



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con
adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Quevedo Young, Henry Stephano (orcid.org/0000-0001-9693-3101)

Rodriguez Figueroa, Giovanni Elbert (orcid.org/0000-0002-8640-7295)

ASESOR:

Mgtr. Díaz García, Gonzalo Hugo (orcid.org/0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios por proveernos de salud y vida. A nuestras familias por brindarnos su apoyo incondicional durante toda nuestra formación académica profesional. De igual manera a nuestros docentes, por su guía continua en nuestro proceso de investigación.

A la Señora Gloria Young, por ser un gran apoyo incondicional y fuente de motivación para lograr satisfactoriamente el presente proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestro docente por brindarnos el apoyo y orientación de la presente investigación, de igual manera agradecer a la Universidad César Vallejo y a los docentes pertenecientes a esta institución por su contribución a nuestra formación académica durante toda la etapa profesional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023", cuyos autores son QUEVEDO YOUNG HENRY STEPHANO, RODRIGUEZ FIGUEROA GIOVANI ELBERT, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 20 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO DNI: 40539624 ORCID: 0000-0002-3441-8005	Firmado electrónicamente por: GHDIAZ el 04-12- 2023 09:41:40

Código documento Trilce: TRI - 0656751



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, QUEVEDO YOUNG HENRY STEPHANO, RODRIGUEZ FIGUEROA GIOVANI ELBERT estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GIOVANI ELBERT RODRIGUEZ FIGUEROA DNI: 72104139 ORCID: 0000-0002-8640-7295	Firmado electrónicamente por: GRODRIGUEZFI31 el 20-11-2023 09:19:16
HENRY STEPHANO QUEVEDO YOUNG DNI: 71590224 ORCID: 0000-0001-9693-3101	Firmado electrónicamente por: HQUEVEDO el 20-11-2023 08:04:49

Código documento Trilce: TRI - 0656765

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL LOS AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra, muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos:	19
3.7. Aspectos éticos:.....	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN:	45
VI. CONCLUSIONES:.....	54
VII. RECOMENDACIONES:	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de briquetas para Ensayo de Marshall para la determinación de la Estabilidad y Flujo	15
Tabla 2. Número de briquetas para Resistencia a la compresión	15
Tabla 3. Ensayos de laboratorio	17
Tabla 4. Propiedades de los agregados usados en el diseño de mezcla	21
Tabla 5. Propiedades físico-mecánico-químico del PET	25
Tabla 6. Valores Promedio para el Diseño de Mezcla	27
Tabla 7. Cuadro Resumen Diseño Marshall	32
Tabla 8. Dosificación de mezcla bituminosa.....	33
Tabla 9. Dosificación de mezcla patrón y con adición de 5%, 5.5% y 6% de PET	33
Tabla 10. Peso específico y Flujo de mezcla patrón	35
Tabla 11. Peso específico y Flujo de mezcla con 5% de adición de PET	35
Tabla 12. Peso específico y Flujo de mezcla con 5.5% de adición de PET	36
Tabla 13. Peso específico y Flujo de mezcla con 6% de adición de PET	37
Tabla 14. Cuadro resumen de Valores Promedio de peso específico y flujo.....	38
Tabla 15. Estabilidad y Resistencia a la Compresión de mezcla patrón	41
Tabla 16. Estabilidad y Resistencia a la compresión de mezcla con 5% de adición de PET	41
Tabla 17. Estabilidad y Resistencia a la compresión de mezcla con 5.5% de adición de PET	42
Tabla 18. Estabilidad y Resistencia a la compresión de mezcla con 6% de adición de PET	42
Tabla 19. Cuadro sintetizado de promedio de Estabilidad y Resistencia a Compresión ..	43
Tabla 20. Análisis comparativo del Peso específico utilizando la metodología de Varianza (ANOVA)	50
Tabla 21. Análisis comparativo del Peso específico por medio del método TUKEY	50
Tabla 22. Análisis comparativo del Flujo utilizando la metodología de Varianza (ANOVA)	51
Tabla 23. Análisis comparativo del Flujo por medio del método TUKEY	51
Tabla 24. Análisis comparativo de Resistencia a Compresión utilizando la metodología de Varianza (ANOVA)	52
Tabla 25. Análisis comparativo de Resistencia a Compresión por medio del método TUKEY	52
Tabla 26. Análisis comparativo de Estabilidad mediante la prueba Wilcoxon	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de Investigación.....	12
Figura 2. Requisitos para agregados gruesos en MAC.....	20
Figura 3. Requisitos para agregados finos en MAC	21
Figura 4. Curva generada de la granulometría del agregado fino	22
Figura 5. Curva generada de la granulometría del agregado grueso	23
Figura 6. Grados de asfalto recomendados según condiciones de temperatura.....	23
Figura 7. Ficha técnica de Asfalto Sólido 60/70 PEN	24
Figura 8. Curva granulométrica del PET molido.....	25
Figura 9. Gradaciones para MAC	26
Figura 10. Curva generada de la granulometría de combinación de agregados para MAC	27
Figura 11. Peso específico Vs Contenido de asfalto	28
Figura 12. %Vacíos Vs Contenido de asfalto.....	29
Figura 13. %Vacíos de agregado mineral Vs Contenido de asfalto.....	29
Figura 14. %Vacíos llenados con C.A. Vs Contenido de asfalto	30
Figura 15. Flujo Vs Contenido de asfalto.....	30
Figura 16. Estabilidad Vs Contenido de asfalto.....	31
Figura 17. Factor de Rigidez Vs Contenido de asfalto	31
Figura 18. Requerimientos para mezclas bituminosas.....	34
Figura 19. Peso específico Vs %PET	38
Figura 20. Flujo Vs %PET	39
Figura 21. %Vacíos Vs %PET	39
Figura 22. %Vacíos agregado mineral Vs %PET.....	40
Figura 23. %Vacíos llenados con C.A Vs %PET.....	40
Figura 24. Estabilidad Vs %PET	43
Figura 25. Resistencia a la Compresión Vs %PET	44

RESUMEN

Esta investigación cuasi - experimental tuvo como objetivo determinar el efecto en las propiedades físicas de peso específico y flujo y mecánicas de estabilidad y resistencia a compresión de una mezcla bituminosa con adición de PET en la ciudad de Nuevo Chimbote, a través de la comparación de una mezcla patrón y con adición de PET del 5%, 5.5% y 6% con respecto al peso del asfalto, previa realización de la caracterización de los agregados y el diseño de mezcla, evaluados a través de los ensayos de Marshall y resistencia a Compresión con una muestra total de 24 briquetas de 6.4 cm x 10.2 cm elaboradas de acuerdo a una gradación MAC-II y siguiendo las normativas del MTC y ASTM, obteniendo como resultado que el porcentaje más relevante es del 5% ya que presenta un menor peso específico y un mayor flujo que la muestra patrón, lo que lo hace más ligero y flexible; consiguiente a esto presenta resultados similares en cuanto a la estabilidad y menores a resistencia a compresión, concluyendo que este porcentaje es recomendable es vías de bajo o mediano tránsito ya que presenta características similares de resistencia a la deformación permanente que una mezcla bituminosa convencional.

