presión en el baño que contiene las materias primas y las adiciones para la formación de escoria (fundamentalmente cal, dolomía y espató). El oxígeno, se insufla mediante una lanza refrigerada hasta conseguir eliminar del arrabio el exceso de carbono y las impurezas que lo acompañan. El carbono se elimina por oxidación en forma de gas (CO y CO_2) y el resto de impurezas en forma de escoria semipastosa que sobrenada por encima del acero, lo que permite separarla de este y enviarla a un foso donde se riega hasta alcanzar temperaturas inferiores a 50°C .

La escoria tiene, por tanto, como misión fundamental atrapar las impurezas, principalmente fósforo y azufre. Finalizada la operación, el acero colado es transportado para su completo afinado y ajuste de composición química y temperatura. En estas operaciones finales se añaden las ferroaleaciones (manganeso, cromo, níquel, etc.), según el acero que se quiera fabricar.

c) Escoria de horno de arco eléctrico

La principal materia prima empleada para la fabricación de acero en horno de arco eléctrico es la chatarra de hierro dulce o acero. Como elementos

auxiliares se pueden cargar también pequeñas cantidades de fundición, de mineral de hierro y de ferroaleaciones.

La etapa de fusión incluye una serie de fases como la oxidación, dirigida a eliminar impurezas de manganeso y silicio, la defosforación y la formación de escoria espumante en la que se acumulan todas las impurezas. Al final de todas estas fases se extraen las escorias negras.

La etapa de afino incluye la desoxidación, que permite eliminar los óxidos metálicos del baño, la desulfuración y la descarbonación del acero. El líquido fundido procedente del horno eléctrico se alimenta al horno-cuchara, se cubre con una escoria que se denomina escoria blanca y se agita continuamente con el soplado de gas inerte, normalmente argón. La escoria blanca permite la reducción de los óxidos metálicos presentes en el baño, durante la denominada fase de desoxidación. Paralelamente se realiza la desulfuración del líquido fundido, que se produce por simple contacto con la cal existente en la escoria blanca.



Figura 5: Horno eléctrico de sider Perú

Fuente: “Influencia de la adición de las escorias del horno eléctrico de Sider Perú en la estabilización de subrasante para pavimentos en Chimbote” por, Guevara Tuesta (2022)

d) Escoria del tratamiento del cobre

La metalurgia del cobre depende de que el mineral sean sulfuros, en cuyo caso se utiliza la vía pirometalúrgica en la que se producen ánodos y cátodos, o que sean óxidos, en cuyo caso se utiliza la vía hidrometalúrgica en la que se producen directamente cátodos.

2.2.2.9. Análisis estadístico de la escoria metalúrgica (granulometría)

La clasificación de los agregados gruesos corresponde al material o grava retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y los que pasen por el tamiz N°4 quedando retenidos en el tamiz N°200 (75um) corresponden al agregado fino, el material

que pase por el tamiz N° 200 se clasificará como un material de relleno mineral o filler; estos agregados corresponden a piedra chancara, escoria triturada, grava, arena. A continuación, se presenta la gradación de agregados mediante el tamizado por la norma ASTM D 3515 y la norma EG-2013.

Esto corresponde a la curva granulométrica de muestras de escoria metalúrgica, comportándose como un agregado de partículas finas. Por ello se trabajaron las granulometrías con escoria metalúrgica en sustitución del agregado fino las dosificaciones fueron 5%, 10% y 15% en relación del total.

2.3. Marco conceptual

- a) **Ahuellamiento:** “Se origina en el asentamiento de las capas del pavimento y la subrasante, ya sea por consolidación, imperfección plástica o falla de corte”. Esta causa se da por el tránsito vehicular y representaría una falla estructural dependiendo que tan grave sea al hacerle la inspección. Figueroa Castillo & Campos Chiroque (2021)
- b) **Asfalto:** Sustancia de color negro que viene de la destilación del petróleo crudo, se halla en grandes depósitos naturales, como el lago Asphaltites o el mar Muerto, y se utiliza para pavimentar carreteras y como revestimiento impermeable de muros y tejados. Friable (2023)
- c) **Asfalto Modificado:** Son productos de la disolución o incorporación en el asfalto, de un polímero sustancia estable en el tiempo y estable a cambios de temperatura que se le aumenta al material asfáltico para modificar sus propiedades mecánicas y físicas. Rojas Vásquez (2020)
- d) **Base:** Su cargo vital es proporcionar un aguante que transmita la tensión formada por el tráfico, hacia la subbase y la capa secundaria, de suficiente intensidad. Asimismo, menora el grosor de la carpeta más cara. Canaza Canaza (2020)
- e) **Cemento Asfáltico:** Es un material bituminoso aglomerante, de consistencia sólida, empleado para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente. Santa Cruz Veliz (2021)
- f) **Ensayo Marshall:** Las probetas para el ensayo Marshall se fabricaron con un peso de adheridos pétreos de 1,100 gr. en las tres granulometrías y para los dos tipos de asfalto 60/70 y 80/100. Esto se encuentra en la norma NLT-159/86. Rodríguez Padilla (2018)
- g) **Imprimación asfáltica:** Es aquella aplicación de un material bituminoso, de baja viscosidad para así recubrir y aglutinar las partículas minerales. Ugaz La Rosa (2019)
- h) **Pavimento:** El pavimento se define como un elemento estructural multicapa, que se encuentra apoyado en toda su área. Vega Pérrigo (2018)
- i) **Subbase:** La función del subsuelo, en un flexible pavimento, es meramente económica, por lo que pretende adquirir espesores con el material más económico posible. Canaza Canaza (2020)
- j) **Subrasante:** Es el material básico debajo de una carretera de construcción, pavimento o vía férrea, también se le llama nivel de formación, la subrasante también

puede referirse al material importado que se ha 15 utilizado para construir un terraplén. Huaman Herbacio (2021)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La adición de escoria metalúrgica muestra efectos positivos en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

3.1.2. Hipótesis específica

- a) La estabilidad muestra un grado de alteración considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.
- b) El flujo muestra un cambio considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.
- c) La durabilidad con escoria metalúrgica varía considerablemente empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual de las Variables

a) Variable Independiente (X)

Escoria metalúrgica

Según Méndez Piña & Gómez García (2018), la escoria metalúrgica es un subproducto de la fundición de la materia prima para purificar los metales, se pueden considerar como una mezcla de óxidos metálicos; sin embargo, pueden contener sulfuros de metal y átomos de metal en forma de elemento. Aunque la escoria suele utilizarse como un mecanismo de eliminación de residuos en la fundición del metal, también pueden servir para otros propósitos, como ayudar en el control de la temperatura durante la fundición y minimizar la reoxidación del metal líquido final antes de pasar al molde.

b) Variable Dependiente (Y)

Comportamiento estructural del pavimento flexible

Según Maldonado (2021), el pavimento flexible es aquel en que las cargas se trasladan al material subrasante con la teoría de traspaso de partícula a partícula mediante los puntos de contacto en la estructura granular de subrasante. Las vías y carreteras recubiertas con el pavimento flexible se determinan por tener menos aguante a la flexión, o sea que actúa como un material similar a una hoja flexible. Un modelo de esto son las carreteras bituminosas.

3.2.2. Definición Operacional de la Variable

a) Variable Independiente (X)

Escoria metalúrgica.

La escoria metalúrgica se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- D1: Proporción
- D2: Cantidad

- D3: Tipo de escoria metalúrgica

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.

b) Variable Dependiente (Y)

Comportamiento estructural del pavimento flexible.

El Comportamiento estructural del pavimento flexible. Se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- D1: Estabilidad

- D2: Flujo

- D3: Durabilidad

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.

3.2.3. Operacionalización de las variables

Tabla 9: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	UNIDAD	FUENTE
1: Variable Independiente Escoria metalúrgica	Según Méndez Piña & Gómez García (2018), la escoria metalúrgica es un subproducto de la fundición de la materia prima para purificar los metales, se pueden considerar como una mezcla de óxidos metálicos; sin embargo, pueden contener sulfuros de metal y átomos de metal en forma de elemento. Aunque la escoria suele utilizarse como un mecanismo de eliminación de residuos en la fundición del metal, también pueden servir para otros propósitos, como ayudar en el control de la temperatura durante la fundición y minimizar la reoxidación del metal líquido final antes de pasar al molde.	La escoria metalúrgica se operacionaliza mediante sus dimensiones: - D1: Proporción - D2: Cantidad - D3: Tipo de escoria metalúrgica A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Proporción	Porcentaje	Recolección de datos y muestreo	%	La escoria metalúrgica será procedente de la ciudad de La Oroya.
			Cantidad	Peso		Kg	
			Tipo de escoria metalúrgica	Según su origen		Adimensional	
2: Variable Dependiente Comportamiento estructural del pavimento flexible	Según Maldonado (2021), el pavimento flexible es aquel en que las cargas se trasladan al material subrasante con la teoría de traspaso de partícula a partícula mediante los puntos de contacto en la estructura granular de subrasante. Las vías y carreteras recubiertas con el pavimento flexible se determinan por tener menos aguante a la flexión, o sea que actúa como un material similar a una hoja flexible. Un modelo de esto son las carreteras bituminosas.	El Comportamiento estructural del pavimento flexible. Se operacionaliza mediante sus dimensiones: - D1: Estabilidad - D2: Flujo - D3: Durabilidad A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Estabilidad	Control de la resistencia en el proceso (Marshall)	Resistencia de Mezclas Bituminosas empleando el Aparato Marshall (ASTM D-1559) / (MTC-E 504)	Kg	Todos los Ensayos a realizar serán a nivel de Laboratorio
			Flujo	Control de la deformación en el proceso (Marshall)	Resistencia de Mezclas Bituminosas empleando el Aparato Marshall (ASTM D-1559) / (MTC-E 504)	Mm	
			Durabilidad	Medición del desgaste (Ensayo Cántabro)	Desgaste de Mezcla Asfáltica mediante el ensayo Cántabro (MTC E 515).	%	

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Método de investigación

Según Valdivia Dueñas & Marcelino (2018), es el modo que se sigue para contestar las interrogantes de investigación que nacen sobre varios fenómenos que se muestran en la naturaleza y sobre las complicaciones que perjudican a la sociedad.

En la presente tesis, se iniciará la investigación con la observación directa de los procesos, en este caso se busca obtener información sobre el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, y finalmente verificar las hipótesis planteadas mediante la experimentación, llegando finalmente a las conclusiones.

El método de investigación en la presente tesis es el *método cuantitativo*.

4.2. Tipo de investigación

Según Rodríguez (2020), este tipo de indagación busca que el problema este determinado y sea conocido por el indagador, por ello emplea la investigación para dar respuesta a preguntas específicas.

En la investigación se determinará cómo es el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020.

El tipo de investigación utilizado para llevo a cabo este estudio es de *tipo aplicado*

4.3. Nivel de la investigación

Según Sánchez Carlessi y otros (2018), “una investigación de nivel explicativa se basa en definir el fenómeno que ocurrido y en las condiciones que este llega a manifestar, al realizar un análisis de dos variables buscando el problema atreves de una relación de causa-problema.

De acuerdo a esto en la investigación se desarrolla un análisis de las propiedades mecánicas y físicas del pavimento flexible al adicionar escoria metalúrgica por una verificación de forma directa mediante ensayos explicando así los cambios producidos. Tomando en cuenta lo antes mencionado en la investigación se empleado el *nivel explicativo*.

4.4. Diseño de la investigación

Según Vildoso Villegas (2021), el diseño de la investigación es experimental en la que se realiza una manipulación de forma intencional de una de las variables, de esta forma la variable independiente (escoria metalúrgica) se manipula para ser empleada en diversas dosificaciones para determinar de esta forma el efecto que tiene en la mezcla asfáltica en caliente.

En la investigación se realizaron ensayos de laboratorio por lo que se vio necesario realizar una manipulación en la dosificación con el objeto de buscar el mejor % con el que se llega a lograr el mejor resultado.

Considerando estos conceptos en la presente tesis se empleó una metodología con *diseño experimental*.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según Valdivia Dueñas & Marcelino Dueñas (2018), la población puede ser determinada como el general de las unidades de estudio, que abarcan las propiedades solicitadas, para ser considerada tal cual. Estas unidades podrían ser objetos, personas, conglomerados, hechos o fenómenos, que muestran las propiedades necesitadas para la exploración.

La población para la investigación corresponde a especímenes de mezclas asfálticas caliente con incorporación de escoria metalúrgica.

4.5.2. Muestra

Según Armijo y Otros (2020), “La muestra siempre estará relacionado con quiénes vamos a medir o estudiar. Siendo un subgrupo de la población. Para realizar la selección de muestra se requiere de delimitar a las características de la población”.

La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a los especímenes elaborados en laboratorio, cuyo detalle es el siguiente:

- Caracterización de agregados.
- Caracterización de la escoria metalúrgica.
- Diseño de Asfalto Método Marshall de 75 golpes (80 briquetas).

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de dato

Según Ñaupas Paitán y Otros (2018), refiere a los procedimientos como las herramientas indispensables las cuales nos permiten la recolectar los datos y la información necesarias para probar o verificar hipótesis de la investigación.

- **Observación**

Es una de las técnicas más usadas para lograr detallar, definir, comparar y lograr medir las dichas características propias de las escorias metalúrgicas al incorporarlo a la mezcla asfáltica.

- **Análisis de documentos**

Los documentos que se utilizaron, son aquellos desde un inicio de la investigación para así lograr dar un sustento a la misma, referente al manejo de conceptos que existen, entre ellos se tiene lo siguiente:

- Revisión de bibliografía

Se utilizó para lograr profundizar, referente a los conocimientos adquiridos como investigador, tal caso referente al problema de investigación y de tal manera lograr obtener el sustento ante dicho tema investigado.

- Pruebas estandarizadas

Se utilizan para lograr medir las propiedades y características de las escorias metalúrgicas al incorporarlo a la mezcla asfáltica de tal manera poder realizar un medio comparativo, esto es mediante la realización de los ensayos de laboratorio correspondientes que se encuentran estandarizadas, siguiendo así un conjunto de indicaciones o procedimientos que nos llevara hasta obtener los resultados.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

4.7.1. Procesamiento de la información

Según Villanueva Flores (2018), manifiesta que: El proceso de la información es aquella información que se obtiene mediante la investigación , procesándolos a través de hojas de cálculo excel, Inventario de datos. Los datos de la subrasante obteniéndose las características físicas las cuales se logra analizar.

Luego de la recolección de la información, se evaluará y se procederá a proponer porcentajes de la escoria metalúrgica que se aplicará a la mezcla asfáltica caliente para mejorar el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica.

Se identificarán las actividades importantes.

- Estudio de la muestra con los instrumentos y pruebas previas.
- Comprobación de los datos o pruebas.
- Utilización de los instrumentos para la recolección de datos o efectuar el experimento en el laboratorio de mecánica de suelos según al diseño experimental.
- Interpretación y discusión.

4.7.1.1. Ensayo Marshall (ASTM D 5581)

a) Equipos y/o materiales

- Ensamblaje del molde de la muestra.
- Extractor de muestras.
- Compactación mecánica y compactación Hammer – Compactar con 250W.
- Pedestal de compactación.
- Soporte de molde para muestras.
- Cabeza de rotura.

- Gato de carga.
- Conjunto de dinamómetro de anillo.
- Hornos o placas calefactoras.
- Aparato de mezclas.
- Recipientes para calentar agregados.
- Herramienta mezcladora.
- Termómetro para la determinación de temperatura s de los agregados.
- Termómetro para baños de agua y aire.
- Balanza, capacidad de 10kg.
- Guantes para manipular equipo caliente.
- Pala.
- Cuchara grande para colocar la mezcla en los moldes para muestras.

b) Procedimiento

- Llevar las muestras a la temperatura especificada sumergiéndolas en el baño de agua de 45 a 60min, o colocándolas en el horno durante 3h. Mantenga la temperatura del baño o del horno a $60 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$. Límite a fondo las varillas guía y las áreas internas de los cabezales de prueba antes de realizar la prueba, y lubrique las varillas guía de modo que el cabezal de prueba superior se deslice libremente sobre ellas. La temperatura del cabezal de prueba debe mantener de 70 y 100°, utilizando un baño de agua cuando sea necesario. Retire la muestra del baño de agua, horno o baño de aire y colóquela en el segmento inferior del cabezal de rotura.
- Aplique la carga a la muestra por medio de la velocidad constante de movimiento del gato de carga o el cabezal de la máquina de prueba de 50.8mm hasta que se alcance la carga máxima y la carga disminuya como lo indica el cuadrante. Registre la carga máxima anotada en la máquina de prueba o convertida de la lectura máxima del dial micrométrico.
- Para la muestra de núcleos, corrija la carga cuando el espesor es diferente a 95.2mm usando el factor de multiplicación apropiada. Asegúrese de que las muestras de núcleo tengan lados lisos; de lo contrario, puede producirse una carga puntual, dando como resultado valores de estabilidad bajos.

4.7.2. Técnica y análisis de datos

Las técnicas de análisis de datos en primera instancia pertenecieron 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 (alteración de la estabilidad, cambio en el flujo y variación de la durabilidad del comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica) continuando con lo determinado por la estadística descriptiva; posteriormente, se procedió al análisis bivariado.

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 aplicará 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.

Consideraciones de las pruebas:

- Las pruebas de hipótesis se realizan por cada ensayo independientemente.
- Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptara la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba realizada es mayor al valor de significancia asumido
- Se realiza las pruebas de normalidad y en base a ellos se define si será una prueba paramétrica o no paramétrica, si en caso cumple el supuesto de normalidad se aplicará la prueba del ANOVA de un factor.

Ensayo para medir la estabilidad del comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 10: Ensayo de estabilidad

Pruebas de normalidad			
Propiedades físico mecánicas	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad	,906	6	,410

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 se observa los resultados de la prueba de Shapiro Wilk, los valores de significancia son mayores a 0.050, o sea, se acepta la hipótesis nula y decimos que los datos provienen de una distribución normal con un nivel de confiabilidad del 95%.

Ensayo para medir el flujo del comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 11: Ensayo de flujo

Pruebas de normalidad			
Flujo	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Flujo	,906	6	,370

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se observa que mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, todos los valores de significancia son mayores a 0.050, pues, aceptamos la hipótesis nula y decimos que los datos logrados en la prueba de granulometría siguen una distribución normal con un nivel de confiabilidad del 95%.

Ensayo para medir la durabilidad del comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 12: Ensayo de durabilidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Durabilidad	,939	6	,648

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se observa que mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, todos los valores de significancia son mayores a 0.050, por ello, se acepta la hipótesis nula y decimos que los datos logrados en la determinación de la dosificación óptima siguen una distribución normal con un nivel de confiabilidad del 95%.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Según Luque Fernández, (2021), se tomó en consideración los sucesivos principios acorde al artículo N°7 del reglamento del comité de ética y los artículos N°4 y 5 del código de ética de la universidad peruana los andes. (pág. 32)

- Protección de la persona y de diferentes grupos étnicos y socio culturales.
La persona en toda exploración es el fin y no el medio, lo cual se respetó la dignidad humana, la diversidad, la identidad, la libertad, el derecho a la autodeterminación informativa, la privacidad y la confidencialidad de las personas implicadas en el proceso de exploración.
- Aprobación informada y expreso.
Se contó con la declaración de voluntad informada, libre, específica e inequívoca, por medio de las personas como sujeto de indagación o titular de los datos consisten en el uso de la información para los fines fijos determinados en los proyectos de indagación.
- Beneficencia y no maleficencia.
Se afirmó el bienestar e integridad de las personas que participan en las indagaciones. Por tanto, durante la exploración no se debe causar daño psicológico ni físico; además se debe minimizar los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.
- Responsabilidad.

La investigadora actuó con compromiso en relación con la pertinencia, las repercusiones y los alcances de la exploración, tanto a nivel institucional e individual, como social.

- Veracidad.

El investigador garantizó la veracidad de la indagación en todos los períodos del proceso, desde la formulación del problema hasta la interpretación y la comunicación de los efectos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

Hoy en día hay muchas tecnologías en pavimento flexible, está dado por una capa o carpeta asfáltica es decir utiliza una mezcla de agregado fino o grueso con material bituminoso y de este modo optimar sus características físico mecánicas, con el objetivo de optimizar sus propiedades de estabilidad, flujo y durabilidad.

Así se planteó el uso de escoria metalúrgica en diferentes dosificaciones para evaluar el comportamiento en diferentes muestras, después de la investigación se alcanzó identificar las propiedades físicas del comportamiento estructural del pavimento flexible y así saber los efectos que producen y se llevó un análisis para el proceso de conclusión y recomendación.

5.2. Descripción de resultados

5.2.1 Agregados para mezcla asfáltica en caliente

a) Granulometría y combinación de materiales pétreos

Los materiales pétreos propuestos como agregados para la mezcla asfáltica, se exponen en la siguiente tabla. La cual presenta la granulometría de cada material, así como también su participación en la combinación granulométrica según la NTP 400.012. Los materiales son provenientes de la cantera de Rashuamansac - Huamancaca, utilizándose arena natural en adelante denominado como “Material #1”, arena chancada en adelante denominado como “Material #2” y grava de 1/2”

en adelante denominado como “Material #3”. En la tabla se puede observar que el material #1 tiene como tamaño máximo la malla N°4 y un 25% de participación, el material #2 tiene como tamaño máximo la malla de 3/8” y un 39% de participación, y el material #3 tiene como tamaño máximo la malla de 3/4" y un 36% de participación.

Tabla 13: Granulometría de materiales pétreos y su participación

Análisis granulométrico			
Tamices - abertura	Material - participación		
	#1 - 25%	#2 - 39%	#3 - 36%
3/4” - 19.0mm	100.0	100.0	100.0
1/2" - 12.5mm	100.0	100.0	60.5
3/8” - 9.5mm	100.0	100.0	26.8
N°4 - 4.75mm	100.0	85.4	1.2
N°10 - 2.0mm	78.3	59.3	0.6
N°40 - 425µm	42.7	29.8	0.5
N°80 - 180µm	14.6	17.0	0.4
N°200 - 75µm	6.7	10.3	0.3

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, con los datos expuestos en la tabla anterior, se elaboró la siguiente figura que muestra el desarrollo de las curvas granulométricas de los materiales #1, #2 y #3.

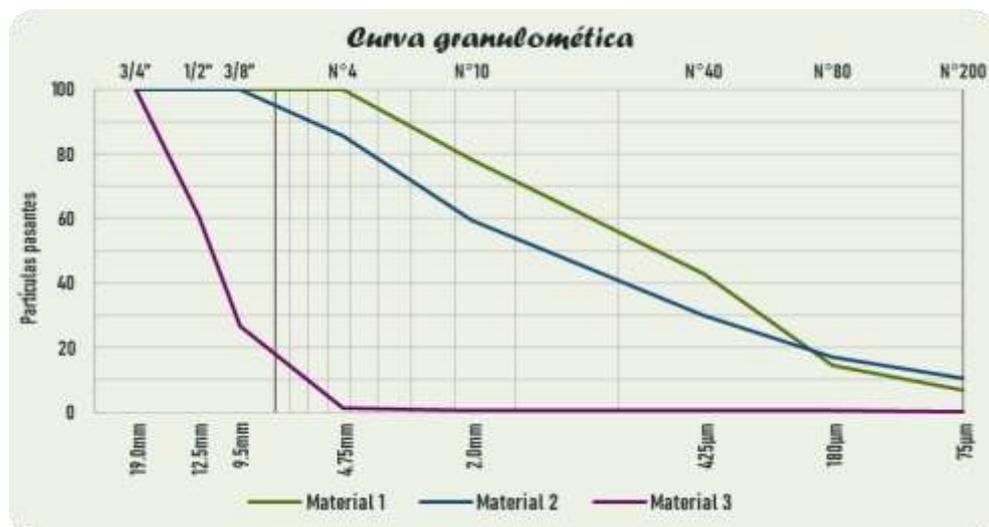


Figura 10: Curva Granulométrica de materiales pétreos

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, la siguiente tabla nos muestra la granulometría resultante de la combinación teórica. La cual cumple satisfactoriamente con las fronteras de una gradación MAC-2.

Tabla 14: Granulometría de material combinado vs gradación MAC-2

Tamices - abertura	Material combinado (teórico)	Gradación MAC-2	
		Frontera inferior	Frontera superior
3/4" – 19.0mm	100.0	100.0	100.0
1/2" - 12.5mm	85.8	80.0	100.0
3/8" - 9.5mm	73.6	70.0	88.0
N°4 - 4.75mm	58.7	51.0	68.0
N°10 - 2.00mm	42.9	38.0	52.0
N°40 - 425µm	22.5	17.0	28.0
N°80 - 180µm	10.3	8.0	17.0
N°200 - 75µm	5.8	4.0	8.0

Fuente: Elaboración propia.

Elaborándose también la respectiva curva granulométrica del material combinado en contraste a las fronteras inferior y superior de la gradación MAC-2. Observándose que la curva tiene una conducta natural.

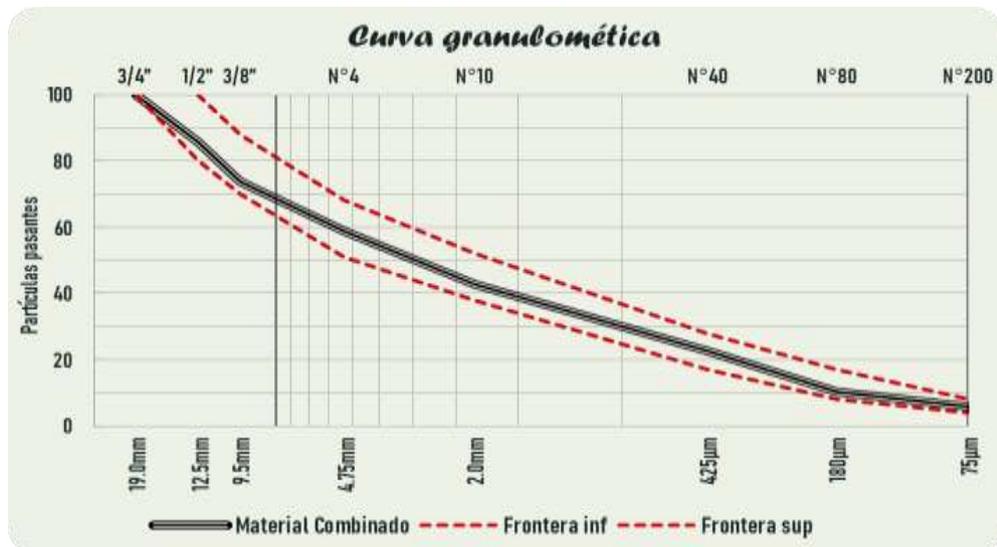


Figura 11: Curva Granulométrica de material combinado vs gradación MAC-2

Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma, se realizó el análisis granulométrico por tamizado a la escoria metálgica, la cual se muestra en la siguiente tabla observándose que las partículas de la escoria son de naturaleza fina ya que son de tamaño menor a 4.75mm.

Tabla 15: Granulometría de escoria metálgica

Escoria metálgica	
Tamices - abertura	% que pasa
3/4" - 19.0mm	100.0
1/2" - 12.5mm	100.0
3/8" - 9.5mm	100.0
N°4 - 4.75mm	100.0
N°10 - 2.00mm	97.5
N°40 - 425µm	27.8
N°80 - 180µm	6.8
N°200 - 75µm	1.2

Fuente: Elaboración propia.

La figura posterior muestra las curvas granulométricas correspondientes a las muestras de escoria metálgica, notándose de misma manera que la curva se comporta como un agregado de partículas finas.

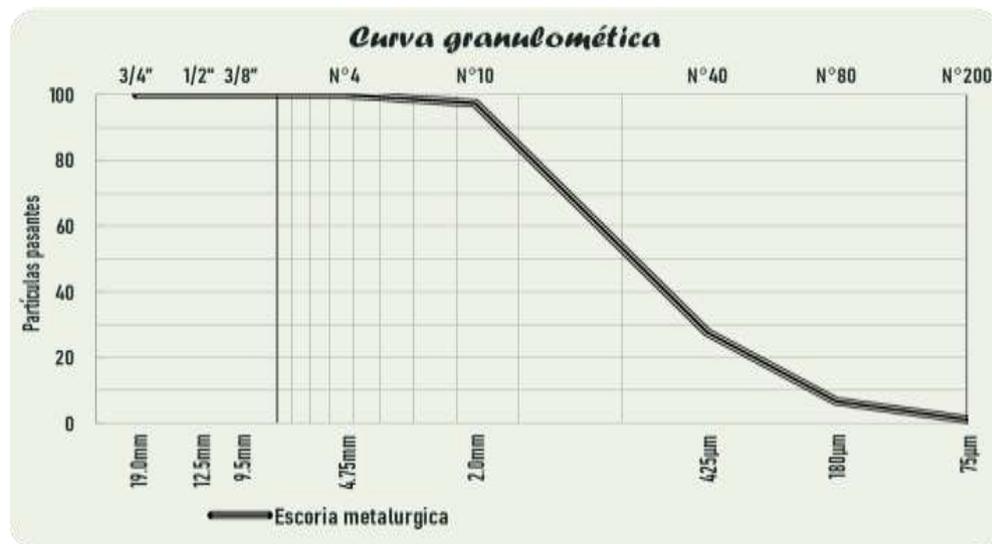


Figura 12: Curva Granulométrica de escoria metálgica

Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, se trabajaron las granulometrías con escoria metálgica en reemplazo del agregado fino las dosificaciones de 5%, 10% y 15% en relación del total.

b) Material combinado sin y con escoria metalúrgica

De acuerdo con el acápite anterior, se realizaron las combinaciones físicas de los materiales pétreos, reemplazando además al agregado fino en las dosificaciones propuestas de escoria metalúrgica. Combinaciones que fueron sometidas al ensayo de granulométrica lo que indicaron los datos que se muestran en la siguiente tabla. De esta forma se puede indicar que las granulometrías son congruentes con la combinación teórica y que por ende satisface también a la gradación de MAC-2, puesto que las curvas se encuentran entre las fronteras inferior y superior.