Palabras clave: Mezcla bituminosa, PET, propiedades físicas y mecánicas.

ABSTRACT

The objective of this quasi-experimental research was to determine the effect on the physical properties of specific weight and flow and the mechanical properties of stability and compressive strength of a bituminous mix with the addition of PET in the city of Nuevo Chimbote, through the comparison of a standard mix and with the addition of PET of 5%, 5.5% and 6% with respect to the weight of asphalt, after characterizing the aggregates and the mix design, evaluated through Marshall and compressive strength tests with a total sample of 24 briquettes of 6.4 cm x 10.2 cm made according to a MAC-II gradation and following the MTC and ASTM regulations, obtaining as a result that the most relevant percentage is 5% since it presents a lower specific weight and a higher flow than the standard sample, which makes it lighter and more flexible; consequently, it presents similar results in terms of stability and lower compressive strength, concluding that this percentage is recommended for low or medium traffic roads since it presents similar characteristics of resistance to permanent deformation than a conventional bituminous mixture.

Keywords: Bituminous mix, PET, physical and mechanical properties.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace años, se han mostrado conflictos mayores en los pavimentos flexibles, ya que la construcción de estas no cumplía con su vida útil por las que se ejecutaron. De los más resaltantes conflictos que se pueden apreciar en los pavimentos flexibles son presencias de fallas prematuras, a pesar de ello, otra dificultad es que no se les brinda los mantenimientos ni cuidados adecuados, y esto tiene una influencia negativamente en la conservación de vehículos y evita un desarrollo poblacional en el bienestar de los ciudadanos.

Por otra parte, la acumulación de residuos plásticos siempre ha estado presente al transcurrir los años, para ser más concretos el que mayormente resalta es del polyethylene terephthalate (PET), que han venido afectando al bienestar de los ciudadanos, pero asimismo al ecosistema de la ciudad de Nuevo Chimbote, las cuales son originados por dos malas organizaciones de residuos por parte de los ciudadanos como también de las fábricas. Respecto a esto Chimbote en línea (2019) indica que la propagación de desperdicios de plásticos es una problemática que se refleja con una gran magnitud en Chimbote, pero no solo en nuestra ciudad, sino que ya en todo el Perú, las cuales nuestro medio marino se afectado directamente al igual que la población en general. (párr. 2).

En el año 2019 se elaboró un ranking mundial, que fue organizado por el foro económico mundial, este se encargó de organizar 141 países según sus infraestructuras viales, entre ellos la nación de Países Bajos obtuvo una puntuación de 6,4; lamentablemente el Perú está ubicado en el puesto 111 con un puntaje de 3,2 puntos. (Baranova, 2019, párr. 5).

En el aspecto regional, conservar el buen estado de las carreteras es establecer o formar mayores opciones mercantiles. Tal cual nos indica Antúnez (2021, p. 19), por ello, tener en óptimas condiciones las vías es una motivación al desarrollo poblacional regional, ampliando las probabilidades de desarrollo en cuanto a lo mercantil, esto con la finalidad que sean beneficiados los ciudadanos o pobladores de nuestra región.

Nuevo Chimbote ha presentado defectos en vías de primera instancia como también en vías de segunda instancia, entre las problemáticas más resaltantes es

el poco mantenimiento y conservación que se les han brindado a los pavimentos flexibles. (Mendoza, 2018, p. 13), lo que ha traído en consecuencia perjuicios a la municipalidad y a los pobladores, como también molestias por el estado pésimo de las vías.

De este modo, se logra la formulación de la incógnita general ¿Cuál es el efecto en las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023?, posterior a ello, se formularon incógnitas específicas: ¿Cuáles son las características de los agregados pétreos, asfálticos y de PET para una mezcla bituminosa con adición de PET mediante el análisis granulométrico, pérdida en sulfato de sodio, abrasión Los Ángeles, índice de durabilidad, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles, absorción, adherencia, equivalente de arena, angularidad y adhesividad.?, ¿Cuál es el diseño de mezcla asfáltica en caliente de una mezcla bituminosa mediante el análisis granulométrico de la combinación de agregados, Estabilidad y Flujo Marshall, Contenido óptimo de ligante y Dosificación?, ¿Qué propiedades físicas presenta una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante el Peso específico y Flujo Marshall?, ¿Qué propiedades mecánicas presenta una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante la estabilidad y la resistencia a la compresión?

Consecuente a las incógnitas presentadas, se realizó la justificación teórica, al ser la mezcla bituminosa uno de los componentes más empleados en las pavimentaciones, y con el desarrollo de la tecnología en mantenimientos, diseños, la cual se tuvo como objetivo analizar los cambios positivos como negativos en la mezcla luego de la adición de PET. Consiguiente a esto, se formuló la justificación práctica, que están relacionados a las finalidades mencionados en la investigación y en compatibilidad con los resultados alcanzados, de las cuales ayudaron al análisis y determinar el comportamiento de diferentes proporciones de PET en mezclas bituminosas como recomendaciones alternativas para futuros pavimentos viables.

Además, se determina la justificación metodológica, se utilizan técnicas basadas en actos regulatorios, así como procedimientos estandarizados para lograr los objetivos planteados, siendo de crucial importancia la confiabilidad y coherencia de

la documentación mencionada. Además, es socialmente justificable ya que se presenta como una solución coherente a favor de la accesibilidad de los vehículos. También es respetuoso con el medio ambiente ya que utiliza PET, que es uno de los mayores contaminantes de nuestro entorno. Del mismo modo se justificó ambientalmente ya que se llegó a utilizar el PET, teniendo en cuenta que es de los principales contaminantes en nuestra ciudad.

Ante lo mencionado, se propuso el objetivo de la investigación: Determinar el efecto en las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023, como propósito de una opción a futuro en el ámbito de mantenimiento del pavimento flexible y esto con ayuda del medio ambiente ya que se llegó a utilizar el PET. Consiguiente a esto, se planteó como objetivos específicos: Caracterizar los agregados pétreos, asfálticos y de PET para una mezcla bituminosa con adición de PET mediante el análisis granulométrico, pérdida en sulfato de sodio, abrasión Los Ángeles, índice de durabilidad, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles, absorción, adherencia, equivalente de arena, angularidad y adhesividad; Establecer el diseño de mezcla asfáltica en caliente de una mezcla bituminosa mediante el análisis granulométrico de la combinación de agregados, Estabilidad y Flujo Marshall, Contenido óptimo de ligante y Dosificación de mezcla bituminosa; Determinar las propiedades físicas de una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante la Peso específico y Flujo Marshall; Determinar las propiedades mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante la estabilidad y la resistencia a la compresión.

Asimismo, se proclamó como hipótesis: H_i : El efecto de la adición de PET en una mezcla bituminosa mejora significativamente las propiedades físicas y mecánicas; H_o : El efecto de la adición de PET en una mezcla bituminosa no mejora significativamente las propiedades físicas y mecánicas. Del mismo modo se planteó las hipótesis específicas: H_1 : Los agregados pétreos, asfálticos y PET presentan características positivas para la elaboración de briquetas bituminosas, H_1-O : Los agregados pétreos, asfálticos y PET no presentan características positivas para la elaboración de briquetas bituminosas; H_2 : El diseño de mezcla asfáltica en caliente de una mezcla bituminosa presenta una dosificación con un

contenido óptimo de ligante mayor al 5%; H2-O: : El diseño de mezcla asfáltica en caliente de una mezcla bituminosa presenta una dosificación con un contenido óptimo de ligante menor al 5%; H3: Las propiedades físicas de Peso específico y Flujo Marshall de una mezcla bituminosa con adición de PET son significativamente mejores; H3-O: Las propiedades físicas de Peso específico y Flujo Marshall de una mezcla bituminosa con adición de PET no son significativamente mejores; H4: Las propiedades mecánicas de Resistencia a la Compresión y Estabilidad de una mezcla bituminosa con adición de PET no son significativamente mejores; H4-O: Las propiedades mecánicas de Resistencia a la Compresión y Estabilidad de una mezcla bituminosa con adición de PET son significativamente mejores.

II. MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de recabar información relacionada a nuestro tema, es que se realizó la búsqueda de antecedentes relacionados a nuestros objetivos. En primer lugar, internacionalmente tenemos a Machsus et al. (2020), que, en su artículo de redacción científica desarrollado en Indonesia, tuvieron como objetivo verificar el grado de afectación en los valores del Ensayo Marshall en un pavimento flexible con la incorporación de PET en porcentajes de 3%, 4%, 5%, 6% y 7% del C.A. en relación al peso, obteniendo así resultados favorables en los parámetros que evalúa el método Marshall, llegando a la conclusión que el uso del PET en pavimentos asfálticos no solo favorece al medio ambiente por ser un material sostenible, sino que presenta un mejor comportamiento que las mezclas tradicionales. (p. 1-7)

Del mismo modo, Jassim et al. (2014), en su artículo de redacción científica llevó a cabo un procedimiento experimental basándose en el Ensayo Marshall en relación al índice de resistencia que puede proveer la adición de restos plásticos en mezclas asfálticas en Etiopía, a través de la evaluación de porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% con respecto al peso del árido, utilizando tamaños de partículas de residuos plásticos de 19 a 3 mm. Es así, que concluyeron que la adición del 15% y con el tamaño de residuos utilizados, se logró una mejoría en el parámetro de estabilidad, además de una mayor resistencia al deterioro generado por el agua. (p. 1-8).

Así también, tenemos a Köfteci (2016), que, en su artículo de redacción científica tuvo como objetivo la evaluación de los efectos de residuos plásticos a través de los parámetros de fluidez y estabilidad en mezclas asfálticas tradicionales en el país de Turquía, evaluando porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4%, logrando evidenciar un rendimiento mayor en la adición del 4% en cuanto a la estabilidad, además de mostrar una mayor resistencia al deterioro generado por el agua. (p. 1268–1274).

Por otro lado, Agha et al. (2023), en su artículo de redacción científica logró evaluar el rendimiento de mezclas asfálticas modificadas con material reciclado (PET) a través de la inclusión de porcentajes de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% realizadas en el país de China y mediante los ensayos de Marshall, fatiga por tracción indirecta y vulnerabilidad a humedad. De esta manera, destacó la función del PET al ser un material económico y sostenible para la utilización en mezclas asfálticas,

concluyendo que mientras que el porcentaje de 4% muestra un patrón de disminuir la estabilidad, flujo y la fatiga, recomienda un porcentaje de 6% ya que presenta resultados favorables en cuanto a la vulnerabilidad a la humedad. (p. 6-19).

Finalmente, Ahmad Malik y Ahmad Salman (2022), en su artículo de redacción científica realizada en India, evaluó el grado de incidencia de residuos PET en un hormigón bituminoso por medio del Ensayo Marshall, además de otros para medir el grado de penetración, viscosidad, volatilidad a incendios y ductilidad, en porcentajes declarados del 8%, 10% y 12% del betún. De tal forma, concluyeron que la incidencia de residuos PET en mezclas bituminosas afectan positivamente en resistencia a deformaciones y prolifera una menor aparición de vacíos de aire con respecto a una mezcla tradicional. (p. 4-24).

En el ámbito nacional, Lozada y Montoya (2022), en su investigación realizada en la ciudad de Jaén en Cajamarca tuvo como objetivo determinar si existía mejoramiento en la propiedades mecánicas de estabilidad, fluencia y porcentaje de vacíos de una mezcla asfáltica al agregar PET, utilizando materiales provenientes de cantera y un tamaño de plástico usado de 0.5 cm, siendo retenidos al 100% en el tamiz N°4, evaluando los porcentajes de 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5.5% del agregado fino, obteniendo así que el 0.5% de agregado de PET cumple con los requerimientos del Manual de Carretera EG – 2013, y una tendencia que a mayor cantidad de plástico utilizado disminuye los valores de estabilidad y aumenta el porcentaje de vacíos. (p. 6).

También, Bernardo y Mengihuri (2022), realizó su investigación en la ciudad de Lima, la cual tuvo como objetivo determinar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica adicionando PET reciclado a través del método Marshall y Lottman Modificado evaluando añadidos de 0.5%, 1% y 1.5%, concluyendo así que el porcentaje de 0.5% mejora la durabilidad ya que se observa menos cantidad de vacíos de aire y una menor permeabilidad, permitiendo así que el pavimento sea más duradero y evitando la desintegración prematura, pero que al aumentar PET disminuye la estabilidad. (p. 14).

Del mismo modo, Alvines (2023) en su investigación elaborada en Pimentel (Chiclayo) tuvo como objetivo evaluar los parámetros Marshall de una mezcla

asfáltica alterada a través de la adición de plástico reciclado en porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% al peso total del agregado fino, obteniendo un contenido óptimo de ligante del 5.80% y que al agregar botellas recicladas en un 0.5% a la mezcla asfáltica esta mejora su estabilidad pero en los otros porcentajes evaluados sobrepasa el Flujo permitido por el EG-2013. (p. 10).

Así también, Ravelo (2022) en su investigación experimental realizada en Lima tuvo como objetivo principal analizar cómo influye la incorporación de PET en una mezcla asfáltica y analizar sus propiedades físico-mecánicas a través de una muestra de 36 briquetas y evaluando una muestra patrón y con adición de 5% y 7% de PET, concluyendo así que la estabilidad con respecto a la mezcla patrón disminuye, pero la impermeabilidad y el flujo aumentan con respecto a la mezcla tradicional. (p. 7).

También, Diaz (2021) en su investigación formulada en la ciudad de Iquitos tuvo como finalidad determinar si existen incidencias positivas en las propiedades físicas y estructurales en mezclas asfálticas con incorporación de PET en relación a una mezcla patrón evaluando porcentajes de 4%, 5%, 6% y 7% con respecto al peso total de la probeta, con el que llegó a la conclusión de que la mezcla modificada con PET satisface los requisitos que establece el DG-2013.

Asimismo, Cueva y Quispe (2019) en su tesis se abordó una propuesta de diseño de MAC con el uso de PET y verificar si cumple con los requerimientos establecidos por el MTC a través de la evaluación de la adición del 3%, 6% y 9% con respecto al agregado grueso en una mezcla convencional, donde se concluyó que ninguno de los porcentajes evaluados evidenció mejorías en cuanto a las características físicas y mecánicas con respecto a una mezcla tradicional.