Tabla 16: Granulometría de materiales combinados sin y con escoria metalúrgica

Tamices - abertura	Análisis granulométrico			
	Material combinado			
	0% de escoria	5% de escoria	10% de escoria	15% de escoria
3/4" - 19.0mm	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2" - 12.5mm	83.9	85.8	85.8	85.8
3/8" - 9.5mm	72.2	73.6	73.6	73.6
Nº4 - 4.75mm	58.6	58.7	58.7	58.7
Nº10 - 2.0mm	43.1	43.9	44.8	45.8
Nº40 - 425µm	21.3	21.7	21.0	20.2
Nº80 - 180µm	9.4	9.9	9.5	9.1
Nº200 - 75µm	5.2	5.5	5.3	5.0

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la figura se aprecia claramente que las curvas granulométricas son coherentes entre sí, puesto que presentan valores cercanos lo que provoca que al graficarse se traslapen entre sí.

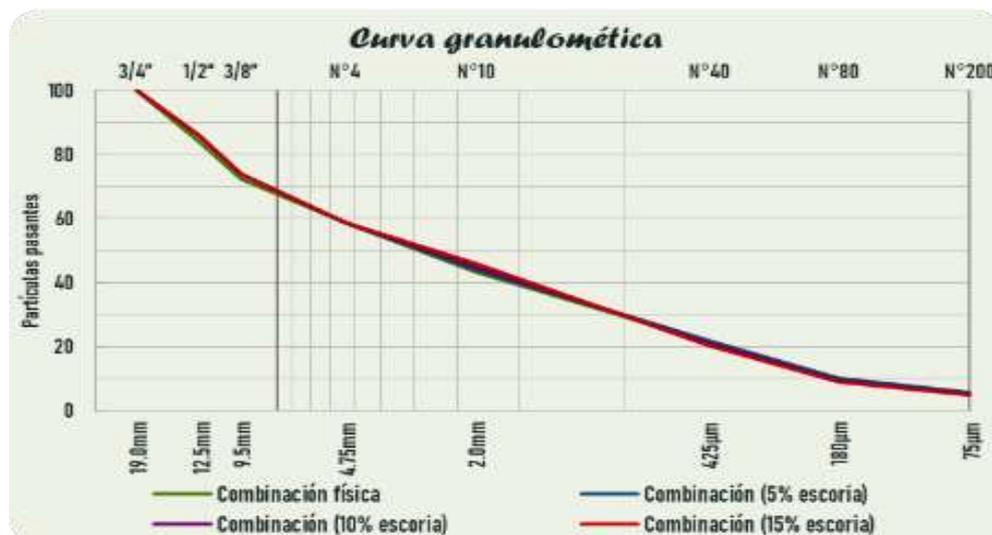


Figura 13: Curva granulométrica de materiales combinados sin y con escoria

Fuente: Elaboración propia.

c) Requerimientos de calidad

En la tabla siguiente se presentan los valores obtenidos de la ejecución de los ensayos para las partículas gruesas para establecer con seguridad si se cumple con los requerimientos de calidad para ser usados como agregados para la mezcla asfáltica.

Tabla 17: Requerimientos de calidad, partículas gruesas

Ensayos para partículas gruesas	Valor obtenido	Especificación
Abrasión los Ángeles	16.0%	35% máx.
Partículas chatas y alargadas	0.62%	10% máx.
Partículas con una y más caras fracturadas	99.3% - 77.7%	90% mín. - 70% mín.
Durabilidad al sulfato de magnesio	0.18%	15% máx.
Absorción	0.9%	1.0% máx.
Sales solubles totales	0.03%	0.5% máx.

Fuente: Elaboración propia.

Obteniéndose, en abrasión los Ángeles (MTC E 207) un desgaste del 16.0%, en chatas y alargadas (MTC E 223) un 0.62% de partículas, en una o más caras fracturadas (MTC E 210) un 99.3%-77.7% de partículas, en durabilidad al sulfato de magnesio (MTC E 209) un 0.18% de desgaste, en absorción (MTC E 206) un

0.9% y por último en sales solubles totales (MTC E 219) un 0.03% de desgaste. Lo que nos indicaría que las partículas gruesas satisfacen los requerimientos de calidad.

Tabla 18: Requerimientos de calidad, partículas finas

Ensayos para partículas finas	Valor obtenido				Especificación
	0% de escoria	5% de escoria	10% de escoria	15% de escoria	
Equivalente de arena	56.00%				70% máx.
Índice de plasticidad, malla N° 40	NP				NP
Índice de plasticidad, malla N° 200	NP				NP
Durabilidad al sulfato de Magnesio	4.46%	4.98%	5.82%	6.64%	18% máx.
Sales solubles	0.045%	0.037%	0.030%	0.003%	0.5% máx.
Absorción	0.40%	0.44%	0.45%	0.44%	0.5% máx.

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, la tabla siguiente muestra los valores obtenidos de ejecutar los ensayos sobre las partículas finas para determinar si satisfacen los requerimientos de calidad. Obteniéndose, en equivalente de arena (MTC E 114) un 56% equivalente, en plasticidad (MTC E 111) de pasante malla N°40 un índice NP, en plasticidad (MTC E 111) de pasante de malla N°200 un índice NP.

Mientras que los ensayos siguientes presentan variaciones al incorporarse la escoria metalúrgica, el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio (MTC E 209) indico un desgaste de 4.46% en la mezcla asfáltica patrón, al reemplazarse con un 5% de escoria metalúrgica un desgaste del 4.98%, al reemplazarse con un 10% de escoria metalúrgica un desgaste del 5.82%, y al reemplazarse con un 15% de escoria metalúrgica un desgaste del 6.64%.

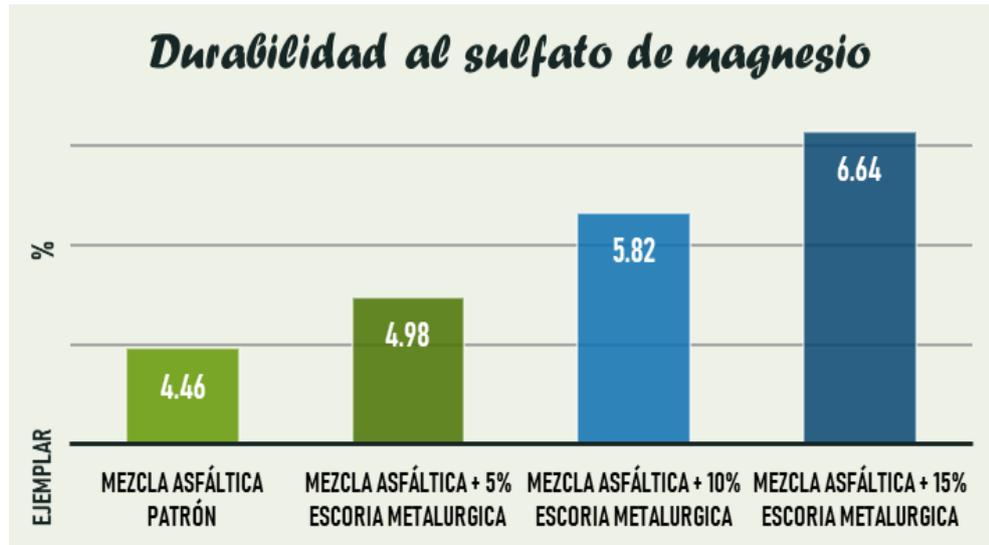


Figura 14: Durabilidad al sulfato de magnesio

Fuente: Elaboración propia.

Lo que demuestra que al emplear escoria metalúrgica se produce aumento del 11.66% al 5% de escoria metalúrgica, un aumento del 30.49% al 10% de escoria metalúrgica y un aumento del 48.88% al 15% de escoria metalúrgica, todos en relación a la mezcla asfáltica patrón.



Figura 15: Variación de la durabilidad

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en el ensayo de sales solubles totales (MTC E 219) presento un desgaste del 0.045% en la mezcla asfáltica patrón, al reemplazarse con un 5% de escoria metalúrgica un desgaste del 0.037%, al reemplazarse con un 10% de escoria metalúrgica un desgaste del 0.030%, y en último puesto al reemplazarse con un 15% de escoria metalúrgica un desgaste del 0.003%.



Figura 16: Sales solubles

Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma se demuestra que al reemplazar con la escoria metalúrgica se produce una disminución del 17.78% al 5% de escoria metalúrgica, una disminución del 33.33% al 10% de escoria metalúrgica y una disminución del 93.33% al 15% de escoria metalúrgica, todos con respecto a la mezcla asfáltica patrón.

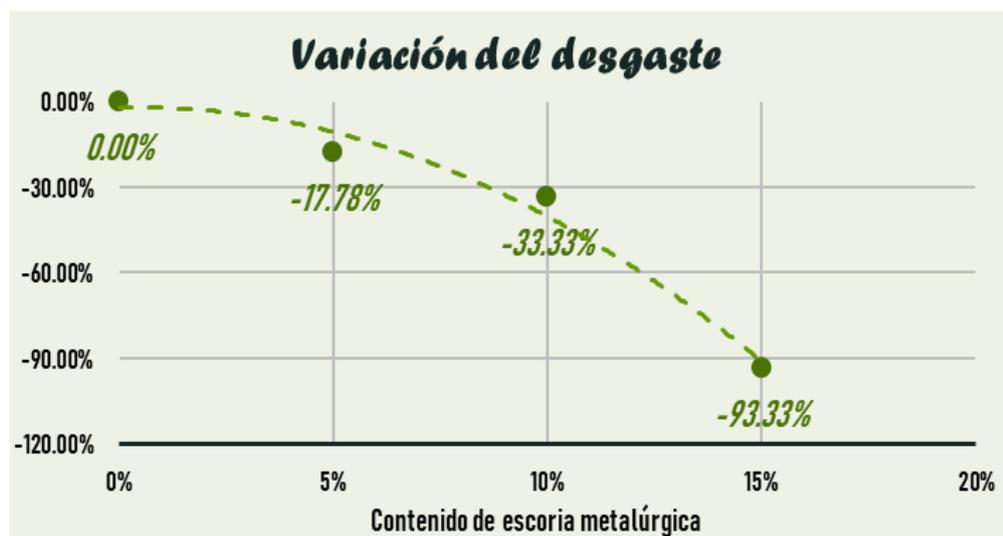


Figura 17: Variación del desgaste por sales solubles

Fuente: Elaboración propia.

Y finalmente el ensayo para determinar la absorción (MTC E 205) indicó un valor de 0.40% para la mezcla asfáltica patrón, mientras que al reemplazarse con un 5% de escoria metalúrgica indicó un 0.44% de absorción, al reemplazarse con un 10%

de escoria metalúrgica indicó un 0.45% de absorción, y finalmente al reemplazarse con un 15% de escoria metalúrgica indicó un 0.44% de absorción.

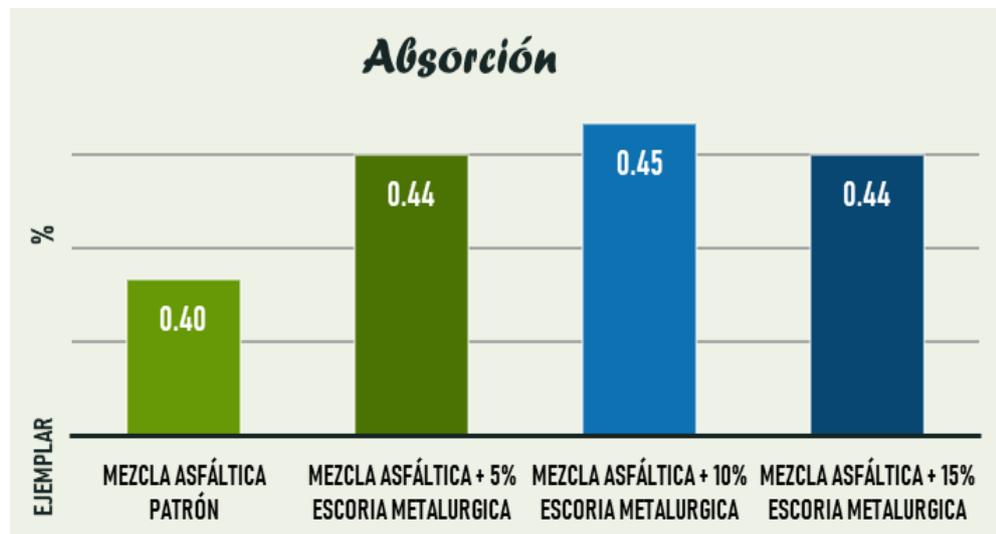


Figura 18: Absorción

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente, la absorción demuestra un incremento del 10.0% al 5% de escoria metalúrgica, un incremento del 12.5% al 10% de escoria metalúrgica y finalmente un incremento de 10.0% al 15% de escoria metalúrgica, así como se muestra en la siguiente figura.

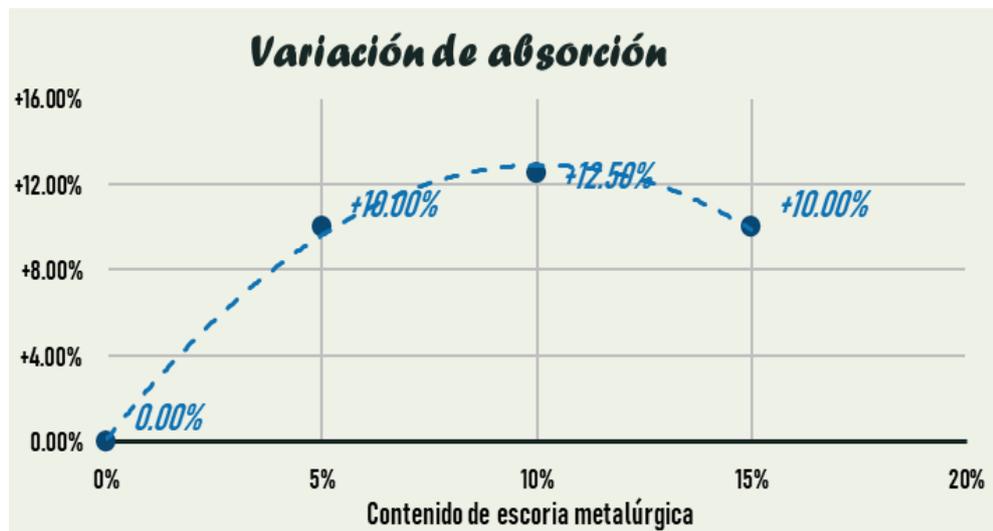


Figura 19: Variación de la absorción

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, se puede indicar que los materiales combinados sin y con escoria metalúrgica, presentan una granulometría de partículas gruesas y finas que

satisfacen los requerimientos de calidad especificados en el manual de especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013 del MTC.

5.2.2 Propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, método Marshall

Según las dosificaciones de escoria metalúrgica, se ejecutó el diseño por la metodología Marshall con la finalidad de establecer el óptimo contenido de asfalto correspondiente a cada una de las granulometrías propuestas (sin escoria metalúrgica y con 5%, 10% y 10% de escoria metalúrgica), de las cuales se elaboraron 3 briquetas de asfalto por porcentaje de asfalto. Y se trabajaron con cinco porcentajes de asfalto (4.0%, 4.5%, 5.0%, 5.5% y 6.0% de asfalto).

Estando los valores obtenidos resumidos en la tabla siguiente, se observa que el porcentaje de asfalto óptimo es de 5.5% para la mezcla asfáltica convencional, de 5.8% para la mezcla con 5% de escoria metalúrgica, de 5.9% para la mezcla con 10% de escoria metalúrgica y finalmente de 6.0% para la mezcla asfáltica con 15% de escoria metalúrgica. Estos valores nos demuestran una clara tendencia a aumentar el contenido de asfalto a medida que se incrementa el contenido de escoria metalúrgica.

Tabla 19: Porcentaje de asfalto óptimo de mezcla asfáltica sin y con escoria

Mezcla asfáltica	% asfalto óptimo
0% de escoria	5.5
5% de escoria	5.8
10% de escoria	5.9
15% de escoria	6.0

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente se elaboró el siguiente gráfico, que muestra el desarrollo del porcentaje de asfalto óptimo a medida que se reemplaza el agregado fino con a escoria metalúrgica.

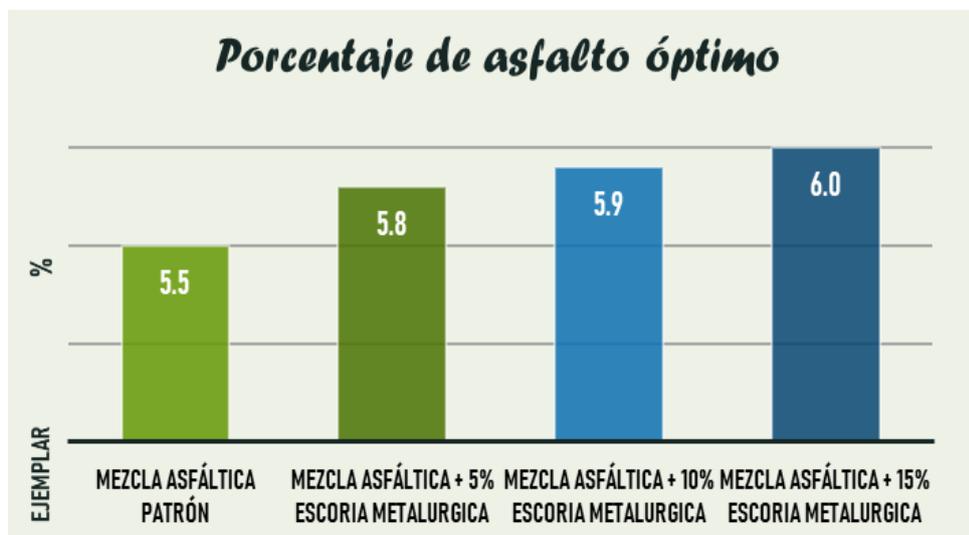


Figura 20: Porcentaje óptimo de asfalto

Fuente: Elaboración propia.

Además, la siguiente figura nos muestra la variación que sufre el porcentaje de asfalto óptimo, observándose que la tendencia ascendente se demuestra por un incremento del 5.45% para la mezcla asfáltica con reemplazo con 5% de escoria metalúrgica, luego un incremento del 7.27% para la mezcla asfáltica con al reemplazo con 10% de escoria metalúrgica y finalmente un incremento del 9.09% para la mezcla asfáltica con al reemplazo con 15% de escoria metalúrgica, Todos estos valores con respecto al porcentaje de asfalto óptimo de la mezcla asfáltica convencional.

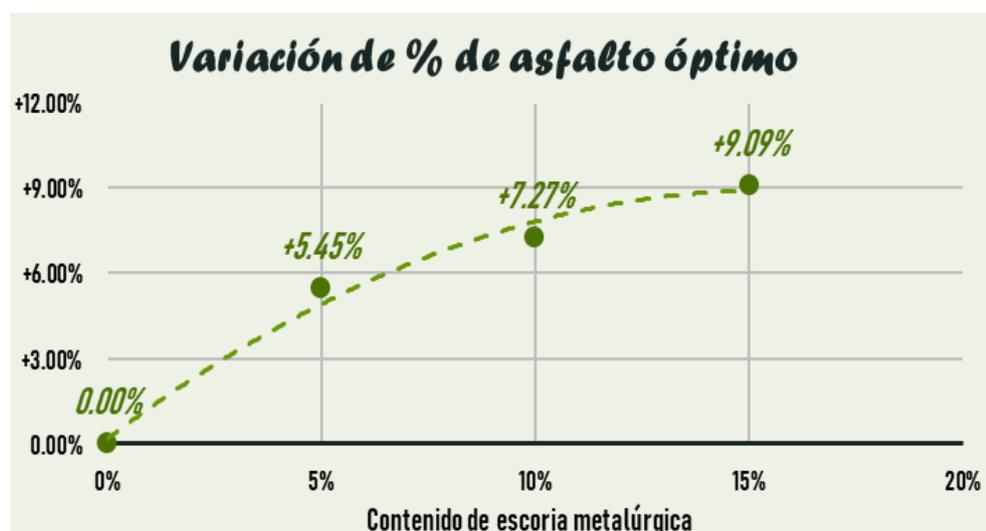


Figura 21: Variación de porcentaje óptimo de asfalto

Fuente: Elaboración propia.

a) **Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica**

Consecuentemente, después de haber sometido a las briquetas de asfalto de cada uno de los diseños obtenidos al procedimiento del método Marshall se obtuvieron los datos de las propiedades físico-mecánicas que se resumen en la tabla siguiente, como la estabilidad, el flujo y la relación estas dos.

Tabla 20: Propiedades físico-mecánicas de mezcla asfáltica sin y con escoria

Mezcla asfáltica	Propiedades físico-mecánicas		
	Estabilidad	Flujo	Relación E-F
0% de escoria	1067	3.10	3442
5% de escoria	1101	2.97	3710
10% de escoria	1111	2.83	3923
15% de escoria	1115	2.79	3994

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes figuras se análisis de cada resultado, por ende, se muestra cómo se comporta la estabilidad, obteniéndose una estabilidad de 1067 kg en la mezcla asfáltica patrón, una estabilidad de 1101 kg en la mezcla asfáltica con 5% de escoria metalúrgica, una estabilidad de 1111 kg en la mezcla asfáltica con 10% de escoria metalúrgica y una estabilidad de 1115 kg en la mezcla asfáltica con 15% de escoria metalúrgica.

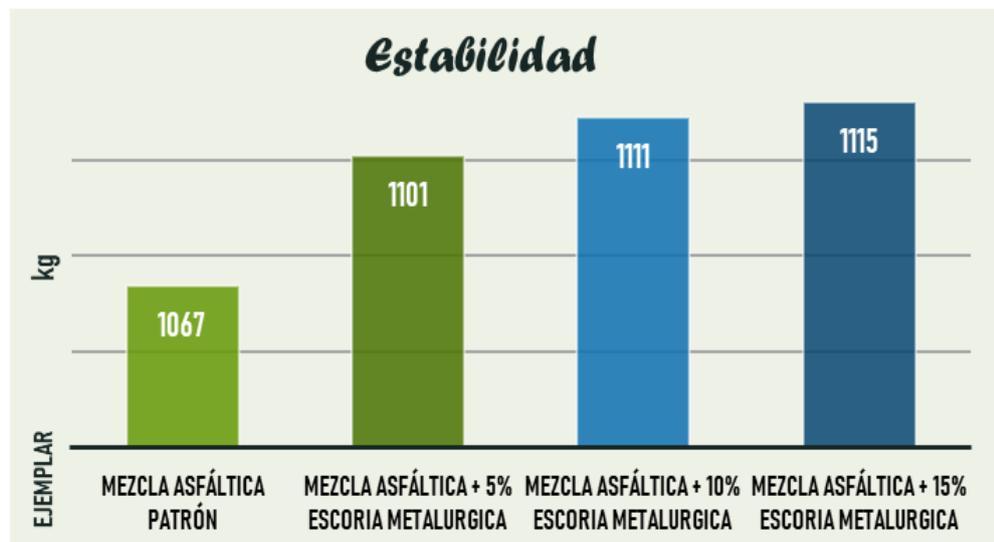


Figura 22: Estabilidad

Fuente: Elaboración propia.

Lo que demuestra una clara tendencia a incrementarse, además la siguiente figura nos indica que en la estabilidad el incremento es del 3.19% al 5% de escoria metalúrgica, luego el incremento es del 4.12% al 10% de escoria metalúrgica y en último lugar el incremento es de 4.50% al 15% de escoria metalúrgica.



Figura 23: Variación de la estabilidad

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la conducta del flujo, obteniéndose una fluencia (o flujo) de 3.1 mm en la mezcla asfáltica patrón, un flujo de 2.97 mm en la mezcla con 5% de escoria metalúrgica, un flujo de 2.83 mm en la mezcla con 10% de escoria metalúrgica y un flujo de 2.79 mm en la mezcla con 15% de escoria metalúrgica.

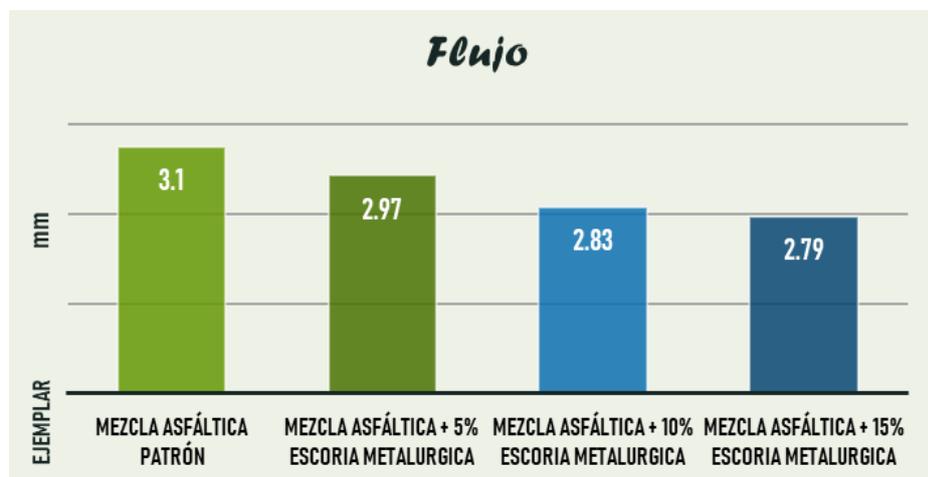


Figura 24: Flujo

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra en la siguiente figura el desarrollo de la fluencia (o flujo), obteniéndose una disminución de 4.19 % al 5% de escoria metalúrgica, luego se reduce al 8.71% al 10% de escoria metalúrgica y en último lugar el disminuye en 10% al 15% de escoria metalúrgica, todos en relación a la mezcla asfáltica patrón.

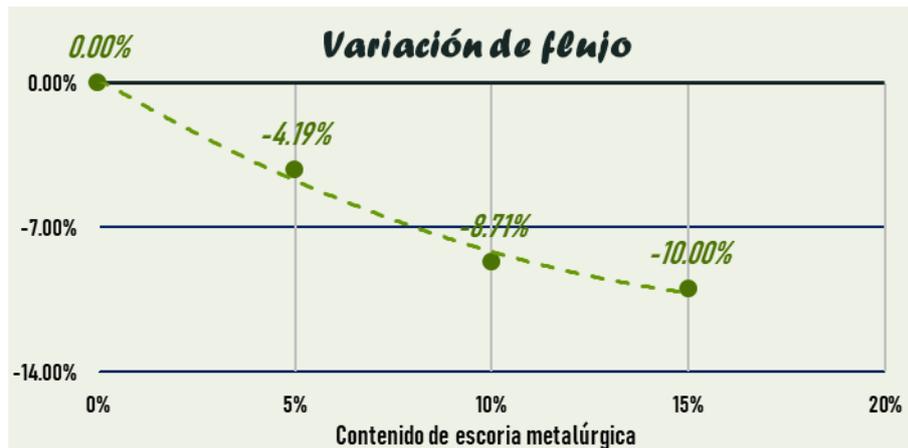


Figura 25: Variación del flujo

Fuente: Elaboración propia.

Por último, como propiedad físico-mecánica, la siguiente figura presenta la relación estabilidad-flujo, obteniéndose una relación de 3442 kg/cm en la mezcla asfáltica patrón, una relación de 3710 kg/cm en la mezcla asfáltica con 5% de escoria metalúrgica, una relación de 3923 kg/cm en la mezcla asfáltica con 10% de escoria metalúrgica y una relación de 3994 kg/cm en la mezcla asfáltica con 15% de escoria metalúrgica.

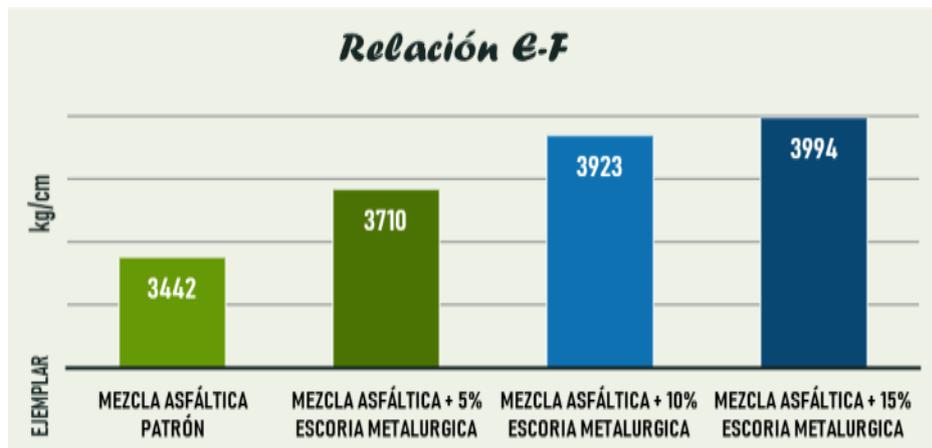


Figura 26: Relación estabilidad-flujo

Fuente: Elaboración propia.

Esto muestra claramente la tendencia, además la siguiente figura nos indica que en la relación se incrementa en un 7.79% al 5% de escoria metalúrgica, luego se continua con el incremento en un 13.98% al 10% de escoria metalúrgica y finalmente la relación aumenta en un 16.04% al 15% de escoria metalúrgica, todos con respecto a la mezcla asfáltica patrón.



Figura 27: Variación de la relación estabilidad-flujo

Fuente: Elaboración propia.

b) Propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica

De la misma forma, consiguientemente de someter las briquetas de asfalto de cada uno de los diseños obtenidos al procedimiento del método Marshall se obtuvieron los datos de las propiedades volumétricas que se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 21: Propiedades volumétricas de mezcla asfáltica sin y con escoria

Mezcla asfáltica	Propiedades volumétricas		
	Vacíos de aire	Vacíos llenos de asfalto	Vacíos en el agregado
0% de escoria	3.6	75.2	14.3
5% de escoria	3.9	72.8	14.3
10% de escoria	4.3	71.3	15.0
15% de escoria	4.8	69.2	15.5

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, la siguiente figura muestra cómo se comporta la estabilidad, obteniéndose un volumen de vacíos de aire del 3.6% en la mezcla asfáltica patrón,

un volumen del 3.9% en la mezcla asfáltica con 5% de escoria, un volumen del 4.3% en la mezcla asfáltica con 10% de escoria y un volumen del 4.8% en la mezcla asfáltica con 15% de escoria.

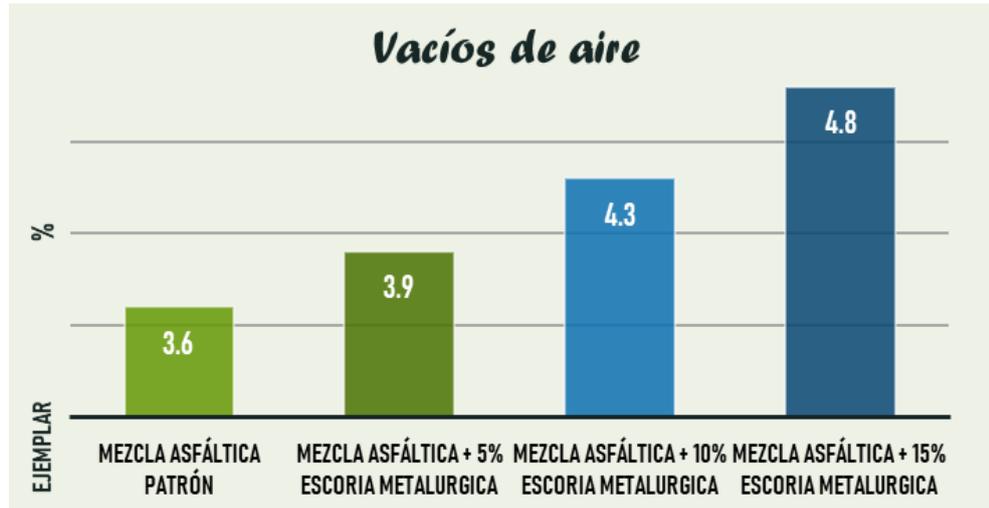


Figura 28: Vacíos de aire

Fuente: Elaboración propia.

El volumen de vacíos presenta una tendencia a elevarse, ya que la figura muestra como se incrementa en un 8.33% al 5% de escoria metalúrgica, además se incrementa en un 19.44% al 10% de escoria metalúrgica y en se incrementa en un 33.33% al 15% de escoria metalúrgica, todos con respecto a la mezcla asfáltica patrón.



Figura 29: Variación de los vacíos de aire

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra los valores que alcanzaron los vacíos llenos con asfalto, siendo un volumen de vacíos llenos de asfalto del 75.2% en la mezcla asfáltica patrón, un volumen de vacíos llenos del 72.8% en la mezcla con 5% de escoria, un volumen de vacíos llenos del 71.3% en la mezcla con 10% de escoria y finalmente un volumen de vacíos llenos del 69.2% en la mezcla con 15% de escoria.

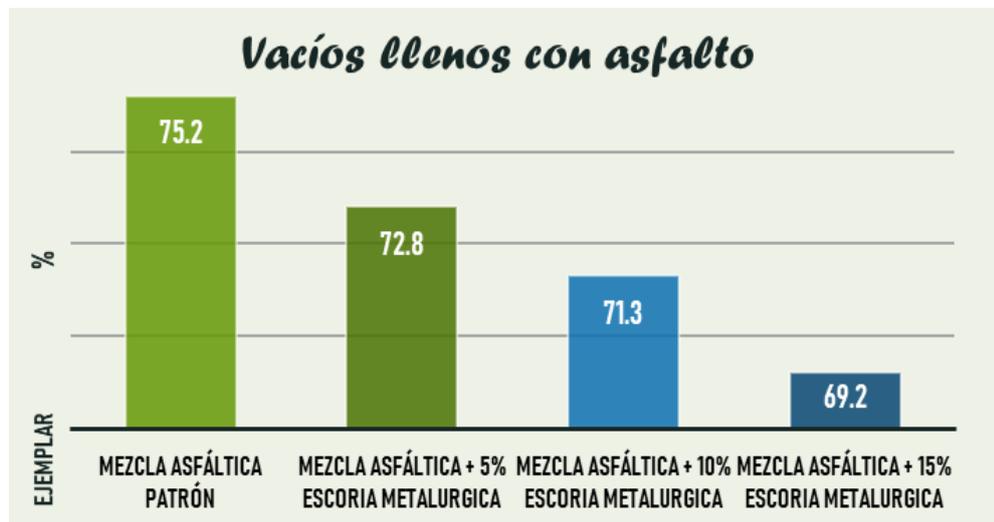


Figura 30: Vacíos llenos con asfalto

Fuente: Elaboración propia.

La conducta descendente que se muestra en la siguiente figura se demuestra con las variaciones de los vacíos llenos con asfalto, se tiene que disminuye en un 3.19% al 5% de escoria metalúrgica, luego que disminuye en un 5.19% al 10% de escoria metalúrgica y en último lugar que disminuye en un 7.98% al 15% de escoria metalúrgica.



Figura 31: Variación de los vacíos llenos con asfalto

Fuente: Elaboración propia.

Además, como se obtuvieron los valores de vacíos en el agregado mineral (V. M. A.), obteniéndose un volumen del 14.3% en la mezcla asfáltica patrón, un volumen del 14.3% en la mezcla asfáltica con 5% de escoria metalúrgica, un volumen del 15.0% en la mezcla asfáltica con 10% de escoria metalúrgica y un volumen del 15.5% en la mezcla asfáltica con 15% de escoria metalúrgica.

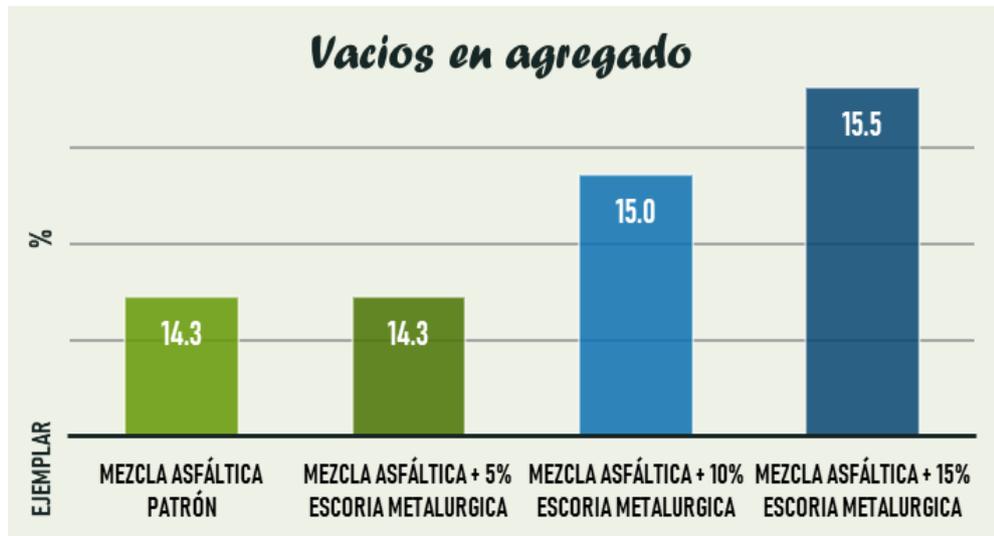


Figura 32: Vacíos en el agregado

Fuente: Elaboración propia.

Lo que se traduce en una tendencia a aumentarse lo que se muestra en la siguiente figura, siendo un aumento del 0.00% al 5% de escoria metalúrgica, luego un aumento del 4.90% al 10% de escoria metalúrgica y finalmente un aumento del 8.39% al 15% de escoria metalúrgica, todo en relación a la mezcla asfáltica patrón.



Figura 33: Variación de los vacíos en el agregado

Fuente: Elaboración propia.

c) **Durabilidad de mezclas asfálticas**

- **Perdida o desgaste**

Asimismo, se realizó el análisis de las pérdidas por desgaste de las mezclas asfálticas empleadas en esta investigación, según la norma MTC E 515, los valores alcanzados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 22: Pérdida por desgaste de mezcla asfáltica sin y con escoria metalúrgica.

Mezcla asfáltica	Pérdida por desgaste
0% de escoria	4.31
5% de escoria	2.98
10% de escoria	2.64
15% de escoria	1.54

Fuente: Elaboración propia.

Los valores alcanzados como pérdida por desgaste, están expresados en porcentaje, siendo una pérdida 4.31% para la mezcla asfáltica patrón, luego una pérdida de 2.98% en la mezcla asfáltica con 5% de escoria metalúrgica, una pérdida de 2.64% en la mezcla asfáltica con 10% de escoria metalúrgica y una pérdida de 1.54% en la mezcla asfáltica con 15% de escoria metalúrgica.

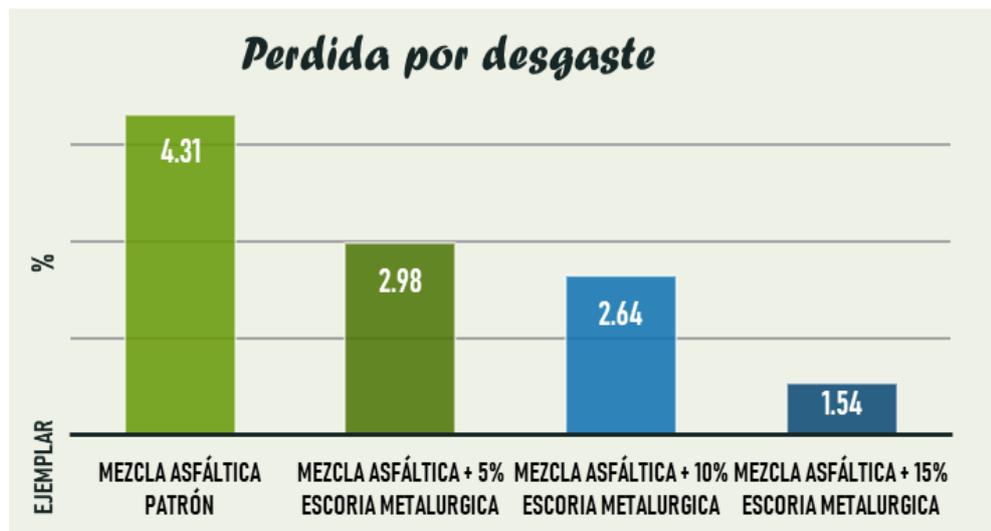


Figura 34: Pérdida por desgaste

Fuente: Elaboración propia.

Esta inclinación a disminuir se expone en la siguiente figura, siendo una disminución del 30.86% al 5% de escoria metalúrgica, luego una disminución del 38.76% al 10% de escoria metalúrgica y una disminución del 64.27% al 15% de escoria metalúrgica

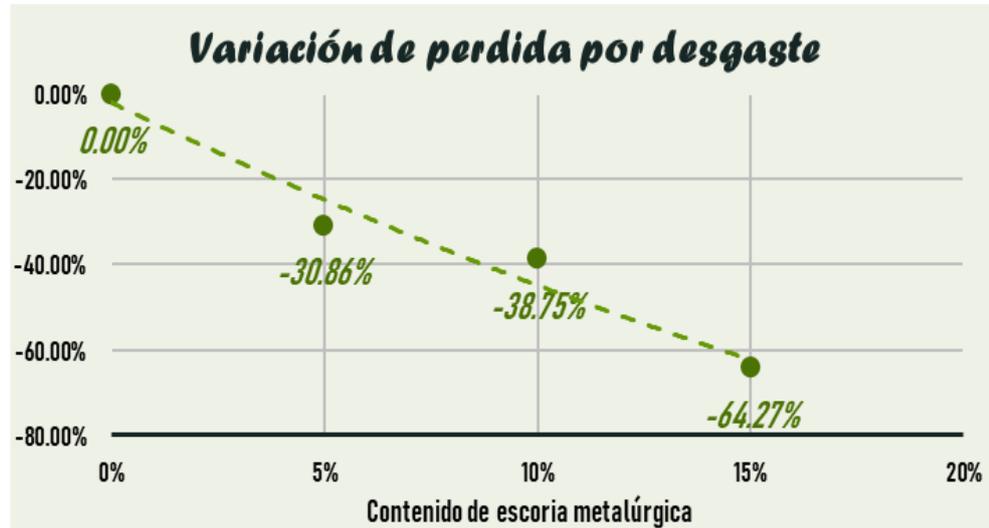


Figura 35: Variación de la pérdida por desgaste

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Contrastación de hipótesis

Estadístico de Prueba

Puesto que las variables respuesta son de tipo cuantitativa y existen variables independientes denominadas factores de categoría ordinal, con el objeto de demostrar probar las hipótesis planteadas por consecuente si las series de datos siguen una distribución normal se realizará la prueba T de Student.

Requisitos para el ANOVA

Por medio de la Prueba de Shapiro Wilk comprobar los supuestos de Normalidad y por medio de la Prueba de Levene comprobar los supuestos de Homogeneidad (igualdad de varianzas). Los resultados de tales supuestos y de las pruebas de hipótesis se alcanzaron gracias al programa para procesamiento de estadística SPSS 25. En el caso que no se satisfaga el supuesto de normalidad, se empleará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Consideraciones de las pruebas:

- Las pruebas de hipótesis se realizarán por cada diseño

- Para todas las pruebas se asumió una significancia igual a 0.050 y se aceptará la hipótesis nula, si el valor de significancia es mayor al valor de significancia asumido.

5.3.1. Hipótesis específico 1

La estabilidad muestra un grado de alteración considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: La estabilidad no muestra un grado de alteración considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

$$\mu R1 = \mu R \text{ Convencional}$$

Hipótesis Alterna Ha: La estabilidad muestra un grado de alteración considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu R_i \neq \mu R_{\text{convencional}}$$

Donde μR , es la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente

Prueba del supuesto de Normalidad de resistencia de las propiedades:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 23: Prueba de normalidad de la estabilidad

Pruebas de normalidad			
Propiedades físico mecánicas	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad	,906	6	,410

Fuente: Elaboración propia

Observándose los resultados de la prueba de Shapiro Wilk, los valores de significancia son superiores a 0.050, es decir se acepta la hipótesis nula y concluimos que los datos provienen de una distribución normal con un nivel de confiabilidad del 95%.

Una vez probado los supuestos de normalidad de las varianzas procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del T de Student para una muestra

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 $P\text{-Valor} > \alpha$ se acepta Ho se acepta la Ho

Tabla 24: Prueba de T de Student para datos de estabilidad

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Estabilidad	30, 31	5	,000	1347,00	1232,76	1461,24

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con una confiabilidad del 95% existe evidencia para acoger la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig. de la prueba de grupo es igual a 0.000 y no supera a 0.050, al rechazarse la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna concluyéndose así que: La estabilidad muestra un grado de alteración considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

5.3.2. Hipótesis específico 2

El flujo muestra un cambio considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula (Ho): El flujo no muestra un cambio considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

$$\mu_{G1} = \mu_{G1}$$

Hipótesis Alterna (Ha): El flujo muestra un cambio considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

Influye al menos uni/ $\mu G_i \neq \mu G$,

Donde μG , es el flujo de la mezcla asfáltica en caliente

Prueba de supuesto de normalidad para contrastar la granulometría al emplear escoria metalúrgica:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 25: Prueba de normalidad del flujo

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Flujo	,906	6	,370

Fuente: Elaboración propia

Mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, todos los valores de significancia son mayores a 0.050, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula y concluimos que los datos obtenidos en la prueba de granulometría siguen una distribución normal con un nivel de confiabilidad del 95%.

Al cumplir con el supuesto de normalidad se aplica la prueba paramétrica de T de Student para una sola muestra.

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

Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} < \alpha$ se rechaza Ho se acepta la Ha

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

Cálculo de la T de Student para una muestra:

Tabla 26: Prueba de T de Student para datos de flujo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Flujo	7,63	2	,00	4,56	7,55	7,68

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que, con confiabilidad del 95%, existe evidencia de aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig. de la prueba de grupo es 0.00 y siendo menor a 0.05, que rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna, concluyendo que: el flujo muestra un cambio leve empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.

5.3.3. Hipótesis específico 3

La durabilidad con escoria metalúrgica varía considerablemente empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2022.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula (Ho): La durabilidad con escoria metalúrgica no varía considerablemente empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2022.

$$\mu_{D1} = \mu_{D2}$$

Hipótesis Alterna (Ha): La durabilidad con escoria metalúrgica varía considerablemente empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2022.

Influye al menos uni/ $\mu_{Di} \neq \mu_D$,

Donde μ_D , es (índice de dosis óptima)

Prueba de supuesto de normalidad de dosis óptima al emplear escoria metalúrgica

Planteamiento de la hipótesis:

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

Tabla 27: Pruebas de normalidad de durabilidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Durabilidad	,939	6	,648

Fuente: Elaboración propia

Mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, todos los valores de significancia son mayores a 0.050, por lo que, se acepta la hipótesis nula y concluimos que los datos obtenidos en la determinación de la dosificación optima siguen una distribución normal con un nivel de confiabilidad del 95%.

Cálculo de la T de Student para una muestra:

Al cumplir la prueba de normalidad se aplica la prueba paramétrica de T de Student:

Cálculo de los valores de la prueba estadística

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 Ha.

Tabla 28: Prueba de T de Student de datos de durabilidad

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0						
	t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferi or	Superior
Durabilidad	5,1	5	,0	0,60	5,07	5,07

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig. De la prueba de un grupo o diseño es igual a 0.000 y es menor a 0.05, al rechazar la hipótesis nula y al aceptar la hipótesis alterna se concluye que: La durabilidad con escoria metalúrgica varía considerablemente empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2022.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados con antecedentes

Objetivo general

Según los datos obtenidos, resumidos y presentados en las tablas anteriores, se puede indicar que los diseños de mezcla asfálticas en caliente cumplen con los requerimientos de calidad de una mezcla asfáltica, puesto que satisfacen los límites máximos y mínimos (especificados en el manual de especificaciones técnicas generales EG-2013 del MTC), Por lo que podemos indicar que los contenidos de escoria metalúrgica propuestos son funcionales, estos resultados concuerdan con la investigación de Cervera Borja (2016), que indican que las escorias en una dosificación de 5%, 10% y 15% produjeron resultados favorables, ya que estos evidencian una mayor resistencia. En ese sentido, la tabla N° 14 nos muestra los valores del porcentaje de asfalto óptimo, valores que oscilan entre 5.5% y 6.0% dependiendo del contenido de escoria metalúrgica.

Según los datos resumidos en las tablas correspondientes a los capítulos “4.2.1 Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica” y “4.2.2 Propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica”, se puede indicar que el óptimo contenido de escoria metalúrgica al reemplazar al agregado fino es del 10%, puesto que en contraste de la mezcla asfáltica patrón esta presenta: un incremento del 4.12% en la estabilidad (cumpliendo en un 133.9% el mínimo de 830kg), una disminución del 8.71% en el flujo .un incremento del 19.44% en el volumen de vacíos de aire (manteniéndose aun entre el intervalo del 3% al

5%), un incremento del 4.90% en el volumen de vacíos en el agregado mineral (cumpliendo en un 107.1% el mínimo del 14.0%). Con lo que, la mezcla asfáltica en caliente con 10% de escoria metalúrgica en reemplazo del agregado fino, cumpliría con los requerimientos para mezclas asfálticas indicadas en la EG-2013. Y presentan mejoras favorables y significativas en las propiedades físico-mecánicas.

Objetivo específico 1

Según los datos de la tabla N° 15, se logra observar que la estabilidad presenta una leve tendencia a aumentar puesto que la mezcla asfáltica patrón presenta una estabilidad de 1067kg y al reemplazar con 5% de escoria metalúrgica la estabilidad aumenta en un +3.19%, con 10% de escoria aumenta en un +4.12% y con 15% de escoria aumenta en un +4.50%, todos estos valores están por encima de 830kg que es especificación para mezclas asfálticas en caliente según la EG-2013. Por lo que podemos indicar que el contenido de escoria metalúrgica y la estabilidad mantiene una relación directamente proporcional (figura N° 23), sin embargo, con las dosificaciones empleadas no se llega al punto de inflexión donde la tendencia se invierte (figura N° 24). De esta forma se puede concluir que la escoria metalúrgica produce un aumento leve en la estabilidad, lo que significa un cambio favorable en esta propiedad.

Objetivo específico 2

Por otro lado, según los datos de la tabla N° 15, el flujo presenta una tendencia a disminuir puesto que la mezcla asfáltica patrón presenta un flujo de 3.1 mm y al reemplazar con 5% de escoria metalúrgica el flujo disminuye 4.19%, con 10% de escoria disminuye en un 8.71% y con 15% de escoria se reduce en un 10%, valores que se mantienen dentro del rango establecido para una mezcla asfáltica en caliente según la EG-2013. Esta propiedad a la misma forma que la estabilidad también mantiene una relación indirectamente proporcional (figura N° 25). Estos resultados coinciden con lo obtenido en la investigación de Tomayo López & Bolívar Bautista, (2020) que demostró que al sustituir parcialmente el agregado de la mezcla asfáltica con escoria se alcanzó un desarrollo excelente en las propiedades físico-mecánicas. De la misma forma la investigación de Pérez Sierra, (2008), concluyó que emplearse escoria a canje de agregados convencionales se obtiene óptimas estabilizaciones y una mejor resistencia al tráfico que puede presentar.

Objetivo específico 3

Según los datos de la tabla N° 17, se puede apreciar que la durabilidad de las mezclas asfálticas muestra una clara disposición a disminuir ya que la mezcla asfáltica patrón presenta una pérdida por desgaste de 4.31% y al reemplazar con 5% de escoria metalúrgica la pérdida decrece en un -30.86%, con 10% de escoria decrece en un -38.76% y con 15% de escoria decrece en un -64.27%. Por lo que podemos indicar que el contenido de escoria metalúrgica y la resistencia al desgaste mantiene una relación indirectamente proporcional (figura N° 35), además estos resultados también indican que la tendencia a decrecer continuaría mientras se emplee mayor cantidad de escoria metalúrgica. De esta forma se puede concluir que la escoria metalúrgica produce una clara disminución en la pérdida por desgaste, es decir aumentaría la durabilidad de la MAC, la resistencia al desgaste, lo que debe ser producido porque la mezcla asfáltica con escoria metalúrgica tiene más cohesión entre sí. Estos resultados coinciden con lo concluido en la investigación de Muñoz Rodríguez (2018) que sostiene que la escoria metalúrgica influye directamente sobre la resistencia al desgaste de la MAC, reduciendo esta propiedad de forma ligera.

CONCLUSIONES

1. La adición de escoria metalúrgica muestra efectos positivos en los resultados obtenidos en las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible. De esta forma se afirma que el uso de escoria metalúrgica es apto, siendo la dosis de 10% de escoria metalúrgica la que presenta la mayor variación en contraste con el convencional, cumpliendo con las especificaciones técnicas indicadas en la EG-2013. La granulometría se altera notablemente al remplazar parcialmente el agregado fino con escoria metalúrgica obteniéndose mejores resultados con 10% de escoria metalúrgica.
2. La estabilidad muestra un incremento considerable empleando escoria metalúrgica al realizar un análisis del comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible al ver incremento de la estabilidad igual a +4.12% en la dosis de 10% de escoria metalúrgica en relación al convencional (Estabilidad = 1111kg).
3. La propiedad del flujo muestra un cambio considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible. Obteniendo una disminución del flujo de 8.71% en la dosis de 10% de escoria metalúrgica con respecto al convencional (Flujo = 2.83mm).
4. La durabilidad por desgaste con escoria metalúrgica varía considerablemente empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible. Puesto que la variación del desgaste de -38.75% en la dosis de 10% de escoria metalúrgica en relación al convencional (Desgaste = 4.31%).

RECOMENDACIONES

Se recomienda emplear la escoria metalúrgica como reemplazo parcial de agregado fino, para mejorar el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas de los pavimentos flexibles, puesto que los resultados demuestran que es una alternativa viable para obtener resultados favorables.

- a) Se recomienda aprovechar la escoria metalúrgica en las mezclas asfálticas de los pavimentos flexibles, para vías con tránsito que requieren de mezcla MAC 1, puesto que los resultados demuestran que se alcanza fácilmente la estabilidad necesaria para tal clase de mezcla.
- b) Se recomienda el uso de la dosis de 10% de escoria metalúrgica en reemplazo parcial del agregado fino, en las mezclas asfálticas en caliente de los pavimentos flexibles, puesto que a esa dosis cumple el requerimiento indicado en la EG-2013.
- c) Se recomienda utilizar escoria metalúrgica como reemplazo parcial de agregado fino, para aumentar la durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente, ya que la escoria genera una clara reducción de la pérdida por desgaste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Ingenierizando. 2023.** 2023.
2. **Yuglo. 2018.** 13 de Septiembre de 2018.
3. **Moreno Galindo, Eliseo. 2021.** 23 de Febrero de 2021, ¿que es justificacion social?
4. **Álamo Acevedo, Cecilia. 2018.** “*Evaluación deflectométrica en pavimentos flexibles para determinar la condición, índice de serviciabilidad en vías de alto tránsito en el distrito Cercado de Lima-Av. Venezuela*”. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018. pág. 40, Tesis de Pregrado.
5. **Alvares Risco, Aldo. 2020.** Justificacion de la Investigacion. *Universidad de lima*. [En línea] 2020.
<https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota%20Acad%C3%A9mica%20%2818.04.2021%29%20%20Justificaci%C3%B3n%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
6. **Armijo, Juan, y otros. 2020.** Manual de Metodologia de Investigacion. *Manual de Metodologia de Investigacion*. 2020, pág. 109.
7. **Asfalto. Friable. 2023.** 26 de Mayo de 2023.
8. **Cajas Ramirez, Vicente Xavier y Iglesias Ramires, Andres Geovanny. 2018.** *Utilizacion de escorias siderurgicas para el mejoramiento de mezclas asfálticas en frio*. Escuela de Ingenieria Civil, Pontificia Universidad Catolica del Ecuador . Quito : s.n., 2018.
9. **Calva Herrera, Leyner Oswaldo. 2020.** *Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente incorporando escoria de acero*. Escuela Profesional de Ingenieria Civil , Universidad de Ingenieria, Arquitectura y Urbanismo. Pimentel : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.