Del mismo modo, Cárdenas (2021) en su investigación se propuso realizar la comparación de mezclas convencionales y modificadas con PET en porcentajes de 1.5%, 2% y 3% a través del Ensayo Marshall, resistencia a Compresión y tracción, con la conclusión que el porcentaje óptimo de PET es del 2% mostrando un buen comportamiento con los agregados y una mayor resistencia a compresión y flexión.

En la indagación teórica en concordancia a nuestro tema, mencionamos que, según el Manual de Carreteras (2014), las capas de afirmado son aquellas constituidas

con el fin de aminorar las cargas que reciben de capas superiores funcionando, así como disipadores y estando ubicadas sobre la subrasante. (p. 26).

Asimismo, enuncia que un pavimento flexible presenta diferentes capas o estratos que lo conforman, de la capa inferior a la superior, tenemos a la subbase y base, siendo ambos de materiales granulares, y la carpeta asfáltica, que es el estrato expuesto de forma directa a las cargas de transporte.

Hurtado (2016), indica que el pavimento flexible se distingue por la carpeta de asfalto, la cual es principalmente usado en vías urbanas y/o colectoras con una menor demanda de vehículos. Estas, tienen la ventaja de un menor costo inicial, pero necesitan de una mejor conservación. (p. 23).

Asimismo, Paredes y Saldaña (2021), indica que las pavimentaciones semi rígidas tienen similitudes con la pavimentación flexible, con la distinción que alguna de sus capas está conformada de algún material que permita acomodar ciertas propiedades mecánicas a los agregados, por ejemplo, la cal. Además, mencionar que su nombre semi rígido, viene de la transposición de una capa de asfalto sobre una capa rígida. (p. 39).

Así como, Briceño y Aranibar (2021, p.24), indica que el pavimento rígido tiene la particularidad de poseer una carpeta de concreto en la parte superior, además de las demás capas antes mencionadas. Es de preferencia cuando se requieren soportar mayores cargas, con la característica que el costo inicial es mucho mayor, pero necesita una menor incidencia en la conservación.

A la vez, Ramírez (2021), indica que la capa de rodadura es aquella que recibe los esfuerzos del entorno en primera instancia y que luego los distribuye hacia las capas inferiores. Está conformado de la mezcla de piedra, arena, asfalto y en caso sea necesario, de algún material que le de cohesión a la mezcla. (p.19)

Así como, para Hurtado (2016), la capa base es consiguiente a la carpeta de rodadura, siendo granular e indispensable para la distribución de cargas y que puede ser tratado con elementos que mejoren y/o aseguren la correcta funcionalidad de esta con cal, por ejemplo. (p. 22).

Además, el Manual de Carreteras (2014), enuncia a la subbase como siguiente de la capa base, también es granular y sigue la línea de distribuir esfuerzos generados de las capas superiores, además que puede servir de drenaje en caso se requiera; y que la sub rasante es determinada de acuerdo a la selección de suelos y es la que soporta la estructura misma del pavimento (p. 26).

También, Paredes y Saldaña (2021), manifiestan que los pavimentos flexibles tienen como finalidad permitir una transitabilidad adecuada y segura para aquellos que transitarán la vía; y para Hurtado (2016), este tipo de pavimento es el más empleado debido a sus propiedades impermeabilizantes, su menor costo y la rapidez con el que se puede intervenir. (p. 25).

Mencionado al Manual de Carreteras (2014), define a la servicialidad en pavimentos como el parámetro con el que se mide, de manera subjetiva, la capacidad del pavimento de generar condiciones favorables hacia los usuarios que transitarán por dicha vía. (p. 214).

De igual manera Machsus et al. (2020) define al tereftalato de polietileno (PET) como aquel resultante, a través de procedimientos químicos, de polímeros de ácido tereftalato y etilenglicol. Destaca también, su repercusión a nivel mundial, ya que es uno de los plásticos más utilizados y comunes que se producen en la actualidad, caracterizado por su transparencia, claridad y que es resistente a diluyentes orgánicos. (p. 2).

Así, You et al. (2022) señala que el uso y factibilidad de residuos de polietileno, el cual está representado aproximadamente el 1/3 de los plásticos en el mercado, es muy alto, debido a la gran cantidad de tecnologías actuales tratan de incluirlo a través de procedimientos de procesamiento por vía seca o húmeda. (p. 2).

Según Ingham (2013) enuncia que el término mezcla bituminosa se usa para clasificar un material resultante de la mezcla de áridos gruesos y/o finos y aglutinantes que pueden ser betún, alquitrán u otros, y que tienen como finalidad servir de capa superior en pavimentos flexibles y/o mixtos. (p.171).

Del mismo modo, You et al. (2022), afirma que el uso de PET en mezclas bituminosas es beneficioso desde el punto de vista tecnológico, en forma que modifica positivamente las propiedades mecánicas frente a deformación, rigidez,

elasticidad y que, además, aumenta la vida útil al hacerlo mas resistente frente a fatiga. (p. 2-3).

En cuanto al ensayo a la compresión, el Manual de Ensayos de Materiales (2016) en su artículo MTC E-513 indica los procedimientos necesarios para la obtención de resistencia a cargas de mezclas asfálticas, siendo un parámetro que permite identificar la conformación de la mezcla inducidas a cargas de tránsito. (p. 636).

El Manual de Ensayos de Materiales (2016), define al método Marshall como un ensayo para determinar los parámetros de desempeño de una mezcla bituminosa en caliente evaluando propiedades como la estabilidad y flujo. (p. 584).

Para el análisis granulométrico el Manual de Ensayos de Materiales (2016) indica, que la granulometría de las partículas se realizará utilizando tamices, debiendo estar ordenados de mayor a menor, lo que nos ayudará a determinar el tamaño y la distribución retenidas a lo largo de los tamices. (p. 303).

Según la UMSS (2004) indica que el diseño Marshall está conformado por una mezcla pétreo correctamente graduada y también por un cemento asfáltico que su funciona como ligante. Estas son elaboradas en plantas en caliente a temperaturas de 140°C o 150°C y lo que es el cemento asfáltico a temperatura de 110°C - 130°C; después de que este a las temperaturas requeridas se le combina con las demás componentes aprobadas por una granulometría adecuada para proseguir a elaborar las briquetas con dimensiones requeridas y terminar compactadas a temperatura superior a 90°C. (p.274).

III. METODOLOGÍA

Nuestra investigación estuvo orientada a un criterio cuantitativo, según Babativa (2017, p. 7), menciona que una investigación cuantitativa surge de la búsqueda del conocimiento científico, se caracteriza por la objetividad y el razonamiento, y se trata de una investigación experimental para que las variables sean mensurables.