10. **Canaza Canaza, Juan Ubaldo. 2020.** *"Evaluación de las propiedades de los materiales de base y sub base para pavimentos del distrito de osé Luis Bustamante y Rivero"*. Facultad de ingeniería, Univrsidad continental. Arequipa : s.n., 2020. Tesispregrado.
11. **Castellano, C. Cristina. 2018.** *Activación Física y Térmica de la Escoria Granulada de Alto Horno*. Departamento de Ingeniería Civil – Facultad de Ingeniería , Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires . Buenos Aires : s.n., 2018.
12. **Cervera Borja, César Augusto. 2019.** *Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016*. Facultad de Ingeniería, Universidate Privada del Norte. Cajamarca : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
13. **Choque Hinojosa, Ruben Dario. 2018.** *Viabilidad para el uso de la escoria de acería eléctrica como agregado en mezcla asfáltica en la ciudad de Chimbote*. Facultad de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
14. *Desgaste*. **Perez Porto, J y Gardey, A. 2018.** 14 de Junio de 2018.
15. **enciclopedia libre, La. 2023.** Wikipedia. *Wikipedia*. [En línea] 2023 de Mayo de 2023. [https://es.wikipedia.org/wiki/Escoria_\(metalurgia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Escoria_(metalurgia)).
16. *Ensayos de laboratorio*. **Rodriguez, Padilla y Alejandro. 2018.** 2018.
17. *Escorias de fundicion*. **Copyright. 2023.** 2023.
18. **Espinoza Campos, Isis Pamela y Pejerrey Saurin, Karla Lisseth. 2018.** *Propiedades mecánicas del ladrillo con escoria de acero para viviendas unifamiliares, San Juan de Lurigancho - 2018*. Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis Pregrado.

19. **Fernandez Ruiz, Mayle Alyny. 2020.** *Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera Cajamarca-Celendínbalsas, tramo Chaquilpampa-santa rosa de Chaquil, mediante el análisis deflectométrico.* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2020. Tesis Pregrado.
20. —. **2020.** *Determinación del comportamiento estructural dle pavimento flexible de la carretera Cajamarca-Celendín-Balsas, tramo Chaquilpampa-Santa Rosa de Chaquil, mediante el análisis deflectométrico.* Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
21. **Figuroa Castillo, Luis Carlos y Campos Chiroque, Yusleily Brigitte. 2021.** *“Determinación de las Principales Causas del Deterioro del Pavimento Flexible y Afectación a la Población Aledaña en el Tramo 0+000 a 0+500 del Centro Poblado Miraflores-Distrito la Huaca Provincia de Paita-Piura-2021”.* Facultad de ingeniería, Universidad nacional de piura. Piura : s.n., 2021. Tesis pregrado.
22. **Figuroa Chávez, Ilich Dariente y Mamani Quinto, Carlos Clinton. 2019.** *Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales.* Escuela Profesional en la Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
23. **Garniza Anguas, Paul, Delgado Alamilla, Horacio y Gómez López, José Antonio. 2018.** *Análisis de la influencia de método de compactación en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas.* Sanfandila : s.n., 2018.
24. **Guevara Tuesta, Jhadrit Janina. 2022.** *“Influencia de la adición de las escorias del horno eléctrico de Sider Perú en la estabilización de subrasante para pavimentos en Chimbote”.* Facultad de ingeniería , Universidad nacional del santa. Chimbote : s.n., 2022. Tesis pregrado.

25. **Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Lucio, Baptista. 2006.** *Metodología de la Investigación*. México : McGraw-Hill, 2006.
26. **Huaman Herbacio, Julia Francisca. 2021.** *"Estabilización de la subrasante adicionando roca basalto para pavimento flexible en la Av. Las Torres, distrito Lurigancho, Lima -2021"*. Facultad de ingeniería, Universidad cesar vallejo. Lima : s.n., 2021. Tesis pregrado.
27. **Humpiri Pineda, Katia. 2015.** *"análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de puno"*. Escuela de Postgrado Maestría en Ingeniería Civil, Universidad Andine "Néstor Cáceres Velásquez". Juliaca : s.n., 2015. Tesis de Postgrado.
28. *La tesis establecida presenta un nivel de investigación correlacional, de tal manera que establezca el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego mediante pru.*
- Vildoso Villegas, Jesahel Yanette. 2021.** Lima : s.n., 2 de septiembre de 2021, pág. 20.
29. **Laura Aguilar, Keilich Patsy. 2022.** *"Estabilizacion de subrasante del suelo natural con adiccion de polimeros, en camino vecinal maras moray, cusco, 2021"*. Facultad de ingnieria, Universidad continental. Huancayo : s.n., 2022. Tesis pregrado.
30. **López Caiza, Danilo Ramiro. 2018.** *Mejoramiento de la carpeta asfáltica a base de escoria siderúrgica para pavimentos flexibles (mezcla asfáltica)*. Escuela profesion al de Ingenieriai Civil, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Quito : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
31. **Lorente Pina, Jose Manuel. 2018.** *Estudio de la resistencia y el comportamiento frente a ataque ión cloruro y carbontación de hormingones con escorias de alto horno*. Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación, Universidad Politécnica de Cartagena. Cartajena : s.n., 2018.

32. **Lovera Dávila, Daniel F, Arias, Vladimir y Falcón, Rosa Coronado. 2018.** *La valoracion de las escorias metalurgicas como recursos industriales.* Instituto de Investigación FIGMMG, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : s.n., 2018.
33. **Lucen Sosa, Siclane Smith. 2019.** *Aplicación de escoria siderúrgica para rehabilitar pavimentos flexibles en el Distrito de La Victoria – Lima 2018.* Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
34. **Luque Fernández, Gladys Guisela. 2021.** *"Actitud hacia la investigacion en alumnos de 7mo, 8vo y 9no ciclo de odontologia de la upla 2020"*. Facultad ciencias de la salud, Universida peuana los andes. Lima : s.n., 2021. Tesis pregrado.
35. **Mendez Piña, Ana y Gomez Garcia, Manuel Jose. 2018.** *Proyecto sobre residuos: Utilizacion de escorias como sustitutos de aridos.* Facultad de ingenieria, Escuela de organizacion . 2018. Tesis pregrado.
36. **Muños Rodriguez, Herlimeleg. 2018.** *Analisis de pavimentacion (MDC-3) mejoras con escoria (No ferrosas) de funcion de cobre (Ensayos MARSHALL INV-E 748-07).* Facultad de Ingenieria, Universidad Militar Nueva Granada Facultad de Educacion a Distancia Ingenieria Civil. Bogota : s.n., 2018.
37. **Ñaupas Paitán, Humberto, y otros. 2018.** *Metodologia de la in Investigacion.* Bogota : s.n., 2018, pág. 135.
38. *Pavimento: tipos, propiedades, características y usos.* **Maldonado, Yandry. 2021.** 24 de Octubre de 2021, ¿que es el paviemento?
39. **Perez Sierra, Gustavo Edgar. 2018.** *Evaluacion de la escoria de horno como agregado en mezclas asfalticas.* Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala . Guatemala : s.n., 2018.
40. *Porosidad.* **Perez Porto, J y Gardey, A. 2019.** 14 de Agosto de 2019.

41. **Rodriguez, Daniela. 2020.** *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos.* Argentina : Lifeder, 2020.
42. **Rojas vasquez, Anderson Jesus. 2020.** *"Reciclado de pavimento flexible de la av. leoncio prado, con adición de asfalto modificado con polimeros en el distrito de chilca, huancayo - 2018"*. Facultad de ingeniería, Universidad nacional del centro del peru . Huancayo : s.n., 2020. Tesis pregrado.
43. **Salamanca Niño, María Angélica y Zuluaga Bautista, Santiago Arturo. 2018.** *Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, aashto 93 e instituto del asfalto para la vía la ye - santa lucia barranca lebrija entre los abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del cesar.* FACULTAD DE INGENIERÍA, Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
44. **Sánchez Carlessi, H. Hugo, Reyes Romero, Carlos y Mejía Sáenz, Katia. 2018.** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima : s.n., 2018.
45. **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, Universidad continental. Huancayo : s.n., 2021. Tesis pregrado.
46. **Saravia Alvarez, Paola Esteffany y Bach. Vejarano Ferrer, Franklin Gonzalo. 2019.** *"Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera huanchaco – santiago de cao"*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

47. **Seefeldt, Jordan. 2020.** thermofisher. *thermofisher*. [En línea] 15 de Mayo de 2020.
<https://www.thermofisher.com/blog/cienciaacelerada/metales/identificacion-positiva-de-materiales/la-importancia-de-las-escorias-metalurgicas-y-su-evaluacion/>.
48. **Siclane Smith, Lucen Sosa. 2018.** *Aplicación de escoria siderúrgica para rehabilitar pavimentos flexibles en el Distrito de La Victoria – Lima 2018*. Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
49. *Significados de absorcion.* **Graus. 2023.** 2023.
50. **Taipe Sarmiento, Walter y Salas Tocasca, Edson. 2018.** *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., 2018. pág. 15, Tesis Pregrado.
51. *Tamaño (medida).* **Bennett L. Schwartz, Krantz, John H. 2023.** 12 de Enero de 2023.
52. **Tapia Benavides, Claudio Alejandro. 2019.** *Evaluacion de la influencia de la escoria de cobre en la mezcla asfáltica con altos porcentajes de pavimentos asfálticos reciclado frente al ensayo de ahullamiento y de macrotexturas*. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile. Valdivia : s.n., 2019.
53. **Tomayo Lopez, Jerrey Alexander y Bolibar Bautista, Laura Vanessa. 2020.** *Protocolo para la elaboración de una mezcla asfáltica con incorporación de escoria siderúrgica como llenante mineral*. Facultad de ingenieria , Universidad Catolica de Colombia . Bogota : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
54. **Torres Castelblanco, Diana M. 2018.** *Estudio preliminar sobre el aprovechamiento de escoria de fundición de plomo secundario en la obtención de mezclas asfálticas*. 2018.

55. **Ugaz La Rosa, César Antonio. 2019.** *CAMINOS II*. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Alas Peruanas. Huancayo : s.n., 2019.
56. **Valdivia Dueñas, Marcelino Dueñas. 2018.** *Metodología de la investigación*. colombia : s.n., 2018.
57. **Valdivia Dueñas, Marcelino Raul. 2018.** *Metodología de la investigación*. colombia : s.n., 2018.
58. **Vega Pérrigo, Daniel Alonso. 2018.** *Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de yurimaguas (km 1+000 a 2+000)*. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
59. **Villanueva Flores, Silvia Mónica. 2018.** *“Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonatado”*. Escuela de Posgrado, Universidad Ricardo Palma . Lima : s.n., 2018. Posgrado.

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de Consistencia

Anexo 1 – Matriz de consistencia

<p align="center">“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON ESCORIA METALÚRGICA, HUANCAYO 2020”</p>						
<p>Problema general:</p> <p>¿Qué efecto produce la adición escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar que efecto produce la adición de escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La adición de escoria metalúrgica muestra efectos positivos en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Escoria Metalúrgica</p>	Proporción	Porcentaje	<p>Método de investigación: Cuantitativo.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicado.</p> <p>Nivel de investigación: Experimental</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Cuando: 2020.</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Población. La población para la investigación corresponde a especímenes de mezclas asfálticas caliente con la incorporación de escoria metalúrgica.</p> <p>Muestra: La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a los especímenes elaborados en laboratorio, cuyo detalle es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de agregados. - Caracterización de la escoria metalúrgica - Diseño de Asfalto Método Marshall de 75 golpes (100 briquetas). - Ensayo cántabro (20 briquetas). <p>Técnicas e instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recolección de datos <p>Técnicas de procesamiento de datos:</p> <p>Análisis estadístico de resultados obtenidos en el laboratorio.</p> <p>Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.</p>
				Cantidad	Peso	
				Tipo de escoria metalúrgica	Según su origen	
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿En qué grado se altera la estabilidad con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?</p> <p>b) ¿De qué manera cambia el flujo con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?</p> <p>c) ¿En qué grado varía la durabilidad con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar el grado de alteración de la estabilidad con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.</p> <p>b) Identificar el cambio en el flujo con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.</p> <p>c) Establecer grado variación de la durabilidad con escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>a) La estabilidad muestra un grado de alteración considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.</p> <p>b) El flujo muestra un cambio considerable empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.</p> <p>c) La durabilidad con escoria metalúrgica varía considerablemente empleando escoria metalúrgica en el comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible, Huancayo 2020.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Comportamiento estructural del pavimento flexible</p>	Estabilidad	Control de la resistencia en el proceso (Marshall)	
				Flujo	Control de la deformación en el proceso (Marshall)	
				Durabilidad	Medición del desgaste (Ensayo Cántabro)	

Anexo N°2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
1: Variable Independiente Escoria metalúrgica	Según Méndez Piña & Gómez García (2018), la escoria metalúrgica es un subproducto de la fundición de la materia prima para purificar los metales, se pueden considerar como una mezcla de óxidos metálicos; sin embargo, pueden contener sulfuros de metal y átomos de metal en forma de elemento. Aunque la escoria suele utilizarse como un mecanismo de eliminación de residuos en la fundición del metal, también pueden servir para otros propósitos, como ayudar en el control de la temperatura durante la fundición y minimizar la reoxidación del metal líquido final antes de pasar al molde.	La escoria metalúrgica se operacionaliza mediante sus dimensiones: - D1: Proporción - D2: Cantidad - D3: Tipo de escoria metalúrgica A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Proporción	Porcentaje
			Cantidad	Peso
			Tipo de escoria metalúrgica	Según su origen
2: Variable Dependiente Comportamiento estructural del pavimento flexible	Según Maldonado (2021), el pavimento flexible es aquel en que las cargas se trasladan al material subrasante con la teoría de traspaso de partícula a partícula mediante los puntos de contacto en la estructura granular de subrasante. Las vías y carreteras recubiertas con el pavimento flexible se determinan por tener menos aguante a la flexión, o sea que actúa como un material similar a una hoja flexible. Un modelo de esto son las carreteras bituminosas.	El comportamiento estructural del pavimento flexible. Se operacionaliza mediante sus dimensiones: - D1: Estabilidad - D2: Flujo - D3: Durabilidad A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Estabilidad	Control de la resistencia en el proceso (Marshall)
			Flujo	Control de la deformación en el proceso (Marshall)
			Durabilidad	Medición del desgaste (Ensayo Cántabro)

Anexo N°3: Matriz de operacionalización de instrumento

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
				1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Escoria metalúrgica	Proporción	Porcentaje	Recolección de datos y muestreo					
	Cantidad	Peso			X			
	Tipo de escoria metalúrgica	Según su origen						
2: Variable Dependiente Comportamiento estructural del pavimento flexible	Estabilidad	Control de la resistencia en el proceso (Marshall)	Resistencia de Mezclas Bituminosas empleando el Aparato Marshall (ASTM D-1559) / (MTC-E 504)				X	
	Flujo	Control de la deformación en el proceso (Marshall)	Resistencia de Mezclas Bituminosas empleando el Aparato Marshall (ASTM D-1559) / (MTC-E 504)				X	
	Durabilidad	Medición del desgaste (Ensayo Cántabro)	Desgaste de Mezcla Asfáltica mediante el ensayo Cántabro (MTC E 515).				X	

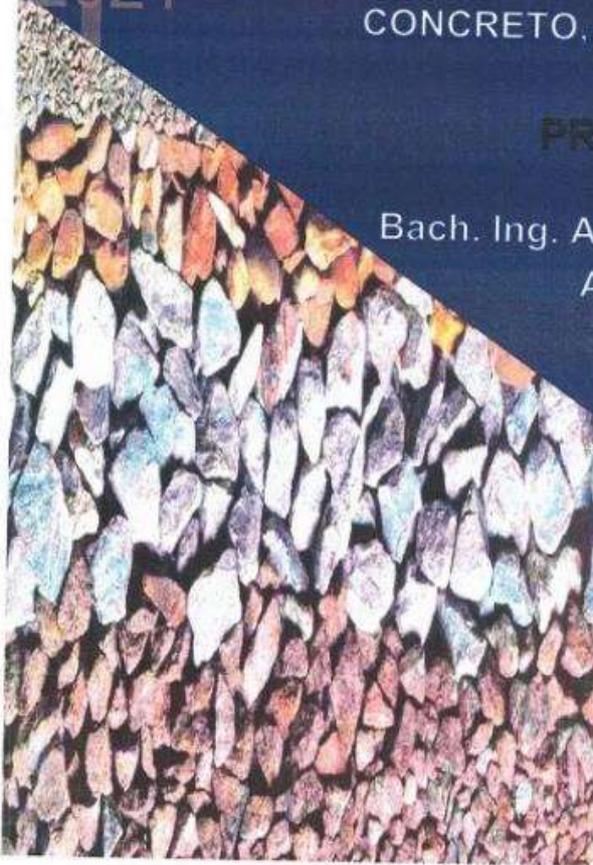
Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. ANGEL ARQUIMEDES PEREZ
ALLCCA HUAMAN



**“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS
PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE CON ESCORIA
METALÚRGICA, HUANCAYO 2020”**



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

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

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

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

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



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.

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 (MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancaayo 2020."

TESISTA: Pérez Alcahuaman, Angel Arquimides

CANTERA: RASHUAMANSAC

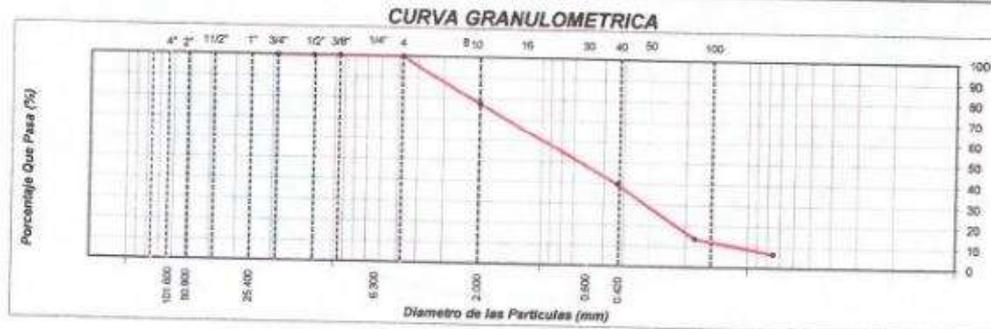
MATERIAL: Arena Natural

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

Muestra: M-1

Tamaño Máximo : N° 4
Peso Inicial Seco : 475.9 g
Fracción :

TAMIZ	PESO	%		ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	ACUMULADO		
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	QUE PASA	A	
4"	101.600				Limite Líquido (LL) : Limite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.300				
N° 4	4.750		100.0		
N° 8	2.360	90.0	18.9	81.1	
N° 10	2.000	16.3	3.4	77.7	
N° 16	1.190	43.8	9.2	68.5	
N° 20	0.840				
N° 30	0.900	74.4	15.6	52.9	
N° 40	0.425	63.5	13.3	39.5	
N° 50	0.300	63.3	13.3	26.2	
N° 80	0.180	58.3	12.3	14.0	
N° 100	0.150	15.7	3.3	10.7	
N° 200	0.740	18.8	4.0	6.7	
< N° 200	FONDO	30.5	6.4	99.7	




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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.

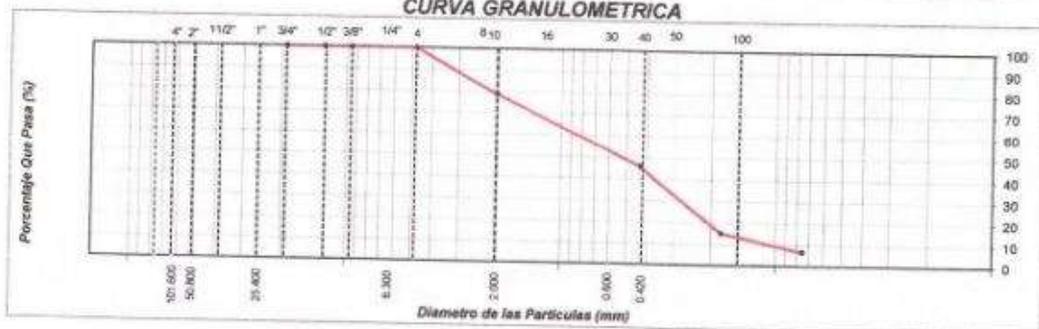


DIRECCIÓN : Psj. GRAU N° 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancaayo 2020."							
TESISTA: Perez Allocahuaman, Angel Arquimides							
CANTERA: RASHUAMANSAC							
MATERIAL: Arena Natural							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Agosto-2021							
Muestra: M-2							
Tamaño Máximo : N° 4							
Peso Inicial Seco : 451.5 g							
Fracción :							
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
4"	101.600						Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.300						
N° 4	4.750				100.0		Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (IL) :
N° 8	2.360	84.0	18.6	18.6	81.4		
N° 10	2.000	11.8	2.8	21.2	78.8		
N° 16	1.190	35.1	7.8	29.0	71.0		
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	61.0	13.5	42.5	57.5		
N° 40	0.425	52.8	11.7	54.2	45.8		
N° 50	0.300	69.7	15.4	69.6	30.4		
N° 80	0.180	68.6	15.2	84.8	15.2		
N° 100	0.150	16.6	3.7	88.5	11.5		
N° 200	0.740	21.5	4.8	93.3	6.7		
< N° 200	FONDO	29.1	6.5	99.7			OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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



DIRECCION : Pj. GRAU N° 211 - CHILCA
 (Rec. a una cuadra frente al parque Tazo Av. Espinosa Torres con Av. Lomas Pozas)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 9913751093
 E-MAIL : labgeotestv102@gmail.com / geotestv@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
TITULO: Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020.*
TESISTA: Perez Aliccalhuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rishuamensac-Huamancaca

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

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° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 60			N° 80	N° 100	N° 200			
001	Agregado fino	Ago-21	Avena Natural	Di	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.1	77.7	69.5	52.9	39.5	0.425	0.300	0.180	0.150	0.740	6.7	M-1	
002	Agregado fino	Ago-21	Avena Natural	Di	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.4	78.8	71.0	57.5	45.8	30.4	15.2	11.5	6.7	6.7	6.7	M-2	
ESTADÍSTICOS																							
PROMEDIO					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.3	78.3	69.8	55.2	42.7	28.3	14.6	11.1	6.7	6.7			
MAXIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.4	78.8	71.0	57.5	45.8	30.4	15.2	11.5	6.7	6.7			
MINIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.1	77.7	69.5	52.9	39.5	28.2	14.0	10.7	6.7	6.7			
DESV. ESTÁNDAR					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	1.8	3.3	4.5	3.0	0.8	0.6	0.0	0.0			
VARIANZA					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.1	10.8	19.8	8.8	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0			
COEFICIENTE VARIACION					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	2.5	5.9	10.4	10.5	5.8	5.1	0.0	0.0			

INGENIERO EN CONCRETO Y ASFALTO
 Ing. MAX JERRY VELIZ SUICARAY

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

DIRECCION : Pse. GRAU N° 211 - CHICLA
 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.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 (MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."

TESISTA: Pérez Alicahuaman, Angel Arquimides

CANTERA: Huamancaca

MATERIAL: Arena chancada

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Agosto-2021

Muestra: Arena Chancada M-1

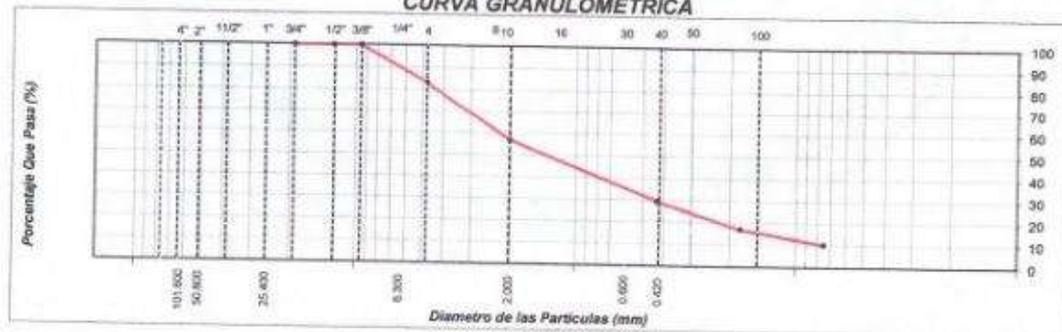
Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 452.7 g

Fracción :

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
4"	101.600					Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%): Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad : Índice CBR : Índice de liquidez (LI) :
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	75.8	16.7	16.7	83.3	
Nº 8	2.300	103.0	22.6	39.5	60.5	
Nº 10	2.000	16.5	3.6	43.1	56.9	
Nº 16	1.190	48.2	10.6	53.8	46.2	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	51.4	11.4	65.1	34.9	
Nº 40	0.425	24.5	5.4	70.5	29.5	
Nº 50	0.300	24.9	5.5	75.0	24.0	
Nº 60	0.180	31.2	6.9	82.9	17.1	
Nº 100	0.150	9.7	2.1	85.1	14.9	
Nº 200	0.740	20.8	4.6	89.7	10.3	
< Nº 200	FCNDO	47.4	10.5	100.1		

CURVA GRANULOMETRICA



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 (MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T85)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO : "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."

TESISTA : Pariz Alcahuaman, Angel Arquimides

CANTERA : Huancanca

MATERIAL : Arena chancada

FECHA : Agosto-2021

HECHO POR : A.Y.G.

Muestra : Arena Chancada

M-2

Tamaño Máximo : 3/8"

Peso Inicial Seco : 584.0 g

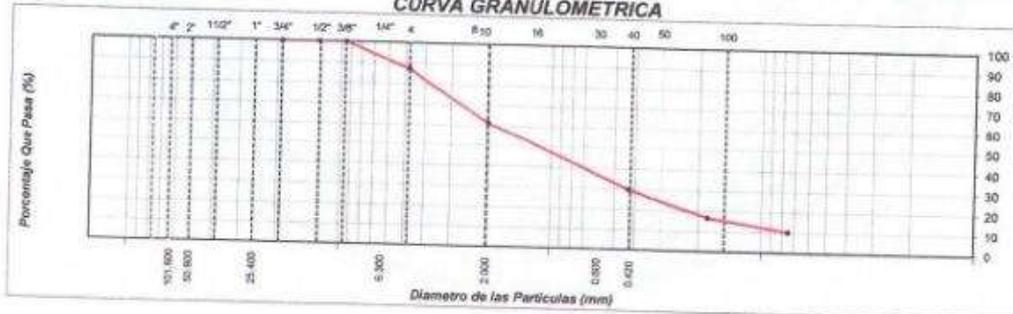
Fracción :

TAMIZ		PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
4"	101.600						Limite Líquido (LL) : Limite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.300				100.0		
Nº 4	4.760	73.7	12.6	12.6	87.4		
Nº 6	2.360	124.5	21.3	33.9	66.1		
Nº 10	2.000	25.7	4.4	38.3	61.7		
Nº 16	1.190	73.1	12.5	50.8	49.2		
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600	77.8	13.3	64.2	35.8		
Nº 40	0.425	34.3	5.9	70.0	30.0		
Nº 60	0.300	34.2	5.9	75.9	24.1		
Nº 80	0.180	42.2	7.2	83.1	16.9		
Nº 100	0.150	13.6	2.3	85.5	14.5		
Nº 200	0.740	24.8	4.2	89.7	10.3		
< Nº 200	FONDO	59.9	10.3	99.9			

Índice de consistencia (IC) :
Coef. de compresibilidad (CC) :
Contenido de humedad:
Índice CBR:
Índice de liquidez (IL) :

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

(Signature)
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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 : Paj. GRAU N° 211 - CHILCA
 (Edificio una cuadra frente al parque Páez)
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 HIDRÁULICA

TÍTULO: Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria melalúrgica Huancayo 2020.*

TESISTA: Pérez Alcocahuaman, Angel Arquimides

CANTERA: Huancabaca

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

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA CHANCADA

Item	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° 60	N° 80	N° 100	N° 200
001		Agosto-21	Arena Chancada	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	83.3	60.6	56.9	46.2	34.9	29.5	24.0	17.1	14.9	10.3	M-1		
002		Agosto-21	Arena Chancada	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	87.4	66.1	61.7	46.2	35.8	30.0	24.1	16.9	14.5	10.3	M-2		
ESTADÍSTICOS																					
PROMEDIO					100.0	100.0	100.0	100.0	85.4	63.3	59.3	47.7	35.4	29.8	24.1	17.0	14.7	10.3			
MAXIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	87.4	66.1	61.7	49.2	35.8	30.0	24.1	17.1	14.9	10.3			
MINIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	83.3	60.6	56.9	46.2	34.9	29.5	24.0	16.9	14.5	10.3			
DESV. ESTÁNDAR					0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	4.0	3.4	2.1	0.8	0.4	0.1	0.1	0.3	0.0			
VARIANZA					0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	16.7	11.5	4.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0			
COEFICIENTE VARIACION					0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	5.7	4.4	1.8	1.2	0.3	0.8	1.9	0.0				



ING. MAX. FERRER VELIZ SUICARAY

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



DIRECCION : Pst. GRAUN 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Allicahuaman, Angel Arquimides

CANTERA: Huancacaca

MATERIAL: Grava 1/2"

M-1

FECHA: Agosto-2021

HECHO POR: A.Y.G.