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

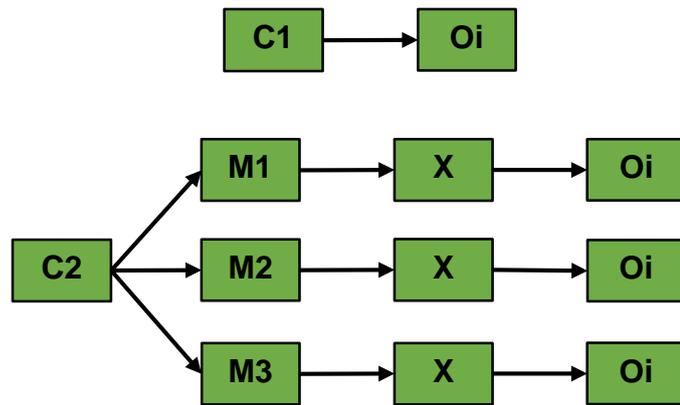
Nuestra investigación, según su finalidad, fue aplicada, ya que buscó acondicionar teorías y resultados ya existentes con el propósito de analizar el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla bituminosa con adición de PET. Así como explica Esteban (2018), toda aquella búsqueda relacionada con la indagación de ciencias y/o conceptos relacionadas a ella son denominados aplicadas. (p. 3).

3.1.2. Diseño de investigación

Nuestra investigación, enmarca un diseño experimental, ya que está compuesta por una variable independiente y dependiente. Según Estrada (2022), el propósito de la investigación experimental es confirmar sospechas y utilizar más de una variable para producir resultados diferentes, es decir. La investigación experimental tiene variables independientes y dependientes. (párr. 5).

De igual modo, esta investigación fue de carácter cuasi - experimental, dado que se estudió los cambios de las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa a través de un grupo control y grupos experimentales, además que los sujetos de estudio no son elegidos al azar, sino que fueron seleccionados anticipadamente. Según Fernández et al (2014), un estudio cuasiexperimental es un estudio diseñado para experimentar una hipótesis causal maniobrando (como mínimo) una variable independiente en el que las unidades no pueden ser asignadas de manera aleatoriamente a equipos por razones logísticas o éticas. (p. 1).

Figura 1. Diseño de Investigación



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

C1: Conjunto de briquetas patrón.

C2: Conjunto de briquetas que se alterarán.

M1: Adición del 5% a la muestra.

M2: Adición del 5.5% a la muestra.

M3: Adición del 6% a la muestra.

X: %PET.

Oi: Resultados de las propiedades físicas y mecánicas.

3.2. Variables y operacionalización

De acuerdo a Espinoza (2018) define una variable como aquella que será medida, controlada y/o estudiada durante el estudio y que está sujeta a cambios. (s. 40). Y coherente a esto la investigación presentó una variable independiente y una variable dependiente. Observar la operacionalización de variables en el **Anexo 1**.

Variable Independiente: Mezcla bituminosa con adición de PET

Definición conceptual: Los aglutinantes bituminosos con ayuda del PET han presentados resultados exitosos, ya que ayuda a evitar el agrietamiento

y disminuye las deformaciones permanentes del pavimento. (Ahmad Malik y Ahmad Salman, 2022).

Definición Operacional: La mezcla bituminosa con adición de PET para ser elaborada se ve directamente relacionada a la caracterización de los agregados y su diseño de mezcla.

Dimensiones: Caracterización de agregados, Diseño de mezcla

Indicadores: Análisis granulométrico, pérdida en sulfato de sodio, abrasión Los Ángeles, índice de durabilidad, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles, absorción, adherencia, equivalente de arena, angularidad y adhesividad, Análisis granulométrico de la combinación de agregados, Estabilidad y Flujo Marshall, Contenido óptimo de ligante, Dosificación de mezcla bituminosa.

Escala de medición: Razón.

Variable Dependiente: Propiedades Físicas y mecánicas

Definición conceptual: La mezcla bituminosa depende de la elección de materiales que se utilizaran y el tipo de aglutinante para que las propiedades tanto físicas como mecánicas presenten resultados positivos y que la mezcla sea duradera y eficaz. (Cabrejos y Vigo, 2021).

Definición Operacional: La producción de mezcla bituminosa a base de PET consta de propiedades físicas y mecánicas que se analizan para que el material pueda soportar las condiciones a las que será expuesto.

Dimensiones: Propiedades físicas, Propiedades mecánicas.

Indicadores: Flujo de la dosificación patrón y con adición de 5%, 5.5%, y 6% de PET, peso específico de la dosificación patrón y con adición de 5%, 5.5%, y 6% de PET, estabilidad de la dosificación patrón y con adición de 5%, 5.5%, y 6% de PET, resistencia a la compresión de la dosificación patrón y con adición de 5%, 5.5%, y 6% de PET.

Escala de medición: Razón.

3.3. Población, muestra, muestreo

3.3.1. Población

De acuerdo a Lopez (2004), la población es la agrupación de hombres u elementos que se tomaron en consideración para investigación y de las cuales se quiere llegar a conocer algo. (p. 69).

En nuestra investigación la población estuvo constituido por la fabricación de briquetas de medidas de 6.4 cm x 10.2 cm que fueron aplicados en el ensayo de Marshall para la evaluación de la estabilidad y flujo según la norma del MTC E 504 y las briquetas utilizadas para la resistencia a la compresión como indica la norma MTC E-513.

Criterio de inclusión: La briqueta fabricada debieron cumplir con las dimensiones mencionadas anteriormente y no debe presentar defectos o grietas importantes que puedan alterar los resultados en altas medidas.

Criterio de exclusión: La briqueta fabricada que han sido rechazadas son las que no cumplen con las dimensiones especificadas, presenta defectos durante el proceso de producción, materiales insuficientes o presenta grietas o fisuras importantes que puedan alterar el resultado final.

3.3.2. Muestra

De acuerdo a Otzen y Manterola (2017), Precisa que las muestras son sumamente importantes porque permiten sacar conclusiones y así generalizar los resultados observados en las mismas. (p. 227).

En este trabajo la muestra corresponde a la población inicialmente seleccionada correspondiente a la formación de 24 briquetas bituminosas cilíndricas con adición de PET. Además, a efectos prácticos se consideró a la mezcla patrón como P0%, a la adición de PET de 5% como P5%, a la adición de PET de 5.5% como P5.5% y a la adición de PET de 6% como P6%, sintetizando la información presentada en las siguientes tablas:

Tabla 1. Cantidad de briquetas para Ensayo Marshall para la determinación de la Estabilidad y Flujo

%PET	% Optimo de ligante
Resistencia de Mezclas Bituminosas empleando el aparato MARSHALL - MTC E 504	
P0%	3
P5%	3
P5.5%	3
P6%	3
Total	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Cantidad de briquetas para Resistencia a la compresión

%PET	% Optimo de ligante
Resistencia a Compresión simple de Mezclas Asfálticas - MTC E 513	
P0%	3
P5%	3
P5.5%	3
P6%	3
Total	12

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de 03 briquetas cilíndricas por cada % de adición de PET está respaldada por lo establecido en la norma MTC E-504 y MTC E-513 perteneciente al Manual de Ensayos de Materiales del MTC, que indica un mínimo de 3 muestras para la obtención de resultados confiables, siendo que por temas económicos se consideró la muestra mínima que establece el manual.

3.3.3. Muestreo

En la presente investigación se consideró el muestreo no probabilístico por conveniencia debido al juicio de los autores, debido a la selección de las muestras de manera subjetiva, pero no de manera aleatoria, ya que la cantidad se estableció en concordancia con el Manual de Ensayos de Materiales del MTC. En concordancia a Hernández (2021) explica que este

tipo de muestreo permite, de forma inicua, determinar el tamaño de la muestra, es decir a conveniencia de los investigadores. (p. 2).

3.3.4. Unidad de análisis

De acuerdo a la norma MTC E-504 y MTC E-513 se consideró a las briquetas cilíndricas de 6.4 cm x 10.2 cm como unidad de análisis, las cuales fueron empleadas tanto en el ensayo de Marshall para la evaluación de la Estabilidad y Flujo como para la prueba de resistencia de compresión, teniendo siempre en consideración los criterios de exclusión e inclusión declarados con anterioridad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con fines de recaudar la información necesaria y en base a nuestro enfoque, tipo y objetivos de investigación, es que se seleccionan las técnicas e instrumentos necesarios, tal y como enuncia Cisneros et al (2022) debiendo ser dichas técnicas e instrumentos tales que aseguren la confiabilidad de los resultados y los procesos. (p.1171).

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

En base a los ensayos de laboratorio que se realizaron, se formuló a la observación y a la revisión documental como las técnicas necesarias para esta investigación. Como nos dice Tamayo (2004) dependiendo del problema a evaluar, es que se debe elegir pertinentemente las técnicas a utilizar en una investigación. (p.24).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Nuevamente, en ase a los ensayos de lavatorio que se realizaron, se usó como instrumentos a las fichas de recolección de información y las inspecciones de laboratorio, ambos necesarios para el acopio de la información y los resultados de los ensayos realizados. De acuerdo a Cisneros et al (2022) especifica que de acuerdo a los objetivos, tipo y técnicas de cada investigación es que se deben seleccionar las herramientas necesarias para llevar a cabo un adecuado acopio de datos. (p.1178).

3.4.3. Validez y Confiabilidad

El grado de validez determina en gran medida la magnitud de un instrumento y su incidencia en la investigación, así como la confiabilidad es importante para determinar que tan verídicos pueden ser los datos obtenidos. (Ventura, 2009, párr. 4). En relación a ello, es que se estos parámetros están respaldados por los procedimientos del MTC y ASTM, las cuales son normas nacionales e internacionales estandarizadas para los ensayos que se realizaron, sintetizados en **la tabla 3**.

Tabla 3. Ensayos de laboratorio

ENSAYO	NORMA
Análisis Granulométrico	ASTM D 422 / MTC E 107
Pérdida en sulfato de sodio	ASTM C 88 / MTC E-209
Abrasión los ángeles	ASTM C 131 / MTC E-207
Índice de durabilidad	MTC E-214
Partículas chatas y alargadas	ASTM D 4791
Caras fracturadas	ASTM D 5821 / MTC E-210
Sales solubles	ASTM D 1888 / MTC E-219
Absorción	ASTM C 128 / MTC E-206
Adherencia	ASTM D 1664 / MTC E-519
Equivalente de arena	ASTM D 2419 / MTC E-114
Angularidad del agregado fino	MTC E-222
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E-220
Diseño de Mezcla	Método Marshall ASTM D6927-15
Ensayo de Marshall (Estabilidad, Flujo y peso específico)	MTC E-504
Resistencia a la Compresión	MTC E-513

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Procedimientos

En el proceso de desarrollo del proyecto se pudo dividir en 3 instancias principales, siendo estas:

Instancia 1: Búsqueda y recopilación de teorías y antecedentes

En primera instancia, se llevó a cabo lo que es la búsqueda a través de portales web, revistas científicas, normas internacionales y nacionales, entre otros, acerca de las teorías y antecedentes relacionados a nuestro tema de investigación y a nuestros objetivos declarados, tomando como referencia

los ensayos que se realizaron para poder realizar la comparación de los resultados posteriormente.

Instancia 2: Acopio de Materiales

En segunda instancia, se basó en la recaudación de los materiales necesarios para la elaboración de las briquetas bituminosas, los cuales fueron arena gruesa y piedra chancada ½” provenientes de la cantera Piedra Liza, cemento asfáltico PEN 60/70 proveniente de Petroperú y PET obtenidos a través de reciclaje. Posteriormente, se realizó el traslado de los materiales al laboratorio para sus respectivos ensayos y análisis.

Instancia 3: Ensayos realizados en laboratorio y síntesis de resultados.

En tercera instancia, se llevaron a cabo los ensayos declarados con anterioridad en la investigación, basados en las normas nacionales e internacionales del MTC y ASTM, verificando la calidad y perfecto estado de los materiales para proseguir con la elaboración de las briquetas. En primer lugar, se efectuaron estudios necesarios para determinar si los agregados son óptimos para la realización de briquetas bituminosas, posterior a esto se realizó el diseño de mezcla realizando en primer lugar la combinación de agregados, de acuerdo al tamaño máximo que fue de ¾” (MAC-2), para luego proseguir con la determinación del % óptimo de ligante y la dosificación a través del estudio de diferentes porcentajes de asfaltos por medio de probetas y su respectivo estudio de parámetros, que para este caso fueron de 4.5%, 5%, 5.5% y 6%.

Una vez obtenido el % óptimo de ligante se procedió a realizar las briquetas de 6.4 cm x 10.2 cm para la determinación del peso específico, estabilidad y flujo mediante el Ensayo Marshall y las briquetas para la prueba de resistencia a la compresión, siendo que incluían % de PET de 0%, 5%, 5.5% y 6% en una mezcla bituminosa, siendo que se realizaron a un total de 24 briquetas para la evaluación de sus propiedades físicas y mecánicas, viendo sus resultados se vieron reflejados a través de los reportes de laboratorio.

3.6. Método de análisis de datos:

Una vez obtenidos los resultados provenientes de los ensayos realizados, se procedió a la contrastación y análisis de los mismos a través del software EXCEL, por medio de gráficos y tablas donde se evidencie las variaciones de las propiedades evaluadas de la briqueta patrón y de cada porcentaje evaluado.

Del mismo modo, se usó el mismo software, para la tabulación de la base de datos obtenidos y proseguir con el Análisis de Varianza (ANOVA) y la prueba de Wilcoxon, con el fin de aceptar y/o rechazar la hipótesis y medir su grado de incidencia.

3.7. Aspectos éticos:

Inguillay, Tercero y López (2020) indican que se debe reconocer y respetar el producto y conocimiento de otros investigadores debiendo ser correctamente correspondidos y señalados, esto a través de técnicas de citación y referenciación del estilo normativo que se requiera, con el fin de evitar duplicidades y apropiaciones indebidas de alguien que no lo merece. (p. 46).

Es por eso, que se respetaron los conocimientos de los investigadores incluidos en esta investigación a través de la correcta referenciación y citación. Asimismo, se tuvo el compromiso de llevar a cabo los ensayos de laboratorio siguiendo los procedimientos que establecen las normas vigentes y con total transparencia y ética científica, declarando los resultados reales y esperando sean de contribución a la comunidad científica.

Así también, como enuncia el Congreso de la República en la Resolución Presidencial N°192-2019-CONCYTEC-P, se respetó los principios íntegros, objetivos, imparciales, justos, responsables, transparentes, veraces, imparciales y honestos intelectualmente. De igual manera se respetó la normativa legal peruana y los códigos éticos propuestos por la Universidad César Vallejo, en concordancia a la Resolución N° 0126-2017/UCV.