Muestra: Grava 1/2"

Tamaño Máximo : 1/2"

Peso Inicial Seco : 1585.1 g

Fracción :

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
4"	101.600					Limite Líquido (LL) : Limite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.700	844.9	40.7	40.7	59.3	
3/8"	9.525	530.4	33.5	74.1	25.9	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	392.8	24.8	98.9	1.1	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad : Índice CBR : Índice de liquidez (IL) :
Nº 8	2.360	4.8	0.3	99.2	0.8	
Nº 10	2.000	0.4	0.0	99.3	0.7	
Nº 16	1.190	0.5	0.0	99.3	0.7	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	0.4	0.0	99.3	0.7	
Nº 40	0.425	0.2	0.0	99.3	0.7	
Nº 50	0.300	0.4	0.0	99.4	0.6	
Nº 80	0.180	0.8	0.1	99.4	0.6	
Nº 100	0.150	0.4	0.0	99.4	0.6	
Nº 200	0.740	2.3	0.1	99.6	0.4	OBSERVACIONES :
< Nº 200	FONDO	5.4	0.3	99.9		

CURVA GRANULOMETRICA




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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP Nº 247312
 JEFE DE LABORATORIO

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas e 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.

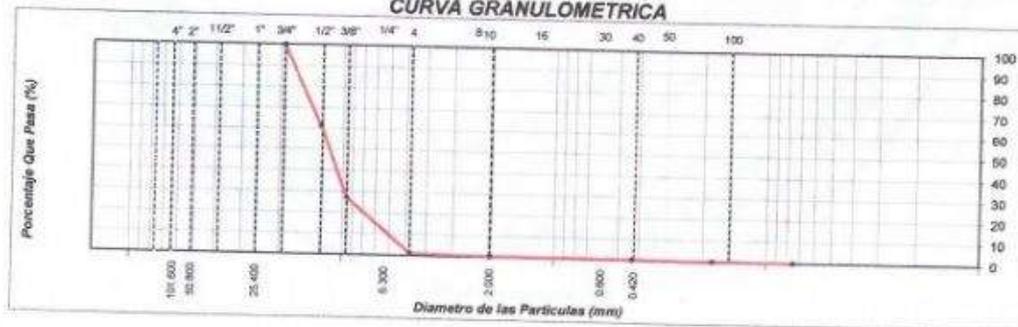
DIRECCION : Pst. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."							
TESISTA: Perez Allocahuaman, Angel Arquimides.							
CANTERA: Huancacaca							
MATERIAL: Grava 1/2" M-2							
Muestra: Grava de 1/2"							
FECHA: Agosto-2021							
HECHO POR: A.Y.G.							
Tamaño Máximo : 1/2"							
Peso Inicial Seco : 2740.0 g							
Fracción :							
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
4"	101.600						Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700	1052.5	38.4	38.4	100.0		
3/8"	9.525	939.3	34.3	72.7	61.6		
1/4"	6.300				27.3		
Nº 4	4.750	715.9	26.1	98.8	1.2	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (IL) :	
Nº 8	2.360	18.0	0.7	99.5	0.5		
Nº 10	2.000	1.0	0.0	99.5	0.5		
Nº 16	1.190	2.1	0.1	99.6	0.4		
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600	1.3	0.0	99.6	0.4		
Nº 40	0.425	0.8	0.0	99.7	0.3		
Nº 50	0.300	0.9	0.0	99.7	0.3		
Nº 80	0.180	1.4	0.1	99.8	0.2		
Nº 100	0.150	1.6	0.1	99.8	0.2		
Nº 200	0.740	2.6	0.1	99.9	0.1		
< Nº 200	FONDO	1.2	0.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA




GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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
 (del 3 a 100 metros frente al parque para Av. Kenward) con Av. Leticia del Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA																								
TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."																								
TESISTA: Perez Alicahuanan, Angel Arquimides																								
CANTERA: Huancabamba																								
FECHA: Agosto-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-21	Grava de 1/2"	Día	100.0	100.0	100.0	95.25	4.760	2.360	2.000	1.190	0.800	0.425	0.300	0.180	0.160	0.740	M-1					
002	Agregado Grueso	Ago-21	Grava de 1/2"	Día	100.0	100.0	61.6	27.3	1.2	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	M-2					
ESTADÍSTICOS					PROMEDIO	100.0	100.0	60.5	26.6	1.2	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3					
					MAXIMO	100.0	100.0	61.6	27.3	1.2	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.4		
					MINIMO	100.0	100.0	59.3	25.9	1.1	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	
					DESV. ESTÁNDAR	0.0	0.0	1.6	1.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	
					VARIANZA	0.0	0.0	2.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	
COEFICIENTE VARIACION					0.0	0.0	2.7	3.7	6.1	32.6	23.6	36.6	38.8	56.6	47.1	70.7	70.7	84.9						

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO ASFALTO E HIDRAULICA
 GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO ASFALTO E HIDRAULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SUCCANAY

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

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

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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 (MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)

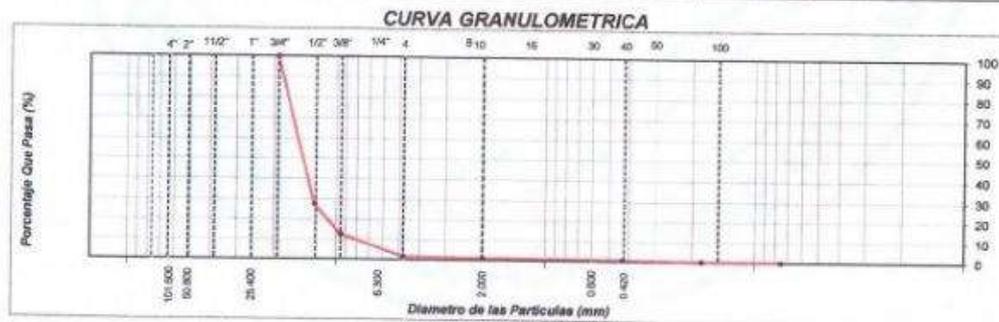
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
 TESISISTA: Peretz Aliccahuaman, Angel Arquimides
 CANTERA: Rashuamansac
 MATERIAL: Grava 3/4" M-1
 Muestra: Grava de 3/4" M-01

FECHA: Agosto-2021
 HECHO POR: A.Y.G.
 Tamaño Máximo : 3/4"
 Peso Inicial Seco : 3421.9 g
 Frección :

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
4"	101.800					Limite Líquido (LL) : Limite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%):
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050				100.0	
1/2"	12.700	2471.2	72.2	72.2	27.8	
3/8"	9.525	519.1	15.2	87.4	12.6	
1/4"	6.300					
N° 4	4.760	368.6	10.8	98.2	1.6	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresióbilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (IL) :
N° 8	2.360	18.9	0.6	98.7	1.3	
N° 10	2.000	1.2	0.0	98.7	1.3	
N° 16	1.190	4.7	0.1	98.9	1.1	
N° 20	0.840					
N° 30	0.600	6.7	0.2	99.1	0.9	
N° 40	0.425	5.4	0.2	99.2	0.8	
N° 50	0.300	7.8	0.2	99.5	0.5	
N° 80	0.180	8.5	0.2	99.7	0.3	
N° 100	0.150	2.2	0.1	99.8	0.2	
N° 200	0.740	4.6	0.1	99.9	0.1	
< N° 200	FONDO	3.4	0.1	100.0		

OBSERVACIONES :




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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.

DIRECCION : Psj. GRAU N° 211 - CHILCA
 Ref. a una coadra 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.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 (MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T38)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac
MATERIAL: Grava 3/4" M-2

FECHA: Agosto-2021
HECHO POR: A.Y.G.
Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 3427.3 g
Fracción :

Muestra: Grava 3/4"

TAMIZ		PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
4"	101.600						Limite Líquido (LL) : Limite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%):
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de líquidos (LI) :
3/4"	19.050				100.0		
1/2"	12.700	2472.3	72.1	72.1	27.9		
3/8"	9.525	520.0	15.2	87.3	12.7		
1/4"	6.300						
N° 4	4.760	369.1	10.8	98.1	1.9		OBSERVACIONES :
N° 8	2.360	19.2	0.6	98.6	1.4		
N° 10	2.000	1.4	0.0	98.7	1.3		
N° 16	1.180	4.9	0.1	98.8	1.2		
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	6.8	0.2	99.0	1.0		
N° 40	0.425	5.7	0.2	99.2	0.8		
N° 50	0.300	7.9	0.2	99.4	0.6		
N° 80	0.180	8.8	0.3	99.7	0.3		
N° 100	0.150	2.5	0.1	99.7	0.3		
N° 200	0.740	4.9	0.1	99.9	0.1		
< N° 200	FONDO	3.8	0.1	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

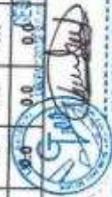
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs: GRAU N° 211 - CHILCA
 (del alameda hasta el puente Luzu) Av. Ismael Urquiza con Av. Teodoro Pedraza
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgctestv02@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 estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020 *																					
TESISTA: Perez Alicahuanan, Angel Arquimides																					
MATERIAL: Escoria metalúrgica																					
FECHA: Agosto-2021																					
HECHO POR: A.Y.G.																					
RESUMEN DE ENSAYOS DE ESCORIA METALURGICA																					
Item	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	Escoria Metalúrgica	Ago-21	Escoria Metalúrgica	Día	25.400	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.180	0.150	0.740				
002	Escoria Metalúrgica	Ago-21	Escoria Metalúrgica	Día	100.0	100.0	100.0	100.0	98.3	98.3	92.3	52.1	31.9	17.0	7.9	5.7	1.5				
					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.6	87.0	41.1	23.7	13.0	5.7	3.9	0.8				
ESTADÍSTICOS																					
PROMEDIO					100.0	100.0	100.0	100.0	98.3	97.5	89.7	46.6	27.8	15.0	6.8	4.8	1.2				
MAXIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	98.9	98.3	92.3	52.1	31.9	17.0	7.9	5.7	1.5				
MINIMO					100.0	100.0	100.0	100.0	97.6	86.6	87.0	41.1	23.7	13.0	5.7	3.9	0.8				
DESV. ESTÁNDAR					0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.2	3.7	7.8	6.8	2.8	1.6	1.3	0.5				
VARIANZA					0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4	14.0	60.5	33.6	8.0	2.4	1.6	0.2				
COEFICIENTE VARIACION					0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.2	4.2	16.7	20.9	18.9	22.9	26.6	43.0				



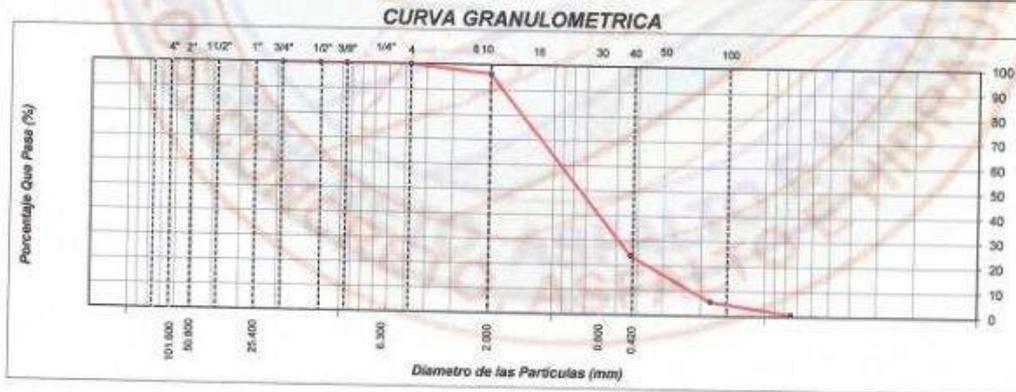
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

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

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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."							
TESISTA: Perez Allocahuaman, Angel Arquimides							
CANTERA: Rashuamansac							
MATERIAL: Escoria metalúrgica							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Agosto-2021							
Muestra: Escoria Metalúrgica M-2			Tamaño Máximo : N° 4				
			Peso Inicial Seco : 1141.8 g				
			Fracción :				
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
4"	101.600						Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525				100.0		
1/4"	6.300						
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0		Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad : Índice CBR : Índice de liquidez (IL) :
N° 8	2.360	27.0	2.4	2.4	97.6		
N° 10	2.000	12.3	1.1	3.4	96.6		
N° 16	1.190	108.8	9.5	13.0	87.0		
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	524.8	46.0	58.9	41.1		
N° 40	0.425	198.4	17.4	76.3	23.7		
N° 50	0.300	121.5	10.6	87.0	13.0		
N° 60	0.180	83.9	7.3	94.3	5.7		
N° 100	0.150	21.0	1.8	96.1	3.9		
N° 200	0.740	35.3	3.1	99.2	0.8		
< N° 200	FONDO	8.8	0.8	100.0			



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

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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 : Pcs. 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.

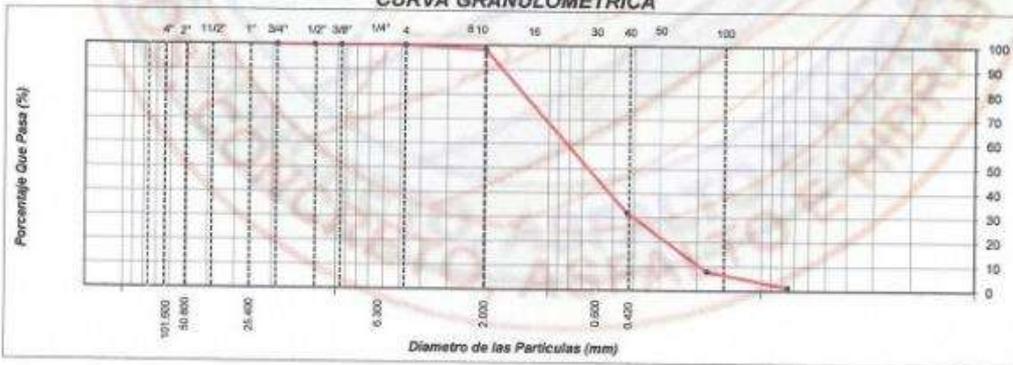
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(MTC E107 - ASTM C136 - AASHTO T88)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancaayo 2020."						
TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides						
CANTERA: RASHUAMANSAC						
MATERIAL: Escoria metalúrgica						
HECHO POR: A.Y.G.						
FECHA: Agosto-2021						
Muestra: Escoria Metalúrgica M-1			Tamaño Máximo : N° 4			
			Peso Inicial Seco : 1168.0 g			
			Fracción :			
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.300					
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 8	2.360	13.0	1.1	1.1	98.9	
N° 10	2.000	7.2	0.6	1.7	98.3	
N° 16	1.190	70.2	6.0	7.7	92.3	
N° 20	0.840					
N° 30	0.800	469.1	40.2	47.9	52.1	
N° 40	0.425	236.2	20.2	68.1	31.9	
N° 50	0.300	173.5	14.9	83.0	17.0	
N° 80	0.180	106.8	9.1	92.1	7.9	
N° 100	0.150	25.8	2.2	94.3	5.7	
N° 200	0.0740	48.7	4.2	98.5	1.5	
< N° 200	FONDO	17.5	1.5	100.0		

Límite Líquido (LL) :
 Límite Plástico (LP) :
 Índice Plástico (IP) :
 Clasificación (SUCS) :
 Clasificación (AASHTO) :
 Contenido Humedad (%):
 Índice de consistencia (IC) :
 Coef. de compresibilidad (CC) :
 Contenido de humedad:
 Índice CBR:
 Índice de liquidez (IL) :

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

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

E-MAIL : labgeotestv09@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK: Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



LABORATORIO
Caracterización de

Agregados

Combinados

SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

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.

DIRECCION : Psj. GRAUN 211 - CHIFCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

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



ABRASIÓN LOS ANGELES
 (MTC E207 - ASTM C131 - AASTHO T96)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."

TESISTA: Perez Aliccahuaman, Angel Arquimides

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

MATERIAL: Grava

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Agosto-2021

GRADACIÓN	"B"			
ESFERAS	11			
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"	2502.8			
1/2" - 3/8"	2500.2			
3/8" - 1/4"				
1/4" - Nº4	-			
Nº4 - Nº8	-			
Peso Muestra	5003			
Peso Retenido Tamiz Nº 12	4202			
Peso Pasante Tamiz Nº 12	801			
% DESGASTE	16.01			
PROMEDIO			16.0%	
ESPECIFICACION:	MAX.		35.0%	OK

OBSERVACIONES:



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

(Signature)
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.

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

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



PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
 (ASTM D4791)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO : "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
 TESISTA : Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides
 CANTERA : Rashuamansac-Huamancaca
 MATERIAL : Grava
 FECHA: Agosto-2021
 HECHO POR: A.Y.G

Muestra: M01

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	1"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3/4"	1/2"	1999.8	15.6	0.8	16.1	12.6	
1/2"	3/8"	999.7	4.1	0.4	11.7	4.8	
Σ		2,999.5	19.7		27.8	17.4	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					0.62		OK
ESPECIFICACION:					MAXIMO	10.0%	

OBSERVACIONES:


 GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 347312
 JEFE DE LABORATORIO

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.



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CARAS FRACTURADAS (MTC E210 - ASTM D5821)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO :	"Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA :	Perez Aliccahuaman, Angel Arquimides
CANTERA :	Rashuamansac-Huamancaca
MATERIAL :	Grava
FECHA: Agosto-2021	
HECHO POR: A.Y.G	

A.- CON UNA CARA FRACTURADAS 90% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (grs.)	B (grs.)	C ((B/A)*100)	D %	E C'D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2003.0	1996.3	99.67	16.7	1664.4
1/2"	3/8"	1000.0	987.6	98.76	11.7	1155.5
TOTAL		3003	2983.9		28.4	2,819.91

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2820}{28.40}$	99.3	%
---	--	-------------	----------

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS 70% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (grs.)	B (grs.)	C ((B/A)*100)	D (grs.)	E C'D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2003.0	1685.3	84.14	16.7	1,405.1
1/2"	3/8"	1000.0	685.5	68.55	11.7	802.0
TOTAL		3003	2370.8		28.4	2,207.15

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2267}{28.40}$	77.7	%
---	--	-------------	----------

OBSERVACIONES :


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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCIÓN : Pst. 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
 (MTC E114 - ASTM D2419 - AASHTO T176)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."

TESISTA: Perez Alcahuaman Angel Arquimides

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

MATERIAL: Arena

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Agosto-2021

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	01:37	01:39	01:41
4	Hora de Salida	01:47	01:49	01:51
5	Hora de Entrada	01:49	01:51	01:53
6	Hora de Salida	02:09	02:11	02:13
7	Altura Maxima de Material Fino	6.10	7.10	6.40
8	Altura Maxima de la Arena	3.58	3.60	3.58
9	Equivalente de Arena (%)	58.7	50.7	55.9
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		56.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK

OBSERVACIONES :

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP 14' 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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 : Pse. GRAU N° 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo 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 T90)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancaayo 2020."

TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides
 CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
 MATERIAL: Agregado fino

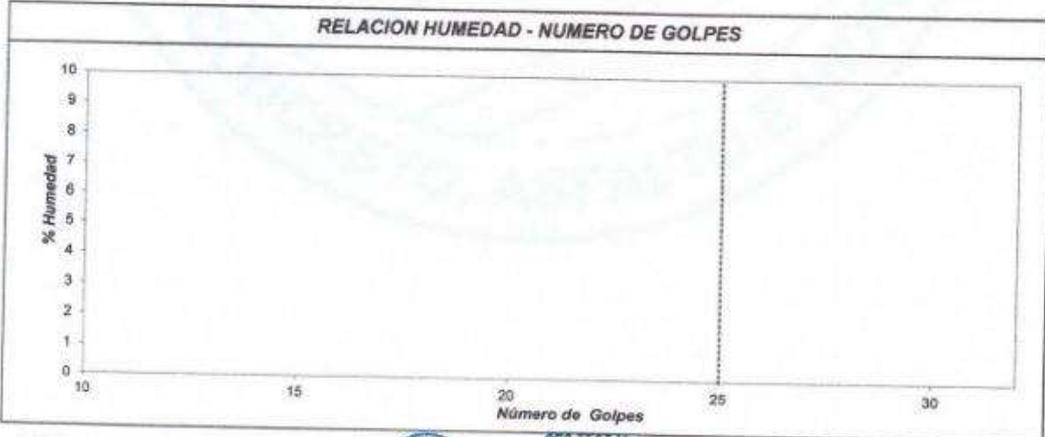
HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Agosto-2021

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	NP	NP
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



OBSERVACIONES :



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

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

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancaayo 2020."
 TESISTA: Perez Aliccahuaman, Angel Arquimides
 CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
 MATERIAL: Agregado fino

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

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 200	
		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	NP	NP
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 :

GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. JOSE JERRY VELIZ SULCARAY
 C.P. 14° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

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



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS
 (MTC E206, NTP 400.021)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Alccahuaman Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
MATERIAL: Grava

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

Muestra: Combinado

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa	2.608	g/cm ³
Peso específico SSS	2.632	g/cm ³
Peso específico Aparente	2.671	g/cm ³
Absorción:	0.905	%

ITEM	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	2454.0
2. Peso de agregado sumergido (gr)	1521.5
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	2432.0
4. Peso Especifico de Masa (gr/cm ³)	2.61
5. Peso Especifico SSS (gr/cm ³)	2.63
6. Peso Especifico Aparente (gr/cm ³)	2.67
7. Absorción (%)	0.90

OBSERVACIONES : _____


GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

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



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
 (MTC E205, NTP 400.022)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."
 TESISTA: Perez Alcocahuaman Angel Arquimides
 CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
 MATERIAL: Agregado Fino
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Agosto-2021

Muestra: Convencional-Combinado

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa	2.54	g/cm3
Peso específico SSS:	2.55	g/cm3
Peso específico Aparente	2.50	g/cm3
Absorción:	0.40	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	135.4
Peso de Fiola	(g)	151.40
Peso del agregado en estado SSS	(g)	502.49
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	954.30
Peso del agregado seco	(g)	635.90
Volumen de fiola	(cm3)	497.1
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.54
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.55
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.50
Absorción	(%)	0.40

OBSERVACIONES :

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

 ING. PURA JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCIÓN : Pst. GRAU N° 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrucarril 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 E205, NTP 400.022)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."
 TESISISTA: Perez Allocahuaman Angel Arquimides
 CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
 MATERIAL: Agregado Fino + 5% de Escoria Metalúrgica
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Agosto-2021

Muestra: Combinado

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa	2.65	g/cm3
Peso específico SSS:	2.66	g/cm3
Peso específico Aparente	2.64	g/cm3
Absorción:	0.44	%

ITEM		P-1	P-2
Peso de Tara	(g)	135.6	138.1
Peso de Fiola	(g)	139.50	139.00
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500	500.2
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	948.40	949.30
Peso del agregado seco	(g)	634.50	635.00
Volumen de fiola	(cm3)	497.3	497.3
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.65	2.65
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.65	2.67
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.63	2.66
Absorción	(%)	0.22	0.66

OBSERVACIONES :



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.

DIRECCION : 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.



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
 (MTC E205, NTP 400.022)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Alcocahuaman Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
MATERIAL: Agregado Fino- 10% de Escoria Metalúrgica
HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Agosto-2021

Material: Combinado

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa:	2.70	g/cm3
Peso específico SSS:	2.73	g/cm3
Peso específico Aparente:	2.73	g/cm3
Absorción:	1.0	%

ITEM		P-1	P-2
Peso de Tara	(g)	135.3	132.6
Peso de Fiola	(g)	138.20	138.00
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500	500
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	952.10	952.00
Peso del agregado seco	(g)	630.90	627.00
Volumen de fiola	(cm3)	497.3	497.3
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.70	2.70
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.73	2.73
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.73	2.74
Absorción	(%)	0.89	1.13

OBSERVACIONES :



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP 10 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCIÓN : Pse. GRAU N 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque 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 E205, NTP 400.022)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."
 TESISTA: Perez Allicahuaman Angel Arquimides
 CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
 MATERIAL: Agregado Fino - 15% de Escoria Metalúrgica
 HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Agosto-2021

Muestra: Combinado

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa	2.74	g/cm3
Peso específico SSS:	2.76	g/cm3
Peso específico Aparente	2.56	g/cm3
Absorción:	0.44	%

ITEM		P-1	P-2
Peso de Tara	(g)	134	134
Peso de Fiola	(g)	151.00	151.80
Peso del agregado en estado SSS	(g)	514	514
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	976.00	978.00
Peso del agregado seco	(g)	645.00	646.50
Volumen de fiola	(cm3)	497.1	499
Peso Especifico de Masa	(g/cm3)	2.75	2.74
Peso Especifico SSS	(g/cm3)	2.76	2.75
Peso Especifico Aparente	(g/cm3)	2.56	2.56
Absorción	(%)	0.59	0.29

OBSERVACIONES :



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

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

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK: Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



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.

DIRECCION : Pst. 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 MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ANÁLISIS - COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."

TESISTA: Perez Alcocahuamani, Angel Arquimides

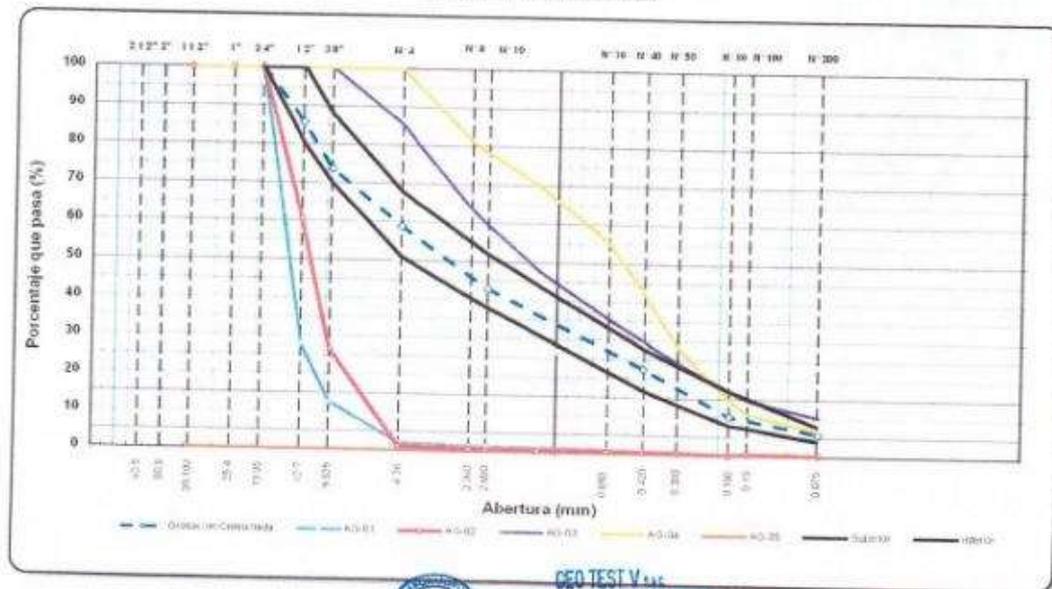
FECHA: Agosto-2021

CANTERA: Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS								N° COMBINA O	ESPECIFICACION		
		AG-01		AG-02		AG-03		AG-04			100	MIN	MAX
		Grava 3/4"		Grava 1/2"		Arena Chancado		Arena Natural					
		% Aporte	0	% Aporte	36	15	39	% Aporte	25				
1 1/2"	38.100	100.0	0.00	100.0	36.00	100.0	39.00	100.0	25.00	100.0	-	-	
1"	25.400	100.0	0.00	100.0	36.00	100.0	39.00	100.0	25.00	100.0	-	-	
3/4"	19.050	100.0	0.00	100.0	36.00	100.0	39.00	100.0	25.00	100.0	-	-	
1/2"	12.700	27.9	0.00	60.5	21.78	100.0	39.00	100.0	25.00	100.0	100	100	
3/8"	9.525	12.7	0.00	26.6	9.58	100.0	39.00	100.0	25.00	88.8	80	100	
N° 4	4.760	1.9	0.00	1.2	0.43	85.4	33.31	100.0	25.00	73.0	70	88	
N° 8	2.360	1.4	0.00	0.7	0.25	63.6	24.80	81.3	20.33	68.7	51	66	
N° 10	2.000	1.3	0.00	0.6	0.22	59.3	23.13	78.3	19.68	45.4	-	-	
N° 15	1.190	1.2	0.00	0.6	0.22	47.7	18.60	69.8	17.45	42.0	38	52	
N° 30	0.600	1.0	0.00	0.6	0.22	35.4	13.81	55.2	13.80	36.3	-	-	
N° 40	0.425	0.8	0.00	0.5	0.19	29.8	11.62	42.7	10.68	27.8	-	-	
N° 50	0.300	0.6	0.00	0.5	0.18	24.1	9.40	28.3	7.06	22.5	17	28	
N° 80	0.180	0.3	0.00	0.1	0.04	17.0	6.63	14.6	3.65	16.7	-	-	
N° 100	0.150	0.3	0.00	0.4	0.14	14.7	5.73	11.1	2.78	10.3	8	17	
N° 200	0.074	0.1	0.00	0.3	0.11	10.3	4.02	6.7	1.68	8.7	-	-	
										5.9	4	8	

CURVA GRANULOMETRICA



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

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



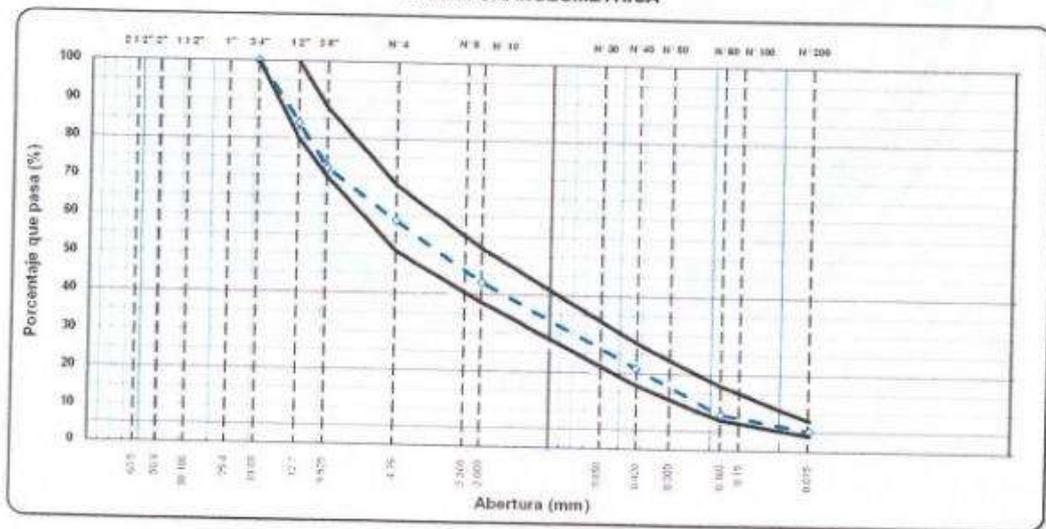
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C - 136

TITULO : "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA : Perez Alicahuaman, Angel Arquimides
CANTERA : Rashuamensac-Huamancaca
MATERIAL : Grava-Arena
FECHA: Agosto-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	75000.0 gr
1"	25.400				100.0	100	Peso Fraccion	540.9 gr
3/4"	19.050				83.9	80 - 100		
1/2"	12.700	12072.0	16.1	16.1	72.2	70 - 88	COMBINACION DE AGREGADOS	
3/8"	9.525	8776.0	11.7	27.8	58.5	51 - 68	Grava chancada de 3/4"	0.0 %
1/4"	6.300				45.2		Gravilla chancada de 1/2"	36.0 %
N°4	4.750	10182.1	13.6	41.4	35.6	38 - 52	Arena Chancada 1/4"	39.0 %
N°8	2.360	146.9	13.4	54.8	26.9		Arena Natural 1/4"	25.0 %
N°10	2.000	22.8	2.1	56.9	21.3	17 - 28		
N°16	1.190	81.7	7.5	64.4	15.5			
N°20	0.840				9.4	8 - 17		
N°30	0.600	96.8	8.8	73.1	7.7			
N°40	0.425	60.4	5.5	78.7	5.2	4 - 8		
N°50	0.300	64.1	5.9	84.5				
N°80	0.180	66.6	8.1	90.8				
N°100	0.150	18.3	1.7	92.3				
N°200	0.074	26.9	2.5	94.8				
< 200	-	57.4	5.2	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Camps, 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.

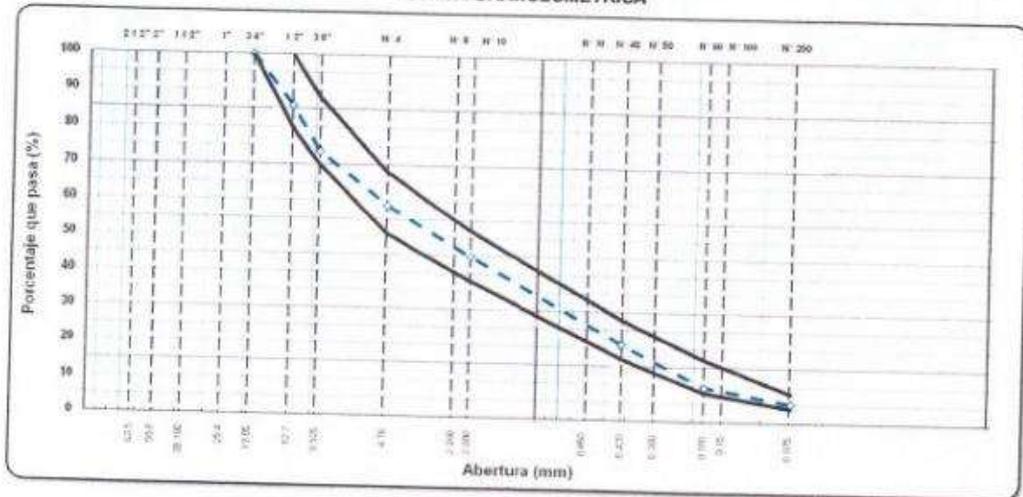
DIRECCION : P.s. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
ASTM C - 136							
TITULO	"Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancaayo 2020."						
TESISTA	Perez Allcahuaman, Angel Arquimides						
CANTERA	Rashuamansac-Hauamancaca						
MATERIAL	Combinación de agregado con el 10% de escoria metalúrgica						
						FECHA: Agosto-2021	
						HECHO POR: A.Y.G.	
TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa	MAC - 2	TAMAÑO MÁXIMO 3/4"
1 1/2"	38.100				100.0	100	Peso Inicial de la muestra 70000.0 gr
1"	25.400						Peso Fracción 620.0 gr
3/4"	19.050						
1/2"	12.700	9950.0	14.2	14.2	85.8	80 - 100	
3/8"	9.525	8590.0	12.2	26.4	73.6	70 - 88	
1/4"	6.300						COMBINACION DE AGREGADOS
N°4	4.750	10400.0	14.9	41.3	58.7	51 - 68	Grava chancada de 3/4" 0.0 %
N°8	2.360	123.0	11.6	52.9	47.1		Gravilla chancada de 1/2" 36.0 %
N°10	2.000	24.0	2.3	55.2	44.8	38 - 52	Arena Chancada 1/4" 39.0 %
N°16	1.190	69.0	6.5	61.7	38.3		Arena Natural 1/4" 15.0 %
N°20	0.840						Escoria Metalúrgica 10.0 %
N°30	0.600	119.0	11.3	73.0	27.0		
N°40	0.425	63.0	6.0	79.0	21.0	17 - 28	
N°50	0.300	60.0	5.7	84.7	15.3		
N°80	0.180	62.0	5.9	90.6	9.5	8 - 17	
N°100	0.150	15.0	1.4	92.0	8.0		
N°200	0.074	29.0	2.7	94.7	5.3	4 - 6	
< 200	-	56.0	5.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA




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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247212
 JEFE DE LABORATORIO

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.

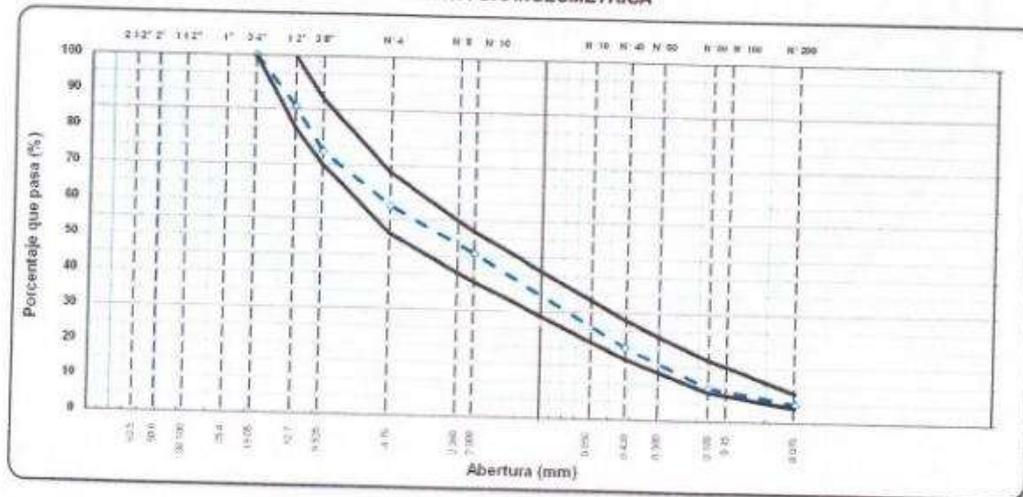
DIRECCIÓN : P.S. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
ASTM C - 136							
TÍTULO	"Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."						
TESISTA	Perez Allocahuaman, Angel Arquimides						
CANTERA	Rashuamansac-Huamancaca						
MATERIAL	Combinación de agregado con el 15% de escoria metalúrgica						
						FECHA: Agosto-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 520.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100	
1/2"	12.700	9960.0	14.2	14.2	85.8	80 - 100	
3/8"	9.525	8550.0	12.2	26.4	73.6	70 - 88	
1/4"	6.300						COMBINACIÓN DE AGREGADOS
N°4	4.750	10400.0	14.9	41.3	58.7	51 - 68	Grava chancada de 3/4" 0.0 %
N°8	2.360	98.0	11.1	52.4	47.6		Gravilla chancada de 1/2" 36.0 %
N°10	2.000	16.0	1.8	54.2	45.6	38 - 52	Arena Chancada 1/4" 39.0 %
N°16	1.190	56.0	6.5	60.7	39.3		Arena Natural 1/4" 10.0 %
N°20	0.840						Escoria Metalúrgica 15.0 %
N°30	0.600	113.0	12.8	73.5	26.5		
N°40	0.425	66.0	6.3	79.8	20.2	17 - 28	
N°50	0.300	49.0	5.5	85.3	14.7		
N°60	0.250	49.0	5.5	90.9	9.1	8 - 17	
N°100	0.150	13.0	1.5	92.3	7.7		
N°200	0.075	24.0	2.7	95.0	5.0	4 - 8	
< 200		44.0	5.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



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

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 C.P. N° 247312
 OFFICE LABORATORIO

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. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Refa una cuadra frente al parque Puro
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



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.

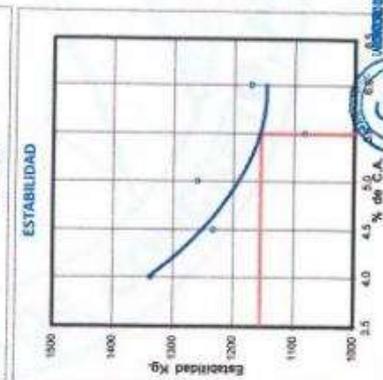
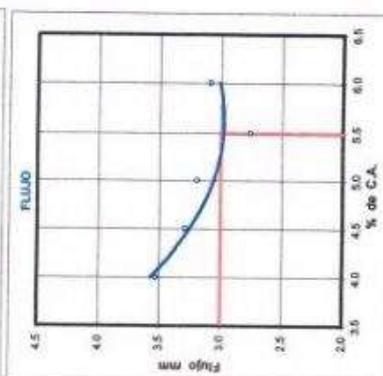
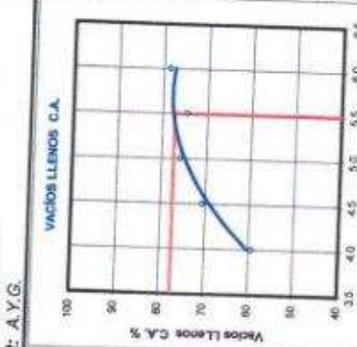
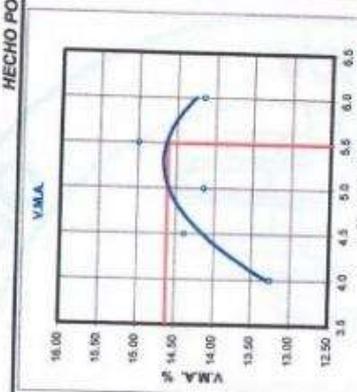
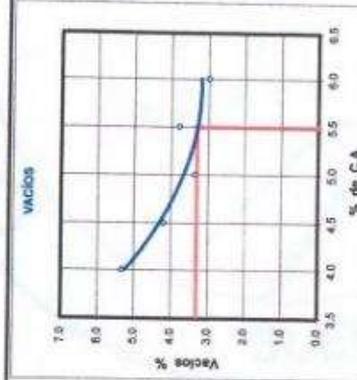
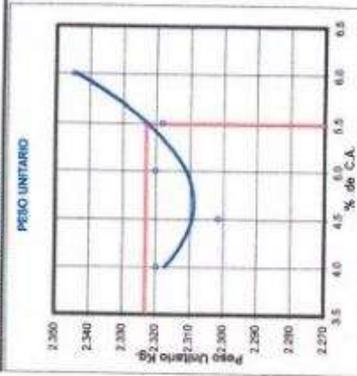


DIRECCIÓN : Pjs. GRAUEN 2H - CHILCA
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093
E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com / geotest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
RUC : 20606529229

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

TÍTULO: Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020.
TESISTA: Perez Alibcahuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansic-Huamancaca
MATERIAL: Grava-Arena

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



RESUMEN DE RESULTADOS	
GOLPES POR LABO	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.5
PESO UNITARIO	2.327
VACÍOS	3.6
V.M.A.	14.3
VACÍOS LLENOS CON C.A.	75.2
FLUJO	2.90
ESTABILIDAD / FLUJO	1067
ÍNDICE DE COMPACTABILIDAD	3078
ESTABILIDAD RETENIDA	
DOSIFICACION	
Grava triturada 3/4"	0.0%
Grava triturada 1/2"	36.0%
Grava triturada 3/8"	38.0%
Grava 20/40mm	26.0%
Grava mayor de adherencia	
Cemento asfáltico	
ESPECIFIC.	
ÓPTIMO S.C.A.	75
(+/- 0.3%)	75
3 - 6	3 - 6
Min 14	Min 14
2 - 4	2 - 4
Min. 815	Min. 815
1700 - 4000	1700 - 4000



PEN 16 - 100

Grava mayor de adherencia

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

DIRECCIÓN : Pst. 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 estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Alcehuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac-Huancanca
MATERIAL: Mezcla Asfáltica

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

ENSAYO GRANULOMÉTRICO Diseño C.A. 4.0 %

TAMAS ASTM	3/4"	3/8"	3/16"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 60	Nº 200	<Nº200	LAVADO ASFÁLTICO	
ABERTURA EN mm	19.000	12.700	8.428	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Secar	g
PESO RETENIDO	g	12072.0	8776.0	10192.1	169.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lavado	g
RETENIDO PARCIAL	%	18.1	11.7	13.8	15.8	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso Mat. Lav + Filtro	g
RETENIDO ACUMULADO	%	18.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.6	94.8	100.0	Peso de Asfalto	g
PASA	%	100.0	85.0	72.2	58.6	43.1	21.3	9.6	5.2	Peso Inicial de Filtro	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	78 - 88	61 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso final de Filtro	g
ASFALTO LÍQUIDO										Peso de Fier	g
TRAMO ASFALTADO										PRACCIÓN	%
										PESO TOTAL	g
											600.8
											7600.8



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	4.0	4.0	4.0	4.0
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > Nº 4	%	39.73	36.73	36.73	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < Nº 4	%	66.27	66.27	66.27	
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 BRQUETA AL AIRE	g	1228.1	1235.2	1241.3	
10	PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1231.8	1239.4	1244.7	
11	PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	702.3	706.2	709.5	
12	VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	309.6	332.2	335.1	
13	PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (10% parafina)	c.c.				
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	c.c.	509.6	512.2	510.1	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (B15)	g/c.c.	2.319	2.321	2.320	2.320
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2941		2.451	2.451	2.451	
18	VACIOS (17-16)/(100-1)	%	6.4	6.3	6.4	3 - 8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2+3+4)/(137)/(48)		2.568	2.568	2.568	
20	V.M.A. 100(2+3+4)/(1618)	%	13.3	13.2	13.3	13.3
21	VACIOS LLENOS CON C.A. 100(25-18)/99	%	88.4	88.8	88.6	Mín. 14
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100)/(17)/(15)		2.805	2.805	2.805	
23	C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100)/(100-18)/(52-18)	%	0.566	0.566	0.566	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-22/(2+3+4)/(100)	%	3.46	3.46	3.46	
25	FLUJO	mm	3.6	3.3	3.3	2 - 4
26	LECTURA DEL EQUIPO		13.916	13.312	13.694	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1985	1987	1986	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1982	1987	1984	1338
30	ESTABILIDAD-FLLUD	Fgón	3786	3877	3887	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada Nº 4 8%
 Grava triturada 1/2" 36%
 Arena triturada 3/16" 39%
 Arena natural 17%
 Cemento asfáltico FCN 88 - 100


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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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 : Pst. 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 estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansao-Huancacaca
MATERIAL: Mezcla Asfáltica
HECHO POR: A. Y.G.
FECHA: Agosto-2021
Diseño C.A. 4.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	+N°200	Peso Mat. Lavado	g
ABERTURA EN mm	19.000	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075			
PESO RETENIDO	g	12072.0	8778.0	10102.1	169.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav + Filtro	g
RETENIDO PARCIAL	%	16.1	11.7	13.6	15.9	21.8	12.0	4.1	8.2	Peso de Asfalto	g
RETENIDO ACUMULADO	%	16.1	27.8	41.4	56.9	78.7	90.8	94.8	100.0	Peso final de Filtro	g
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.0	43.1	21.3	9.4	5.2	Peso final de Filtro	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 62	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	g
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	g
											540.9
											75000.0



ENSAYO MARSHALL. ASTM D-1559

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	4.5	4.5	4.5	4.5	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	39.52	39.52	39.52	39.52	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	65.98	65.98	65.98	65.98	
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 BRQUETA AL AIRE	g	1290.1	1241.0	1230.6		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1235.9	1244.2	1239.5		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	700.9	703.6	699.9		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c	530.0	540.0	532.0		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13Pe parafina)	c.c					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESFAZAMIENTO (12-14)	c.c	530.0	540.6	532.6		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9-11)	g/c.c	2.399	2.296	2.319	2.302	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.403	2.403	2.403		
18 VACÍOS (17-16)*100%	%	4.3	4.5	3.9	4.2	3 - 6
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(2/6)+(3/7)+(4/8)	%	2.550	2.558	2.568		
20 V.M.A. 100(2+3+4)/(16*19)	%	14.8	14.8	14.1	14.4	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100(20-18)/20	%	70.2	68.4	72.6	70.7	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(100/17)-(1/19)		2.969	2.969	2.969		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(20-19)/(22*19)	%	0.012	0.012	0.012		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-42*(2+3+4)/1900	%	4.49	4.49	4.49		
25 FLUJO	mm	3.3	3.3	3.3	3.3	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		10.891	12.613	13.926		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1111	1278	1318		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1111	1278	1318	1235	Mín. 818
30 ESTABILIDAD-FLUJO	kg/cm	3387	3687	3894	3742	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" 0%
 Grava triturada 1/2" 35%
 Arena triturada 3/16" 39%
 Arena natural 25%
 Aditivo mejorador de adherencia
 Cemento asfáltico

GEO TEST V. S.A.C.
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 24/312
 JEFE DE LABORATORIO

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.



DIRECCION : 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.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
 TESISISTA: Perez Alcahuaman, Angel Arquimides
 CANTERA: Reshuamansac-Huamancaca
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

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

Diseño C.A. 5.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	20"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. Sl.Lavado	g	
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	4.750	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	g	
PESO RETENIDO	g	12072.0	8735.0	10192.1	189.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav. + FIBRO	g	
RETENIDO PARCIAL	%	16.1	11.7	13.6	15.5	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Asfalto	g	
RETENIDO ACUMULADO	%									Peso Inicial de Filtro	g	
PASA	%	100.0	89.9	73.2	58.6	43.1	21.3	8.4	5.2	Peso final de Filtro	g	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Fibras	g	
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%	640.9
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	g	75000.9



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	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	39.32	
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.68	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		2.609	2.608	2.609		
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8. PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9. PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1235.7	1239.9	1239.4		
10. PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1237.9	1238.4	1238.6		
11. PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	704.4	706.9	701.0		
12. VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	303.5	301.9	300.6		
13. PESO DE LA PARAFINA (10-8)	g					
14. VOLUMEN DE PARAFINA (13/8) (parafina)	c.c.					
15. VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	c.c.	535.5	531.9	529.6		
16. PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (8/16)	g/c.c.	2.318	2.328	2.318	2.320	
17. PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.402	2.402	2.402		
18. VACÍOS (17-16)/(100-17)	%	3.8	3.2	3.4	3.4	3 - 8
19. PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(26)-(37)+(48)		2.568	2.568	2.568		
20. V.M.A. 100/(2+3+4)/(18/19)	%	14.3	14.8	14.2	14.2	Min. 14
21. VACÍOS LLENOS CON C.A. 100/(20-18)/20	%	75.1	77.2	78.9	78.1	
22. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(100/17)-(1/5)		2.588	2.588	2.588		
23. C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100/20-18)/(100/22-18)	%	0.307	0.307	0.307		
24. CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)/(2+3+4)/(100)	%	4.71	4.71	4.71		
25. FLUJO	mm	3.2	3.2	3.2	3.2	2 - 4
26. LECTURA DEL EQUIPO		18.541	18.437	18.421		
27. ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1279	1279	1286		
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29. ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1239	1278	1286	1261	Min. 815
30. ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3872	3894	3950	3941	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" 0%
 Grava triturada 1/2" 36%
 Arena triturada 3/16" 39%
 Arena natural 25%
 Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
 Cemento asfáltico PEN 65-100

GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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. GRAUN°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 estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
 TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides
 CANTERA: Rashuamansco-Huamancaca
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

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

ENSAJO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	LABAVADO ASFÁLTICO	g.
ABERTURA EN mm	19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Húmedo	g.
PESO RETENIDO		12072.0	9778.0	10193.1	1091.7	237.9	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lavado	g.
RETENIDO PARCIAL	%	18.1	31.7	33.8	15.5	21.8	17.0	4.1	5.2	Peso Mat. Lav + Filtro	g.
RETENIDO ACUMULADO	%	18.1	31.7	41.4	56.9	78.7	95.8	99.9	100.0	Peso de Asfalto	g.
PASA	%	100.0	83.9	72.2	68.6	43.1	21.3	8.4	5.2	Peso Inicial de Filtro	g.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80-100	70-85	51-65	30-52	17-28	8-17	4-8	Peso final de Filtro	g.
ASFALTO LÍQUIDO										Peso de Filler	g.
TRAMO ASFALTADO										FRACCIÓN	%
										PESO TOTAL	g.
											545.9
											75000.0



ENSAJO MARSHALL, ASTM D-1559

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.8	6.8	6.8	6.8	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	39.51	39.11	39.11	39.11	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	55.30	55.30	55.30	55.30	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015	1.015	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.808	2.808	2.808	2.808	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540	2.540	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g.	1220.1	1221.7	1219.6		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g.	1227.0	1223.3	1225.4		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g.	695.0	695.0	695.0		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	c.c.	523.9	527.3	528.4		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	g.					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/Pesparafina)	c.c.					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPESAMIENTO (12-14)	c.c.	523.9	527.3	528.4		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9-15)	g/c.c.	2.330	2.807	2.568	2.518	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-3041	g/c.c.	2.410	2.450	2.410		
18 VACÍOS (17-16)/100*17	%	3.3	3.9	4.2	3.8	3 - 8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5)(16)+(17)+(18)		2.565	2.858	2.588		
20 V.M.A. 100-GH-342/(16/19)	%	14.2	14.7	15.1	14.7	Min. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*20-19/20	%	76.8	73.8	71.9	74.2	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+5)(10/17)+(15)		2.619	2.619	2.619		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (10/19)+(20-19)/(22*19)	%	0.781	0.781	0.781		
24 CEMENTO ASFÁLTICO (EFFECTIVO) 1-02*(2-3+4)/100	%	4.76	4.76	4.76		
25 FLUIDO						
26 LECTURA DEL EQUIPO	mm	2.8	2.7	2.8	2.8	2 - 4
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	g.	10.973	10.299	10.738		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	g.	1178	1040	1094		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	K	1.00	1.00	1.00		
30 ESTABILIDAD FLUIDO	g.	1118	1040	1094	1084	Min. 815
	g/ton	3998	3682	3907	3918	1700 - 6100

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" 0%
 Grava triturada 1/2" 36%
 Arena triturada 3/8" 39%
 Arena natural 25%
 Aditivo mejorador de adherencia
 Cemento asfáltico

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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.



DIRECCION : 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 estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Aliceahuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac-Huancanca
MATERIAL: Mezcla Asfáltica

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

Diseño C.A. 6.0 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	3/8"	3/16"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mat. Secar	g	
ABERTURA EN mm	19.000	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.075		Peso Mat. Lavado	g	
PESO RETENIDO		15072.0	8276.0	10192.1	189.7	237.3	130.7	45.2	57.4	Peso Mat. Lav + Filtro	g	
RETENIDO PARCIAL	%	18.1	11.7	13.9	18.5	21.8	12.8	4.1	5.2	Peso de Asfalto	g	
RETENIDO ACUMULADO	%		18.1	27.8	41.4	59.9	78.7	90.8	100.0	Peso inicial de Filtro	g	
PASA	%	100.0	81.9	72.2	58.6	43.1	21.3	9.4	5.2	Peso final de Filtro	g	
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 85	51 - 68	38 - 62	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filler	g	
ASFALTO LIQUIDO										FRACCIÓN	%	540.9
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	g	76000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.6	6.6	6.0	6.0	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.90	38.90	38.90	38.90	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	65.10	65.10	65.10	65.10	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.00	0.00	0.00	0.00	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015	1.015	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.908	2.808	2.808	2.808	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540	2.540	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1236.0	1232.8	1227.3		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1236.9	1232.9	1227.6		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	709.8	705.4	702.9		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	cc	827.1	824.5	824.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13/8 parafina)	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	cc	827.1	824.5	824.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9/15)	g/cc	2.345	2.358	2.339	2.345	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.418	2.418	2.418		
18 VAGROS (17-16)*100/17	%	3.0	2.8	3.0	3.0	3 - 8
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2-3+4)(26)+(37)+(48))		2.568	2.568	2.568		
20 V.M.A. 100(2-3+4)/(16+19)	%	14.1	14.0	14.4	14.2	Min. 14
21 VAGROS LLENOS CON C.A. 100(20-18)/20	%	78.8	80.6	77.4	78.7	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(100/17)-(16))		2.652	2.652	2.652		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100(25-(22-19)/(22*19))	%	1.250	1.250	1.250		
24 CEMENTO ASFÁLTICO (EFFECTIVO) 1-20(2-3+4)/100	%	4.82	4.82	4.82		
25 FLUIDO	mm	3.1	3.1	3.1	3.1	3 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.881	11.827	11.833		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Hg	1188	1184	1206		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Hg	1188	1184	1206	1173	Min. 816
30 ESTABILIDAD-FLUIDO	Kg/cm	3832	3820	3860	3783	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" 0%
 Grava triturada 1/2" 36%
 Arena triturada 3/16" 38%
 Arena natural 26%

Aditivo mejorador de adherencia
 Cemento asfáltico

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

GEO TEST V. S.A.C

DIRECCIÓN: Jr. GRAU N°211-CHLCA (Ref a una cuadra frente al parque Puzo Av Ferrocarril cruce con Av Leopoldo Prado)
 E-MAIL: info@geotestv@gmail.com geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK: Geo Test V S.A.C
 CELULAR: 952525151 - 972831811-991375090
 RUC: 20856529229



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA - MAC-2

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
 TESISISTA: Perez Alcahuaman, Angel Argumídes
 CANTERA: Rashumansac-Huamancaca
 MATERIAL: Grava-Arena
 FECHA: Agosto-2021
 HECHO POR: A.Y.G.

Diseño C.A. 5.5% - ÓPTIMO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFALTICO	
TAMIZ ASTM	3M"	12"	38"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº200	<Nº200	Peso Mat. SLavado	gr.
ABERTURA EN mm	99.886	1270.0	9.525	4.750	2.000	0.850	0.250	0.075	0.075	Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	12072.0	8776.0	10190.1	109.7	257.8	130.7	45.3	17.4	Peso Mat. Lav + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	16.1	11.7	33.6	19.0	21.8	12.0	4.1	5.2	Peso de Arena	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	16.1	27.8	41.4	58.9	78.7	90.0	94.8	100.0	Peso total de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	83.9	72.2	58.8	43.1	21.3	0.4	5.2	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	91 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 12	4 - 8	Peso de Filtro	gr.
ASFALTO LIBRADO										FRACCIÓN	%
GRAMO ASFALTADO											75000.8
										PESO TOTAL	gr.