IV. RESULTADOS

4.1. Objetivo específico 1:

Caracterizar los agregados pétreos, asfálticos y de PET para una mezcla bituminosa con adición de PET mediante el análisis granulométrico, pérdida en sulfato de sodio, abrasión Los Ángeles, índice de durabilidad, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles, absorción, adherencia, equivalente de arena, angularidad y adhesividad.

Los agregados tanto finos como gruesos siguieron las normativas MTC y ASTM respectivas para determinar que fueron óptimas para la realización de las briquetas asfálticas en concordancia a la norma CE.010 de pavimentos urbanos, señalados a continuación.

Figura 2. Requisitos para agregados gruesos en MAC

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnmm)	
		< 3000	> 3000
Pérdida en Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	12 % máximo	10 % máximo
Pérdida en Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	18 % máximo	15 % máximo
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	40 % máximo	35 % máximo
Índice de Durabilidad	MTC E – 214 (1999)	35 % mínimo	
Partículas chatas y alargadas *	ASTM D – 4791 (1999)	15 % máximo	
Partículas fracturadas	MTC E – 210 (1999)	Según Tabla 12	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,5 % máximo	
Absorción	NTP 400.021:2002	1,00 %	Según Diseño
Adherencia	MTC E – 519 (1999)	+ 95	

Fuente: Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos

Interpretación: Se aprecia los requerimientos mínimos que deben presentar los agregados gruesos para poder considerarlos óptimos para la realización de especímenes de briquetas asfálticas, respaldadas por las normas técnicas peruanas NTP y MTC e internacionales ASTM. Además, mencionar que, para las partículas fracturadas, en caso de vías locales, exige un 65% de una cara fracturada y 40% dos caras fracturadas (65/40), como valores mínimos.

Figura 3. Requisitos para agregados finos en MAC

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnmm)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	Según Tabla 13	
Angularidad del agregado fino	MTC E – 222 (1999)	Según Tabla 14	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E – 220 (1999)	4 % mínimo	6 % mínimo
Índice de Durabilidad	MTC E – 214 (1999)	35 mínimo	
Índice de Plasticidad	MTC E – 111 (1999)	Máximo 4	NP
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	0,5 % máximo	
Absorción	MTC E – 205 (1999)	0,50 %	Según Diseño

Fuente: Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos

Interpretación: En la figura 3 se puede observar los requerimientos mínimos que deben presentar los agregados finos para poder considerarlos óptimos para la realización de especímenes de briquetas asfálticas, respaldadas por las normas técnicas peruanas NTP y MTC. Además, mencionar que, para el equivalente de arena y la angularidad, en caso de vías locales, exige un 45% y 30% respectivamente como valores mínimos.

Tabla 4. Propiedades de los agregados usados en el diseño de mezcla

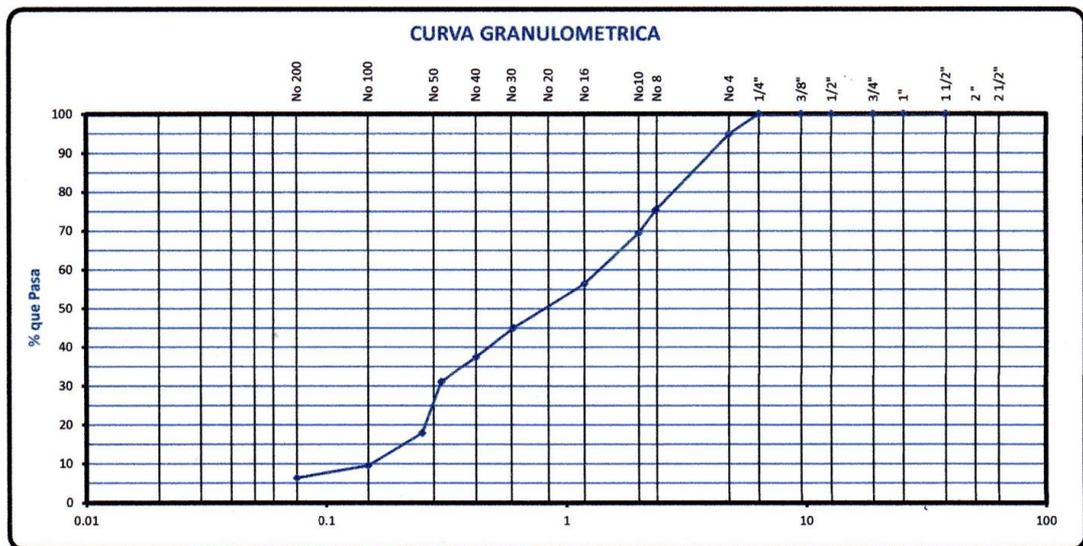
Descripción	Unidades	Agregado Fino	Agregado Grueso
Pérdida en Sulfato de Sodio	%	-	2.04
Abrasión Los Ángeles	%	-	10.9
Índice de Durabilidad	%	75.3	54.1
Partículas chatas y alargadas	%	-	8.19
Caras fracturadas	%	-	93.3 / 77.4
Sales Solubles	%	0.040	0.085
Absorción	%	0.813	0.64
Adherencia	%	-	+ 95.0
Equivalente de Arena	%	80.0	-

Angularidad del agregado fino	%	43.3	-
Adhesividad (Riedel Weber)	%	6.0	-
Tamaño máximo	Pulgadas	¼"	¾"

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia las características de los agregados tanto finos como gruesos, y que según las normas NTP, MTC y ASTM cumplen los requisitos establecidos para considerarse óptimos para la realización de especímenes de briquetas asfálticas.

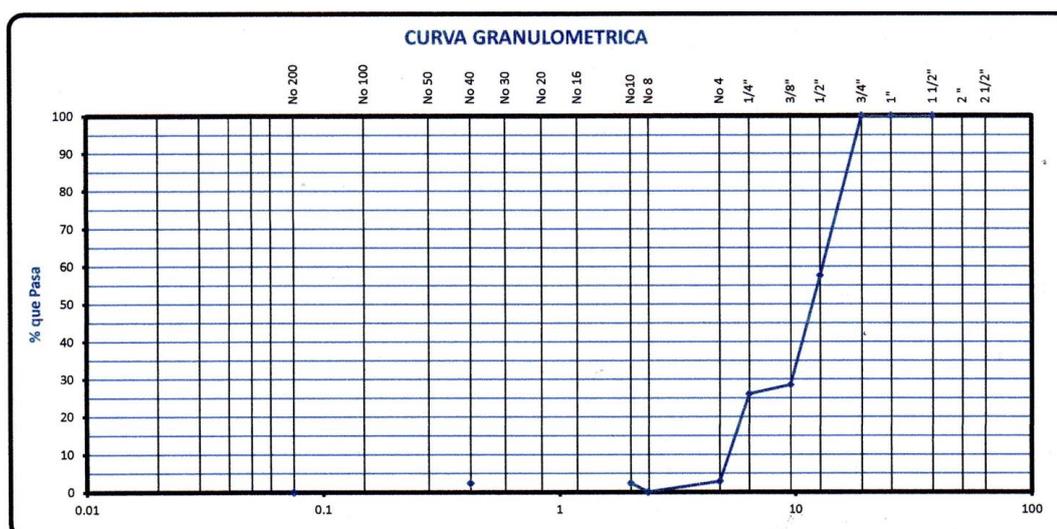
Figura 4. Curva generada de la granulometría del agregado fino



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia la curva que genera la granulometría del agregado fino, correspondiente a la arena fina con un tamaño máximo ¼" pulg, donde podemos describir que pasa la malla ¼" un 100%, pasa por la malla N.4 un 94.8%, pasa la malla N.8 un 75.4%, pasa la malla N.10 un 69.4%, pasa la malla N.16 un 56.4%, pasa la malla N.30 un 45%, pasa la malla N.40 un 37.4%, pasa la malla N.50 un 31.1%, pasa la malla N.60 un 17.9%, pasa la malla N.100 un 9.5% y pasa la malla N.200 un 6.3%.