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	Nº	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.38	5.50	5.58	5.58	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA < N°4	%	28.11	28.11	28.11		
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 ASFALTICO APARENTE		1.0120	1.0120	1.0120		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.933	2.936	2.938		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.540	2.540	2.540		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1225.2	1227.5	1228.8		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1226.5	1228.6	1229.7		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr	698.0	701.0	701.0		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (15-11)	cc	527.8	527.8	524.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-8)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13Po parafina)	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	cc	527.8	527.8	524.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (8M3)	gr/cc	2.321	2.327	2.334	2.327	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.413	2.413	2.413		
18 WIGOS (17-18)*100/17	%	3.8	3.8	3.3	3.0	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(20)+(10)+(8M3)		2.668	2.668	2.668		
20 V.M.A. 100 (2+3+4)/(M3)	%	14.4	14.4	14.1	14.1	Mín. 14
21 WIGOS LLENOS CON C.A. 100(20-18)/20	%	73.9	75.8	76.7	76.2	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(100/17)-(18)		2.624	2.624	2.624		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100(20-18)/(22*18)	%	0.852	0.852	0.852		
24 CEMENTO ASFALTICO EFECTIVO 1-(25)(2+3+4)/100	%	4.70	4.70	4.70		
25 FLLUJO	mm	3.18	3.18	3.18	3.18	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.999	10.238	8.889		
28 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Kg	1139	1023	1033		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	Kg	1139	1033	999	997	Mín. 818
29 ESTABILIDAD-FLLUJO	Kg/cm	3677	3307	3252	3462	1788 - 4089

OBSERVACIONES:
 Grava bituminada 3M" 0%
 Grava bituminada 12" 30%
 Arena bituminada 3/16" 38%
 Arena natural 25%
 Aditivo mejorador de adherencia 0.2%
 Cemento pórtlando PCN 85 - 100

GEO TEST V S.A.C
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312

Perfiles de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campes, De Análisis y Normativas y Estructuras Técnicas En Las Especialidades De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto, Hidráulica Aplicada 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 Pozo 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							
<i>TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica H"</i>							
<i>TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides</i>							
<i>CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca</i>				<i>HECHO POR: A.Y.G.</i>			
<i>MATERIAL: Mezcla Asfáltica</i>				<i>FECHA: Agosto-2021</i>			
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2							
ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	5.50
Peso del material	gr	1520.10	1516.30	1575.30	1589.90	1521.20	1590.30
Peso del agua + frasco Rice	gr	8049.00	8066.30	8040.60	8050.30	8057.00	8058.30
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	8950.00	8990.30	8948.00	8987.60
Volumen del material	cc	620.10	631.00	655.90	659.60	629.20	659.00
Peso Especifico 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"	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Grava triturada 1/2"	%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
Arena triturada 3/16"	%	39%	39%	39%	39%	39%	39%
Arena natural	%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Tiempo de ensayo	Min.	15	15	15	15	15	15
Factor de Corrección							

Observaciones:



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

Max Jerry Veliz Sulcaray

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Refa una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



LABORATORIO
Diseño Marshall con
adición de % de
Escoria Metalúrgica
SUELOS
CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

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 Otras Civiles.

DIRECCIÓN : Jr. BRAU N°211-CHILCA E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av. geotest.v@gmail.com
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado) FACEBOOK : Geo Test V S.A.C
 CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20506529229



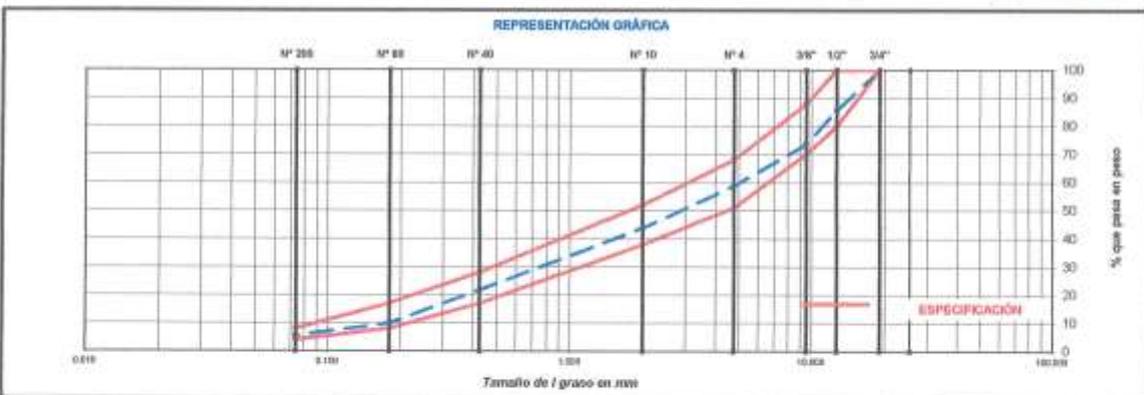
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancaayo 2020."
 TESISTA: Perez Aliccahuaman, Angel Arquimides
 CANTERA: RASHUAMANSAC-HUAMANCACA
 MATERIAL: Grava-Arena
 FECHA: Agosto-2021
 HECHO POR: A.Y.G.

Diseño C.A. 5.8 % - Óptimo y 5% de Escoria metalúrgica.

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. SLavar	gr.
ABERTURA EN mm	19.450	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.18	0.074		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr.	9650.0	8550.0	10400.0	164.0	248.0	131.0	48.0	61.2	Peso Mat. Lav + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%	14.2	12.2	14.9	14.8	22.2	11.8	4.3	5.5	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%	14.2	26.4	41.3	56.1	78.3	90.1	94.5	100.0	Peso inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	85.8	73.6	58.7	43.8	21.7	9.9	5.5	Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 80	54 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	Peso de Filtro	gr.
ASFALTO LÍQUIDO										FRACCIÓN	%
FRAMO ASFALTADO											850.2
										PESO TOTAL	gr.
											7000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	UN	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.80	5.80	5.80	5.80	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.89	38.89	38.89		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	54.37	54.37	54.37		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (Cm)	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.0129	1.0129	1.0129		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.808	2.808	2.808		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.893	2.893	2.893		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (Cm)						
9 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE	gr	1231.8	1237.3	1235.7		
10 PESO DE BRIQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1232.0	1238.0	1236.0		
11 PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA	gr	720.1	724.1	715.3		
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (10-11)	cc	511.9	513.9	521.5		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13% parafina)	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRIQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	cc	511.9	513.9	521.5		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (9/12)	gr/cc	2.406	2.406	2.370	2.394	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.482	2.482	2.482		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	3.5	3.4	4.8	3.9	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL [(2+3+4)/(20)+(3/7)+(4/8)]		2.832	2.832	2.832		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/19)	%	14.8	14.7	16.1	15.2	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-18)/20	%	76.8	77.0	89.4	74.3	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL [(2+3+4)/(100/17)+(1/5)]		2.711	2.711	2.711		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL [(100/5)*[(22-18)/(22*18)]	%	1.11	1.11	1.11		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)*(2+3+4)/100	%	4.78	4.78	4.78		
25 FLUJO	mm	2.99	2.98	2.97	3.0	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		10.238	11.258	10.695		
27 FACTOR DE ESTABILIDAD	Kg	1043	1148	1111		
28 ESTABILIDAD CORREGIDA	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3538	3852	3741	3710	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" 0%
 Grava triturada 1/2" 38%
 Arena triturada 3/16" 39%
 Arena natural 20%
 Escoria metalúrgica 5.8%
 Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
 Cemento asfáltico PSH 85 - 100

GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SURCARAY
 C.R.M. 137317

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



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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."

TESISTA: Perez Allicahuaman, Angel Arquimides

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Agosto-2021

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	Nº	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.80					
Peso del material	gr	1520.80					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8090.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.80					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	9960.40					
Volumen del material	cc	810.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.492					
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:



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

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.
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-208

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria me

TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

FECHA: Agosto-2021

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.90					
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	8905.40					
Volumen del material	cc	605.20					
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.513					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	0.0					
Grava triturada 1/2"	%	38.0					
Arena triturada 3/16"	%	39.0					
Arena natural	%	15.0					
Escoria metalingica	%	10.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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. SAC

DIRECCION : Jr. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 (Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av. geotest.v@gmail.com
 Ferracarril cruce con Av. Leoncio Prado) FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C
 CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20909529229



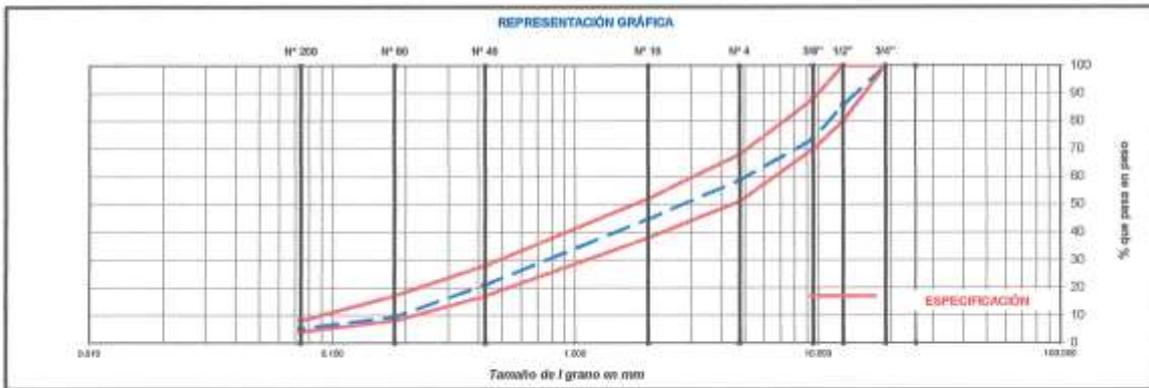
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
 TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides
 CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
 MATERIAL: Grava-Arena
 FECHA: Agosto-2021
 HECHO POR: A.Y.G.

Diseño C.A. 5.9 % - Óptimo y 10% de Escoria metalúrgica.

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. Sólida	gr.
ABERTURA EN mm		19.050	12.700	9.525	4.750	2.000	0.425	0.19	0.075		Peso Mat. Lavado	gr.
PESO RETENIDO	gr		9550.0	8550.0	10400.0	147.0	251.0	122.0	44.0	55.0	Peso Mat. Lav + Filtro	gr.
RETENIDO PARCIAL	%		14.2	12.2	14.9	13.9	23.8	11.6	4.2	5.3	Peso de Asfalto	gr.
RETENIDO ACUMULADO	%		14.2	26.4	41.3	55.2	79.0	90.5	94.7	100.0	Peso Inicial de Filtro	gr.
PASA	%	100.0	85.8	73.6	58.7	44.8	21.0	9.5	5.3		Peso final de Filtro	gr.
ESPECIFICACIÓN	%	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		Peso de Filtro	gr.
ASFALTO LÍQUIDO											FRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PESO TOTAL	gr.
Metros Lineales:												7000.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	U ^o	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	5.99	5.90	5.90	5.90	
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA > N° 4	%	38.85	38.85	38.85	38.85	
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA < N° 4	%	54.31	54.31	54.31	54.31	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (Ca)	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.0129	1.0129	1.0129		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.608	2.608	2.608		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.700	2.700	2.700		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (Ca)						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	gr	1225.0	1225.2	1216.2		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	gr	1225.7	1226.9	1217.6		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	gr	719.0	718.0	712.3		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	cc	510.7	508.9	505.3		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-9)	gr					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (13*Pe parafina)	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPAZAMIENTO (12-14)	cc	510.7	508.9	505.3		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9/10)	gr/o.c.	2.399	2.408	2.407	2.404	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2041		2.513	2.513	2.513		
18 VACÍOS (17-16)*100/17	%	4.5	4.2	4.2	4.3	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(2/9)+(3/7)+(4/10)		2.661	2.661	2.661		
20 V.M.A. 100-(2+3+4)/(16/10)	%	16.0	15.7	15.7	15.8	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100*(20-16)/20	%	71.7	73.4	73.3	72.0	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(10/17)+(1/5)		2.742	2.742	2.742		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100*(22-16)/(2*19)	%	1.13	1.13	1.13		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-(23)*(2+3+4)/(100)	%	4.85	4.85	4.85		
25 FLUJO	mm	2.84	2.87	2.79	2.83	2 - 4
26 LECTURA DEL EQUIPO		11.013	10.508	11.172		
27 ESTABILIDAD SIN CORRIGIR	Kg	1123	1071	1129		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORRIGIDA	Kg	1123	1071	1129	1111	Mín. 815
30 ESTABILIDAD-FLUJO	Kg/cm	3954	3732	4082	3923	1700 - 4000

OBSERVACIONES:

Grava triturada 3/4" 0%
 Grava triturada 1/2" 39%
 Arena triturada 3/16" 39%
 Arena natural 15%
 Escoria metalúrgica 10.0%
 Aditivo mejorador de adherencia 0.0%
 Cemento asfáltico PENS 100

GEO TEST V. SAC
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 CENTRO DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS
 ING. JERRY VELIZ SUCARAY
 N° 202732

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.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE

MTC E-508, ASTM D-2041, AASHTO T-209

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."

TESISTA: Perez Aliccahuaman, Angel Arquimides

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Agosto-2021

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.00					
Peso del material	gr	1520.60					
Peso del agua + frasco Rice	gr	8060.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	9570.60					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	8970.40					
Volumen del material	cc	800.20					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.833					
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	%	10.0					
Escoria metalúrgica	%	15.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							

Observaciones:



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

(Firma manuscrita)

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

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

E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



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.

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

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



ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE
 MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Aliccahuaman Angel Arquimides
CANTERA: RASHUAMANSAC-HUAMANCACA
MATERIAL: Mezcla asfáltica

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

MUESTRA: Convencional

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1232.70	1193.20	19.7°C	19.8°C	3.20 %
N° 02	1228.00	1185.00	19.8°C	19.8°C	3.50 %
N° 03	1234.10	1153.10	19.8°C	19 °C	6.56 %
N° 04	1233.40	1184.20	19.9°C	20.3°C	3.99 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		4.31 %

OBSERVACIONES:



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

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCION : Pst. GRAUN 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgentesty02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

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



ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE
 MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."

TESISTA: Perez Allocahuaman Angel Arquimides

CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca

MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Agosto-2021

MUESTRA: 5% de Escoria

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1229.30	1201.80	20.3°C	20.5°C	2.24 %
N° 02	1228.80	1190.30	20.5°C	20.6°C	3.13 %
N° 03	1227.40	1179.80	20.6°C	20.8°C	3.88 %
N° 04	1224.10	1191.50	20.8°C	20.8°C	2.66 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		2.98 %

OBSERVACIONES:



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCION : 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.



ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE
 MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Alcocahuaman Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
MATERIAL: Mezcla asfáltica
HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Agosto-2021

MUESTRA: 10% de Escoria

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1232.10	1206.80	20.8°C	20.9°C	2.05 %
N° 02	1228.80	1198.80	20.9°C	21.1°C	2.44 %
N° 03	1224.70	1190.50	21.1°C	21.6°C	2.79 %
N° 04	1230.90	1190.50	21.6°C	22.1°C	3.28 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		2.64 %

OBSERVACIONES:



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCION : Psp. 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



ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE
 MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Allicahuaman Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
MATERIAL: Mezcla asfáltica
HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Agosto-2021

MUESTRA: 15% de Escoria

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1225.40	1200.50	22.1°C	22.7°C	2.03 %
N° 02	1226.30	1212.80	22.7°C	22.7°C	1.10 %
N° 03	1226.70	1207.80	22.7°C	22.8°C	1.54 %
N° 04	1231.80	1213.30	22.8°C	22.9°C	1.50 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		Promedio de Perdida por Desgaste (%)		1.54 %

OBSERVACIONES:



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

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

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



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

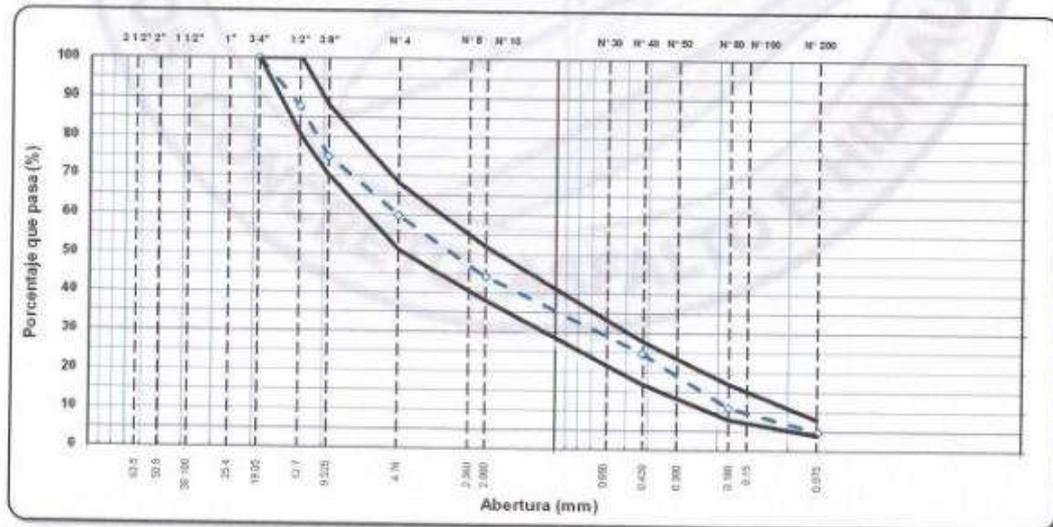
DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotesty02@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-603 - ASTM D-546 - AASHTO T-30									
TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."									
TESISTA: Perez Alccahuaman Angel Arquimides									
CANTERA: RASHUAMANSAC-HUAMANCACA									
MATERIAL: Grava-Arena									
HECHO POR: A.Y.G.									
FECHA: Agosto-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						10:40 a. m.		
1"	25.400						Hora de lavado	10:40 a. m.	
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material sin lavar	1247.9 gr	
1/2"	12.700	144.7	12.3	12.3	87.7	80 - 100	Peso de material lavado	1179.6 gr	
3/8"	9.525	150.7	12.8	25.0	75.0	70 - 88	Peso mat lav. + filler en el filtro	1180.5 gr	
1/4"	6.300						Peso inicial del filtro	29.2 gr	
N°4	4.760	178.2	15.1	40.1	59.9	51 - 68	Peso final del filtro	30.1 gr	
N°8	2.360						Peso del filler en filtro	0.9 gr	
N°10	2.000	184.9	15.7	55.8	44.2	38 - 52	Peso del asfalto	67.4 gr	
N°16	1.190						Contenido de asfalto	5.40 %	
N°20	0.840						Relación Polvo - Asfalto	0.90	
N°30	0.600								
N°40	0.425	230.5	19.5	75.3	24.7	17 - 26			
N°50	0.300								
N°60	0.180	162.4	13.8	89.1	10.9	8 - 17			
N°100	0.150								
N°200	0.074	71.7	6.1	95.1	4.9	4 - 8			
< 200	-	58.0	4.8	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



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

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.

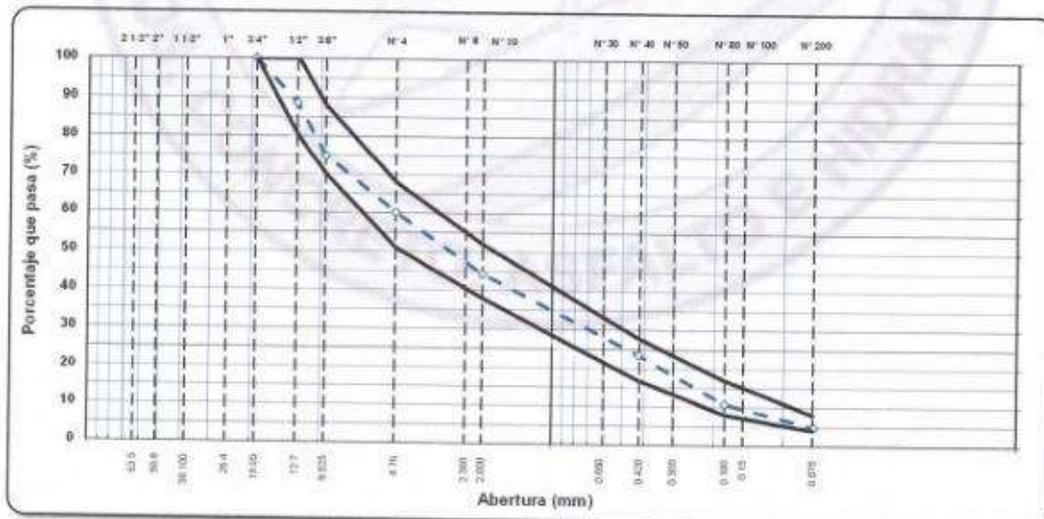
DIRECCIÓN : Psj. GRAU N° 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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-603 - ASTM D-546 - AASHTO T-30									
TÍTULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."									
TESISTA: Perez Aliccahuaman Angel Arquimides									
CANTERA: Rashuamansao-Huamancaca									
MATERIAL: Grava-Arena									
HECHO POR: A.Y.G.									
FECHA: Agosto-2021									
DATOS DE LA MUESTRA: 5% de Escoria									
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	1259.2 gr	
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1196.2 gr	
1/2"	12.700	134.7	11.3	11.3	88.7	80 - 100	Peso mat.lav. + filler en el filtro	1187.1 gr	
3/8"	9.525	163.0	13.7	25.1	74.9	70 - 68	Peso inicial del filtro	29.96 gr	
1/4"	6.300						Peso final del filtro	30.73 gr	
N°4	4.750	175.1	14.8	39.8	60.2	61 - 68	Peso del filler en filtro	0.8 gr	
N°8	2.360						Peso del asfalto	72.1 gr	
N°10	2.000	186.7	15.9	55.7	44.3	38 - 62	Contenido de asfalto	6.73 %	
N°16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	0.84	
N°20	0.840								
N°30	0.600								
N°40	0.425	246.6	20.8	76.5	23.5	17 - 28			
N°50	0.300								
N°60	0.250	151.3	12.7	89.3	10.7	8 - 17			
N°100	0.150								
N°200	0.074	70.6	5.9	95.2	4.8	4 - 8			
< 200	-	57.0	4.8	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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 Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

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 estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metálica, Huancayo 2020."

TESISTA: Perez Alliccahuaman Angel Arquimides

CANTERA: Rashuamansao-Huamancaca

HECHO POR: A. Y.G.

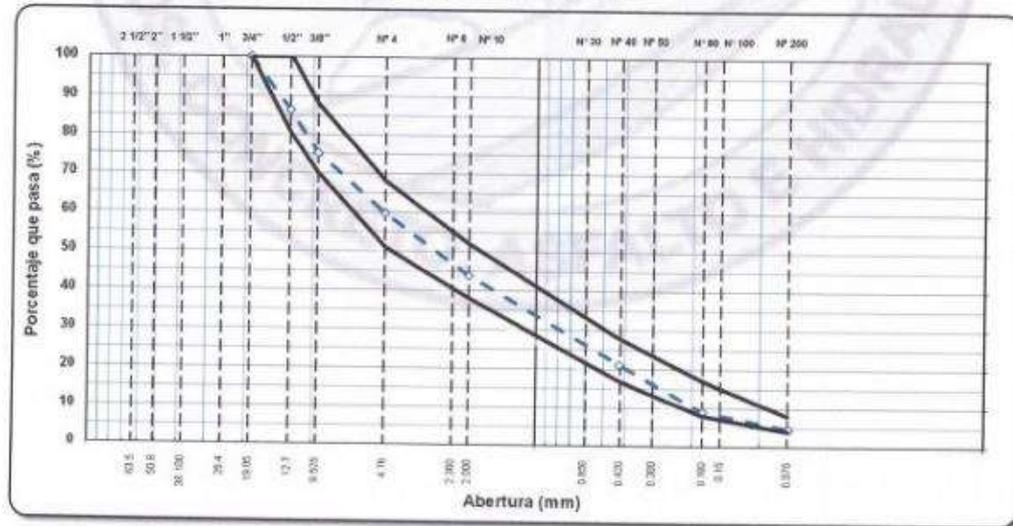
MATERIAL: Grava-Arena

FECHA: Agosto-2021

DATOS DE LA MUESTRA: 10% de Escoria

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO 3/4"	3/4"
1 1/2"	38.100						1.26 p. m.	
1"	25.400						Hora de lavado	1247.6 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material sin lavar	1173.6 gr
1/2"	12.700	160.1	13.6	13.6	86.4	80 - 100	Peso de material lavado	1174.6 gr
3/8"	9.525	131.2	11.2	24.8	75.2	70 - 88	Peso mat.lav. + filler en el filtro	29.69 gr
1/4"	6.300						Peso inicial del filtro	30.67 gr
N°4	4.750	182.2	15.5	40.3	59.7	51 - 68	Peso final del filtro	1.0 gr
N°8	2.360						Peso del filler en filtro	73.2 gr
N°10	2.000	186.1	15.8	56.2	43.8	38 - 52	Peso del asfalto	5.67 %
N°16	1.190						Contenido de asfalto	0.78
N°20	0.840						Relación Polvo - Asfalto	
N°30	0.600							
N°40	0.425	265.9	22.7	78.9	21.1	17 - 28		
N°50	0.300							
N°60	0.180	142.3	12.1	91.0	9.0	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.074	51.8	4.4	95.4	4.6	4 - 8		
< 200	-	54.0	4.8	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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.

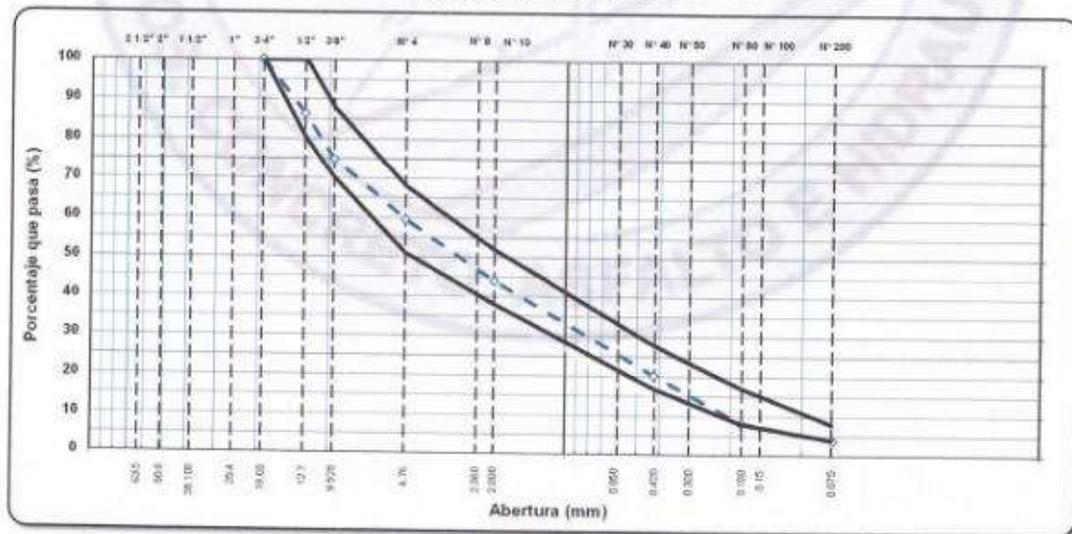


DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

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									
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 estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."									
TESISTA: Perez Aliccahuaman Angel Arquimides									
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca					HECHO POR: A.Y.G.				
MATERIAL: Grava-Arena					FECHA: Agosto-2021				
DATOS DE LA MUESTRA: 15 % de Escoria									
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								1:26 p. m.
1"	25.400								
3/4"	19.050				100.0	100			
1/2"	12.700	158.4	13.5	13.5	86.5	80 - 100			Peso de material sin lavar 1247.8 gr
3/8"	9.525	136.7	11.8	25.1	74.9	70 - 88			Peso de material lavado 1172.6 gr
1/4"	6.300								Peso mat lav. + filar en el filtro 1173.5 gr
N°4	4.760	179.4	15.3	40.4	59.6	51 - 68			Peso inicial del filtro 29.16 gr
N°8	2.360								Peso final del filtro 30.05 gr
N°10	2.000	183.5	15.6	56.1	43.9	38 - 52			Peso del filar en filtro 0.9 gr
N°18	1.190								Peso del asfalto 74.3 gr
N°20	0.840								Contenido de asfalto 6.96 %
N°30	0.600								Relación Polvo - Asfalto 0.64
N°40	0.425	278.1	23.7	79.8	20.2	17 - 28			
N°50	0.300								
N°80	0.180	141.6	12.1	91.8	8.2	8 - 17			
N°100	0.150								
N°200	0.074	51.2	4.4	96.2	3.8	4 - 8			
< 200	-	44.3	3.8	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



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

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(ReCa una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



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^o. 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.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MTC E219)						
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA						
TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."						
TESISTA: Perez Allicahuaman Angel Arquimides						
CANTERA: RASHUAMANSAC-HUAMANCACA						
MATERIAL: Grava						
HECHO POR: A.Y.G.						
FECHA: Agosto-2021						
CONVENCIONAL						
AGREGADO GRUESO						
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	235.20	245.01		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	235.21	245.02		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.01	0.01		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0		
8.-	Sales Solubles $(1/((CxA)/(DxB)))x100$	%	0.024	0.030		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.027			
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK		

OBSERVACIONES :



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCION : 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.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MTC E219)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."					
TESISTA: Perez Allocahuaman Angel Arquimides					
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca					
MATERIAL: Agregado Fino				HECHO POR: A.Y.G.	
FECHA: Agosto-2021					
CONVENCIONAL					
AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	287.02	135.63	
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	287.03	135.65	
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.01	0.02	
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	
8.-	Sales Solubles $(1/((CxA)/(DxB)))x100$	%	0.030	0.060	
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.045		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	

OBSERVACIONES :



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

(Handwritten signature)

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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 : labgeotesty02@gmail.com
 geotestv@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MTC E219)						
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA						
TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."						
TESISTA: Perez Alcocahuaman Angel Arquimidas						
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca				HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Agregado Fino				FECHA: Agosto-2021		
DATOS: 5% Escoria metalúrgica						
AGREGADO FINO						
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	290.80	286.20		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	290.810	286.215		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.01	0.01		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0		
8.-	Sales Solubles $(1/((C \times A)/(D \times B))) \times 100$	%	0.030	0.045		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.037			
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK		

OBSERVACIONES :



GEO TEST V. S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 24731Z
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCIÓN : Pst. GRAUN 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.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MTC E219)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA						
TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."						
TESISTA: Perez Aliccahuaman Angel Arquimides						
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca						
MATERIAL: Agregado Fino						
HECHO POR: A.Y.G.						
FECHA: Agosto-2021						
DATOS: 10% Escoria metalúrgica						
AGREGADO FINO						
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	293.43	293.08		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	293.44	293.09		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.01	0.01		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0		
8.-	Salas Solubles $(1/((Cx A)/(DxB))) \times 100$	%	0.030	0.030		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.030			
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK		

OBSERVACIONES :


 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCION : 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 : labgeotesty02@gmail.com
 geotestv@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MTC E219)						
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA						
TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica, Huancayo 2020."		HECHO POR: A.Y.G.				
TESISTA: Perez Aliccahuaman Angel Arquimides		FECHA: Agosto-2021				
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca						
MATERIAL: Agregado Fino						
DATOS: 15% Escoria metalúrgica						
AGREGADO FINO						
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
			1	2		
1.-	Recipiente					
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	293.08	285.30		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	293.08	285.30		
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.00	0.00		
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0		
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0		
8.-	Sales Solubles $(1/((Cx A)/(DxB)))x100$	%	0.003	0.003		
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.003			
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK		

OBSERVACIONES :


GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

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

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093



**DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Allocahuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
MATERIAL: Agregado Fino

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

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	13.6	100.0	94.33	5.67	5.67	0.77
	N° 4	13.4	100.0	93.79	6.21	6.21	0.83
	N° 8	9.6	100.0	96.60	3.40	3.40	0.33
	N° 16	8.8	100.0	88.62	11.38	11.38	1.00
	N° 30	11.4	100.0	86.63	13.37	13.37	1.52
TOTALES							4.46

OBSERVACIONES :


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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCION : Paj. GRAU N° 2111 - 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.



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashumansac-Huamancaca
MATERIAL: Agregado Fino
HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Agosto-2021

Datos de la Muestra: 5% de Escoria

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	14.9	100.0	95.05	4.95	4.95	0.74
N° 4	N° 8	12.9	100.0	92.34	7.66	7.66	0.99
N° 8	N° 16	8.9	100.0	92.99	7.01	7.01	0.62
N° 16	N° 30	9.9	100.0	90.07	9.93	9.93	0.98
N° 30	N° 50	11.4	100.0	85.52	14.48	14.48	1.65
TOTALES							4.98

OBSERVACIONES :


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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCION : Psc. 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.



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancaayo 2020."
TESISTA: Perez Alcocahuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamensac-Huamancaca
MATERIAL: Agregado Fino

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

Datos de la Muestra: 10 % de Escoria

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	14.9	100.0	96.86	3.14	3.14	0.47
	N° 4	N° 8	11.6	100.0	96.42	3.58	0.42
	N° 8	N° 16	8.8	100.0	85.06	14.94	1.31
	N° 16	N° 30	11.3	100.0	83.87	16.13	1.82
	N° 30	N° 50	11.6	100.0	84.49	15.51	1.80
TOTALES							5.82

OBSERVACIONES :



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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

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

DIRECCION : Psj. GRAU N 2H - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

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

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - AASTHO T104 - ASTM C88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Comportamiento estructural de las propiedades físico mecánicas del pavimento flexible con escoria metalúrgica Huancayo 2020."
TESISTA: Perez Aliccahuaman, Angel Arquimides
CANTERA: Rashuamansac-Huamancaca
MATERIAL: Agregado Fino

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

Datos de la Muestra: 15 % de Escoria

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	14.9	100.0	98.04	1.96	1.96	0.29
	N° 4	11.1	100.0	88.25	11.75	11.75	1.30
	N° 8	8.3	100.0	92.44	7.56	7.56	0.83
	N° 15	12.8	100.0	81.74	18.26	18.26	2.34
	N° 30	11.9	100.0	82.49	17.51	17.51	2.08
TOTALES							6.84

OBSERVACIONES :


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

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247312
 JEFE DE LABORATORIO

Anexo N°07: Certificados de INDECOPI



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

RESOLUCIÓN N° 025832-2022/DSD-INDECOPI

EXPEDIENTE: 964272-2022

SOLICITANTE: GEO TEST V SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Lima, 11 de octubre de 2022

1. ANTECEDENTES:

Con fecha 12 de agosto de 2022, GEO TEST V SOCIEDAD ANONIMA CERRADA, de Perú, solicita el registro de marca de servicio constituida por la denominación GTV LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo, para distinguir servicios de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.

2. EXAMEN DE REGISTRABILIDAD:

Realizado el examen de registrabilidad del signo solicitado con relación a los servicios que pretende distinguir, y habiendo tenido a la vista la totalidad de antecedentes fonéticos y figurativos en la clase solicitada, se concluye que cumple con los requisitos previstos en el artículo 134 de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y no se encuentra comprendido en las prohibiciones señaladas en los artículos 135 y 136 del dispositivo legal referido.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36, 40 y 41 de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, concordante con el artículo 4.2 del Decreto Legislativo N° 1075, de acuerdo a las modificaciones introducidas al mismo por los Decretos Legislativos N°s 1309 y 1397.

3. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS:

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de servicio de la Propiedad Industrial, a favor de GEO TEST V SOCIEDAD ANONIMA CERRADA, de Perú, la marca de servicio constituida por la denominación GTV LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo que se consignará en el certificado correspondiente; para distinguir servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales, de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 010-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

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

Id Documento: 341n900100

Pág. 1 de 2



El presente registro queda bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado a partir de la fecha de la presente Resolución.

Regístrese y Comuníquese

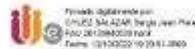
KARLA PATRICIA UGAS GOMEZ
DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS
INDECOPI



PERÚ

Presidencia del Consejo de Ministros

INDECOPI



Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00142375

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 025832-2022/DSD - INDECOPI de fecha 11 de octubre de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

- Signo : La denominación GTV LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
- Clase : 42 de la clasificación Internacional.
- Solicitud : 0964272-2022
- Titular : GEO TEST V SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
- País : Perú
- Vigencia : 11 de octubre de 2032
- Distingue : Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico activado por Indecopi aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 076-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser comprobadas a través de la siguiente dirección web:

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

Id Documento: 2229f66hs

Pág. 1 de 1

Anexo N°08: Certificados de calibración



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

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 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 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 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



2011



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

INFORME DE VERIFICACIÓN N° LV-012-2022

Página 2 de 2

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 (*) \pm (mL)	Incertidumbre (mL)
12000,00	12082,0	82,0	N.A.	0,8

(*) Error Máximo Permisible 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.



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LTF-001-2022

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-02-22
EXPEDIENTE : 023-2022

1. SOLICITANTE : GEO TEST V S.A.C.

DIRECCIÓN : Pj. Grau Nro. 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CENTRIFUGA

MARCA : UTEST
MODELO : UTAS-0035
NÚMERO DE SERIE : 17-002375
ALCANCE DE INDICACIÓN : 0 a 3600 RPM
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 300 RPM
PROCEDENCIA : TURQUIA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
TIPO : SELECTOR
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-06-28

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 manifestación de voluntad.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por el método de comparación directa entre las indicaciones tacómetro patrón y el instrumento a calibrar, se utilizó patrones trazables al DM INACAL.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
Pj. Grau Nro. 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° LTF-001-2022

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19,1 °C	19,3 °C
Humedad Relativa	61 %HR	61 %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
Tacómetro Patrón	C-IN-0023-21

7. OBSERVACIONES

- (*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Posición Centrífuga a Calibrar (rpm)	Indicación Tacómetro Patrón (rpm)	Incertidumbre U (k=2) (rpm)
3 600	3 598	17,4

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
SITEMA 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		



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-014-2022

Página 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal		Temp. (°C)		Inicial	Final				
				18,3	18,3				
Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima*	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (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.**	
	Inicial	Final	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E ₀ (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		E _c (g)
1,00			1,0	0,1	0,0						
2,00			2,0	0,1	0,0	0,0	2,0	0,1	0,0	0,0	1,0
20,00			20,0	0,1	0,0	0,0	20,0	0,1	0,0	0,0	1,0
50,00			50,0	0,1	0,0	0,0	50,0	0,1	0,0	0,0	1,0
100,00			100,0	0,1	0,0	0,0	100,0	0,1	0,0	0,0	1,0
200,00			200,0	0,1	0,0	0,0	200,0	0,1	0,0	0,0	1,0
500,00			500,0	0,1	0,0	0,0	500,0	0,1	0,0	0,0	1,0
1 000,00			1 000,1	0,1	0,1	0,1	1 000,1	0,1	0,1	0,1	2,0
2 000,02			2 000,1	0,1	0,1	0,1	2 000,1	0,1	0,1	0,1	2,0
3 000,02			3 000,2	0,1	0,2	0,2	3 000,2	0,1	0,2	0,2	3,0
4 000,03			4 000,1	0,1	0,1	0,1	4 000,1	0,1	0,1	0,1	3,0

(**) error máximo permitido

L : Carga aplicada sobre la balanza (Pesa patrón).

E : Error del valor de indicación.

E_c : Error corregido.

I : Indicación de la balanza.

E₀ : Error en cero.

ΔL : Incremento de pesas patrones.

$$\text{Lectura corregida } R_{\text{CORREGIDA}} = R - 4,58 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U = 2 \times \sqrt{2,48 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 2,58 \times 10^{-5} \times R^2}$$

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.



RUC: 20607978852

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC019 - T - 2022

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 3

1. Expediente	220058	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEO TEST V SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	Pj. Grau Nro. 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN	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. METROLOGÍA & 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. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emita. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Instrumento de medición	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL	
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C	
Div. de escala / Resolución	0,1 °C	
Marca	BOECO	
Modelo	TP101	
Número de Serie	M-00B	
Procedencia	NO INDICA	
Elemento Sensor	TERMISTOR	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-05-31	

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 **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.



RUC: 20407978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

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.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 720 951; 913 190 274

EMAIL: VERDAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-002-2022

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 : PRENSA MARSHALL

MARCA : UTEST
MODELO : UTAS-0056
NÚMERO DE SERIE : 17-002240
ALCANCE DE INDICACIÓN : 50 kN
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,001 kN
CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA
PROCEDENCIA : TURQUIA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
FECHA DE CALIBRACION : 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° 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 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 q (%)	Incertidumbre U (k=2) (%)
	Patrón de Referencia					
%	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	F_4 (kN)		
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_c)	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
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 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 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 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 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 **CALIBRADO**.
- 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 _{prom} (°C)	T _{máx} -T _{mín}
		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



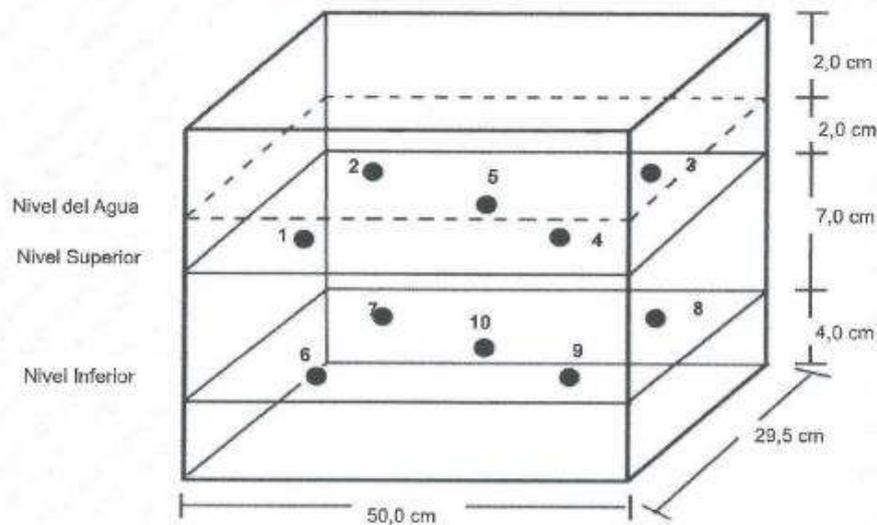
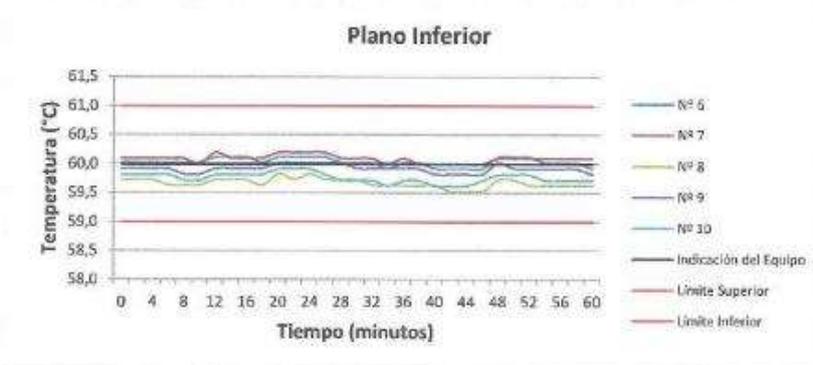


Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-008-2022

Página 4 de 4



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.

Anexo N°05: La data de procesamiento de datos

Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento

1. INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DEL SULFATO DE MAGNESIO NTP 400.016 – CON ESCORIA AL 5%



Fotografía N° 1: Se observa el material fino libre de impureza o polvillo; tamizado y retenido en mallas N° 4, 8, 16, 30, 50.

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 2: Se puede visualizar el agregado fino sumergido en la solución, el cual estuvo por 18 horas. Finalmente se pasó a retirar la solución, para luego ser llevado al horno por 3 horas a una temperatura de 110 °C.

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 3: Muestra el agregado fino después de ser retirado del horno.

FUENTE: Elaboración Propia

2. GRANULOMETRIA DE ARENA CHANCADA



Fotografía N° 4: Ensayo de granulometría de arena chancada MTC E-204, ASTM D-422

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 5: Ensayo de granulometría de arena chancada MTC E-204, ASTM D-422

FUENTE: Elaboración Propia

3. GRANULOMETRIA DE ARENA NATURAL



Fotografía N° 6: Ensayo de granulometría de arena natural MTC E-204, ASTM D-422.

FUENTE: Elaboración Propia

4. GRANULOMETRIA DE LA ESCORIA METALURGICA



Fotografía N° 7: Desarrollo del Ensayo para la granulometría de escoria metalúrgica, según la MTC E-204, ASTM D-422.

FUENTE: Elaboración Propia

5. PESO ESPECIFICO DE PIEDRA CHANCADA



Fotografía N° 8: Desarrollo del Ensayo de peso específico de piedra chancada MTC E -206.

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 9: Desarrollo del Ensayo de peso específico de piedra chancada MTC E -206.

FUENTE: Elaboración Propia

6. PESO ESPECIFICO DE ARENA NATURAL Y ARENA CHANCADA



Fotografía N° 10: Desarrollo del ensayo de peso específico de arena natural y chancada MTC E-205.

FUENTE: Elaboración Propia

7. EQUIVALENTE DE ARENA NATURAL



Fotografía N° 11: Desarrollo del Ensayo de arena Equivalente de Arena Natural MTC E-114.

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 12: Desarrollo del Ensayo de arena Equivalente de Arena Natural MTC E-114.

FUENTE: Elaboración Propia

8. EQUIVALENTE DE ARENA CHANCADA



Fotografía N° 13: Del desarrollo de Ensayo Equivalente de Arena Chancada MTC E-114.

FUENTE: Elaboración Propia

9. DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO



Fotografía N° 14: Desarrollo del Ensayo Durabilidad del agregado grueso y agregado fino según la MTC E-209.

FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 15: Desarrollo del Ensayo Durabilidad del agregado grueso y agregado fino según la MTC E-209.

FUENTE: Elaboración Propia

10. CHATAS Y ALARGADAS



Fotografía N° 16: Desarrollo de Partículas Chatas o Alargadas: ASTM 4791, MTC E-221.

FUENTE: Elaboración Propia

11. CARAS FRACTURADAS



Fotografía N° 17: Desarrollo del ensayo para determinar el Método de ensayo de las caras fracturadas 90/70 MTC E-210

FUENTE: Elaboración Propia

12. SALES SOLUBLES DE LA ARENA NATURAL Y CHANCADA



Fotografía N° 18: Desarrollo del ensayo para sales solubles de la arena natural y chancada MTC E-219.

FUENTE: Elaboración Propia

13. ABRASION LOS ANGELES



Fotografía N° 19: Desarrollo del ensayo de Abrasión Los Ángeles (Método B- 11 esferas) MTC E-207.

FUENTE: Elaboración Propia

14. MARSHALL



Fotografía N° 20: Desarrollo del ensayo Marshall al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6%. según la MTC E-504.

FUENTE: Elaboración Propia

15. MARSHALL, (PESO ESPECIFICO)



Fotografía N° 21: Desarrollo del ensayo Marshall (peso específico) al 4%, 4,5%, 5%, 5.5%, 6%, según la MTC E-504.

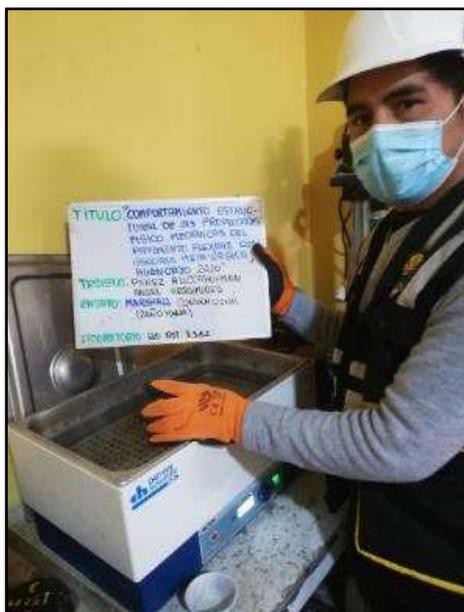
FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 22: Desarrollo del ensayo Marshall (peso específico) al 4%, 4,5%, 5%, 5.5%, 6%, según la MTC E-504.

FUENTE: Elaboración Propia

16. MARSHALL (BAÑO MARÍA)



Fotografía N° 23: Desarrollo del Ensayo (Baño María) 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% según MTC E-504.

FUENTE: Elaboración Propia

17. MARSHALL (ROTURA)



Fotografía N° 24: Desarrollo del ensayo Marshall para determinar la Rotura al 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% según la MTC E-504.

FUENTE: Elaboración Propia

18. MARSHALL



Fotografía N° 25: Desarrollo del ensayo Marshall con el 5%, de escoria metalúrgica (peso específico) según la MTC E-504.

FUENTE: Elaboración Propia

19. MARSHALL



Fotografía N° 26: Desarrollo del ensayo Marshall con el 10% de escoria metalúrgica (peso específico) según la MTC E-504.

FUENTE: Elaboración Propia

20. MARSHALL



Fotografía N° 27: Desarrollo del ensayo Marshall con el 15% de escoria metalúrgica (peso específico) según la MTC E-504.

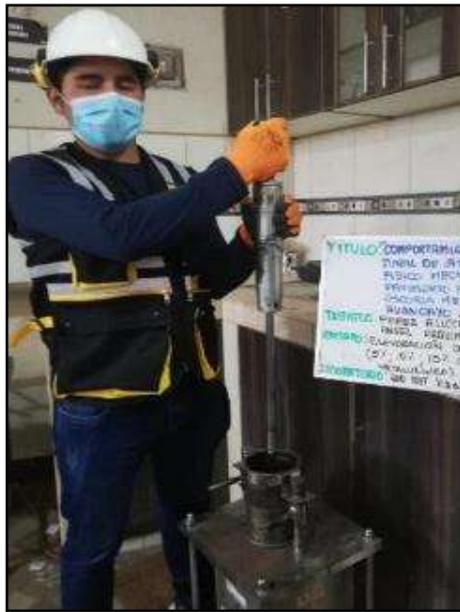
FUENTE: Elaboración Propia

21. MARSHALL



Fotografía N° 28: Desarrollo del ensayo Marshall con el 5%, 10% y 15% de escoria metalúrgica (preparación) según la MTC E- 504.

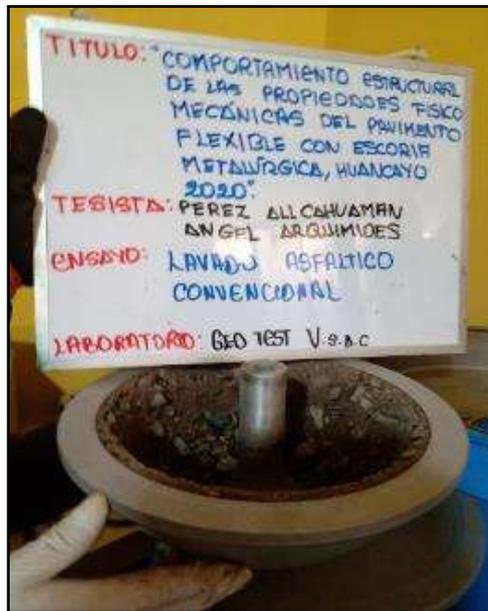
FUENTE: Elaboración Propia



Fotografía N° 29: Desarrollo del ensayo Marshall con el 5%, 10% y 15% de escoria metalúrgica (preparación) según la MTC E- 504.

FUENTE: Elaboración Propia

22. LAVADO ASFALTICO



Fotografía N° 30: Desarrollo del ensayo para determinar el lavado asfáltico granulométrica (convencional) según la MTC E-504.

FUENTE: Elaboración Propia

23. LAVADO ASFALTICO



Fotografía N° 31: Desarrollo del ensayo para determinar el Lavado Asfaltico del 5% de escoria (se desarrolla con el óptimo).

FUENTE: Elaboración Propia

24. LAVADO ASFALTICO



Fotografía N° 32: Desarrollo del ensayo lavado asfaltico convencional 15%, 10% y 5% de escoria.

FUENTE: Elaboración Propia

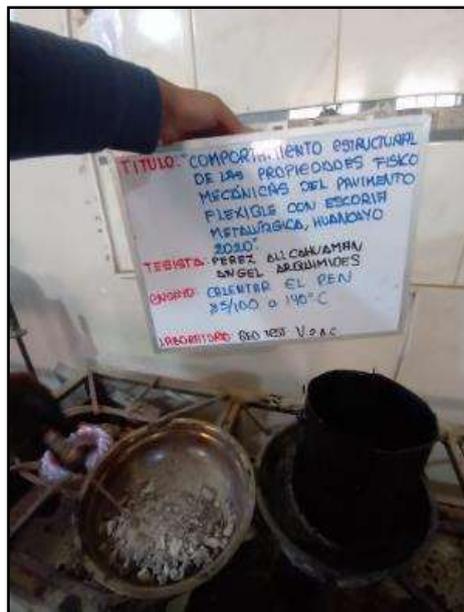
25. ELABORACION DE LA BRIQUETA



Fotografía N° 33: Desarrollo del ensayo para la elaboración de la Briqueta.

FUENTE: Elaboración Propia

26. CALENTAR EL MATERIAL



Fotografía N° 34: Desarrollo del ensayo para calentar el material PEN 85/100 a 140°.

FUENTE: Elaboración Propia

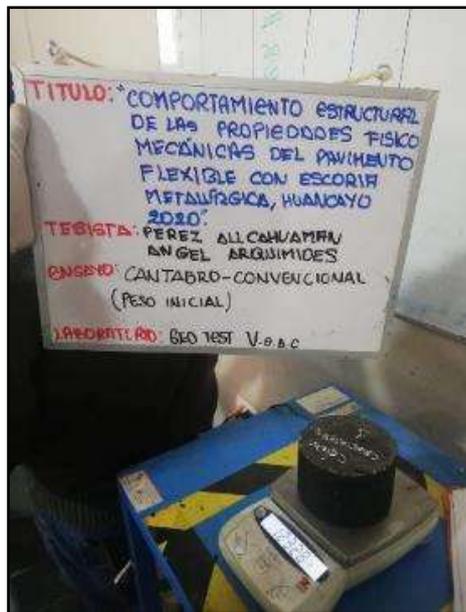
27. DESMOLDE DE BRIQUETA



Fotografía N° 35: Desarrollo del ensayo para desmoldar la briqueta.

FUENTE: Elaboración Propia

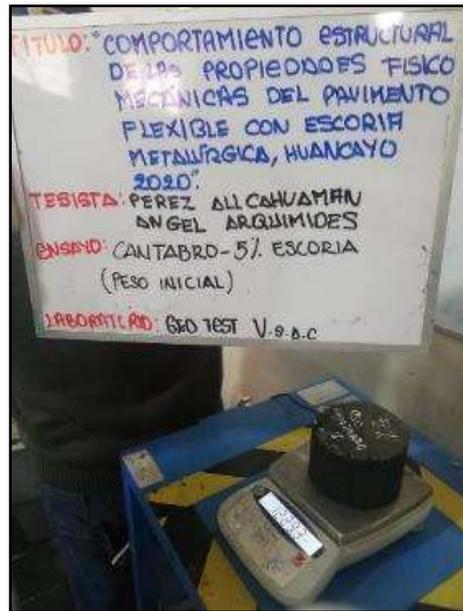
28. CANTABRO



Fotografía N° 36: Desarrollo del ensayo Cántabro. Según la MTC E-515

FUENTE: Elaboración Propia

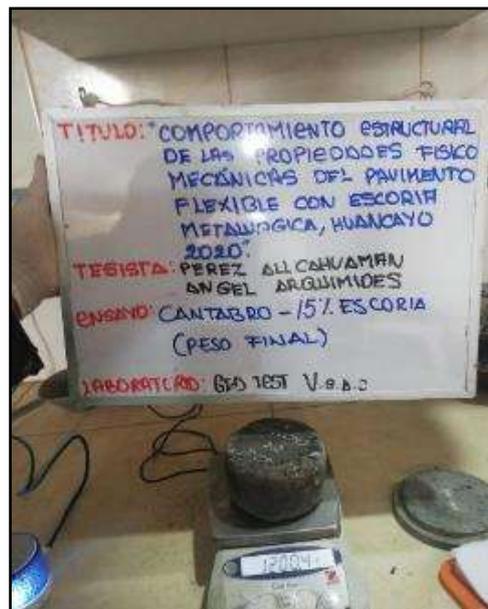
29. CANTABRO (5% DE ESCORIA)



Fotografía N° 37: Desarrollo del ensayo Cántabro 5% de escoria (peso inicial y peso final) según la Norma MTC E-515.

FUENTE: Elaboración Propia

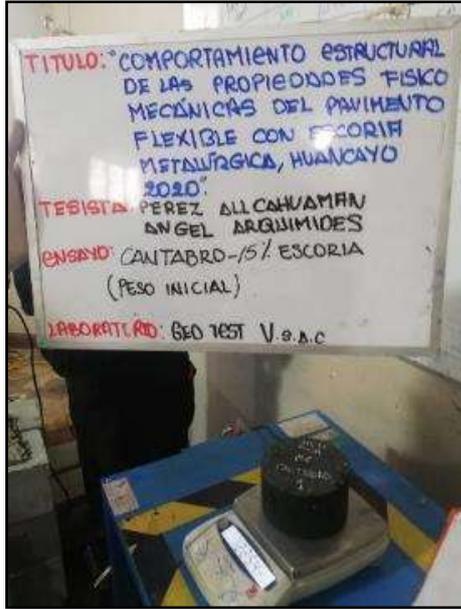
30. CANTABRO (10% DE ESCORIA)



Fotografía N° 38: Desarrollo del ensayo Cántabro 10% de Escoria (peso inicial y peso final) según la Norma MTC E-515.

FUENTE: Elaboración Propia

31. CANTABRO (15% DE ESCORIA)



Fotografía N° 39: Desarrollo del ensayo Cántabro 15% de Escoria (peso inicial y peso final) según la Norma MTC E-515.

FUENTE: Elaboración Propia