Figura 5. Curva generada de la granulometría del agregado grueso



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia la curva que genera la granulometría del agregado grueso, la cual es piedra chancada con un tamaño máximo $\frac{3}{4}$ " pulg, donde podemos describir que pasa la malla $\frac{3}{4}$ " un 100%, pasa por la malla $\frac{1}{2}$ " un 57.6%, pasa la malla $\frac{3}{8}$ " un 28.5%, pasa la malla $\frac{1}{4}$ " un 26.1%, pasa la malla N.4 un 2.9% y lo demás queda retenido en la malla N.8.

Figura 6. Grados de asfalto recomendados según condiciones de temperatura

Condición de Temperatura	Grados de Asfalto
Frío, temperatura media anual del aire ≤ 7 °C	PEN 120/150, 85/100
Templado, temperatura media anual del aire entre 7 °C y 24 °C	PEN 85/100, 60/70
Caliente, temperatura media anual del aire ≥ 24 °C	PEN 60/70, 40/50

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos

Interpretación: Se aprecia los grados de asfalto a utilizar según el grado de temperatura, siendo que, en la ciudad de Nuevo Chimbote, el rango de temperatura actualmente oscila entre 27.6° C y 13.1° C (Senamhi, 2023), por lo que se fue conveniente utilizar PEN 60/70.

Figura 7. Ficha técnica de Asfalto Sólido 60/70 PEN

CLASE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO			<i>Fecha efectiva:</i> Enero 2019	
TIPO DE PRODUCTO CEMENTO ASFÁLTICO			<i>Reemplaza edición de:</i> Enero 2014	
NOMBRE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MÍN.	MÁX.	ASTM	AASHTO
PENETRACIÓN, a 25°C, 100 g, 5 s, 0.1mm	60	70	D-5	T-49
VOLATILIDAD				
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-70	T-228
Punto de inflamación, Cleveland, copa abierta, °C	232		D-92	T-48
DUCTILIDAD a 25°C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51
SOLUBILIDAD, % masa	99.0		D-2042, D-7553	T-44
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA				
Prueba de calentamiento sobre película fina, 3.2 mm, 163°C, 5 horas:			D-1754	T-179
Pérdida por calentamiento, % masa	0.8			
Penetración retenida, % del original	52+		D-5	T-49
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	50		D-113	T-51
Índice de susceptibilidad térmica	-1.0	+1.0		Francés RLB
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	Reportar		D-2170	T-201
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	200		D-2170	T-201
REQUERIMIENTO GENERAL:	El cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá formar espuma al ser calentado a 175°C.			
OBSERVACIONES:				
(a) En concordancia con a Norma Técnica Peruana NTP 321.051 y con los estándares ASTM D 946 y AASHTO M-20.				

Fuente: Petroperú

Interpretación: Se aprecia la ficha técnica del cemento asfáltico sólido PEN 60/70 proporcionado por Petroperú utilizado en el procedimiento de elaboración de las briquetas asfálticas.

Tabla 5. Propiedades físico-mecánico-químico del PET

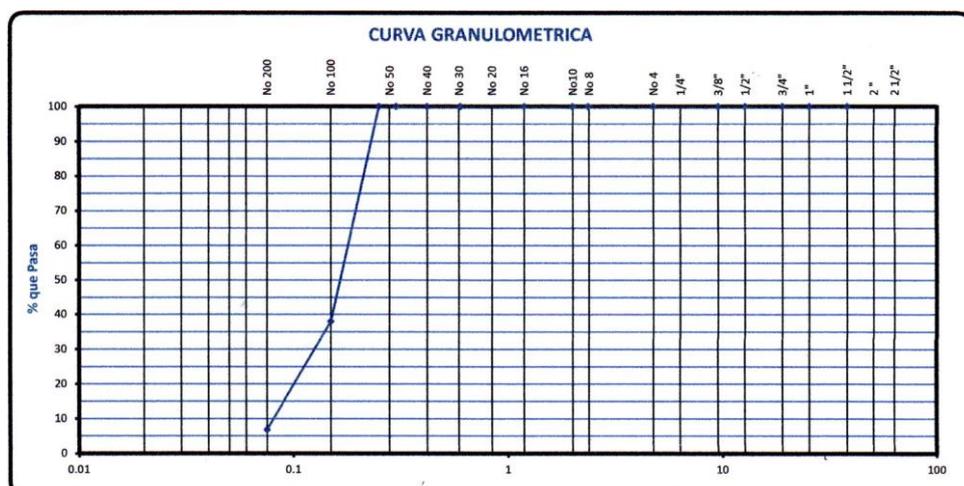
Propiedades	Unidades	Valores
Peso específico	g/cm ³	1.39
Resistencia a la tracción	Kg/cm ²	900
Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	260 - 480
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	1450
Módulo de elasticidad (Tracción)	Kg/cm ²	37000
Densidad	g/cm ³	1.335
Módulo de elasticidad	Mpa	2100 - 2400
Dilatación térmica	10 ⁻⁴ / °C	15.2 – 24
Absorción de agua	ASTM	0.16
Velocidad de combustión	mm/min	Consumo lento
Índice de refracción	--	1.5750
Temperatura de fusión	°C	256 – 271

Fuente: Sintetizado de Palacios (2014); Di Marco, León y Almeida (2016), Richardson y Lokensgard (2003), Echevarría (2017)

Interpretación: Se aprecia una síntesis de diferentes autores referido a las propiedades físico-mecánico-químico del PET, obtenidos a través de la revisión sistemática con el objetivo de tener identificadas dichas características que puedan llegar a afectar, ya sea de manera positiva o negativa, a las briquetas con adición de PET que se elaboraron.

Adicional a lo antes presentado, se realizó la granulometría de PET, que para esta investigación se utilizó el PET molido, obteniendo el siguiente resultado.

Figura 8. Curva granulométrica del PET molido



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia la curva que genera la granulometría del PET molido, donde podemos describir que pasa la malla N.60 un 100%, pasa por la malla N.100 un 38%, pasa la malla N.200 un 6.8% y lo demás es retenido en el fondo.

4.2. Objetivo específico 2:

Establecer el diseño de mezcla asfáltica en caliente de una mezcla bituminosa mediante el análisis granulométrico de la combinación de agregados, Estabilidad y Flujo Marshall, Contenido óptimo de ligante y Dosificación de mezcla bituminosa.

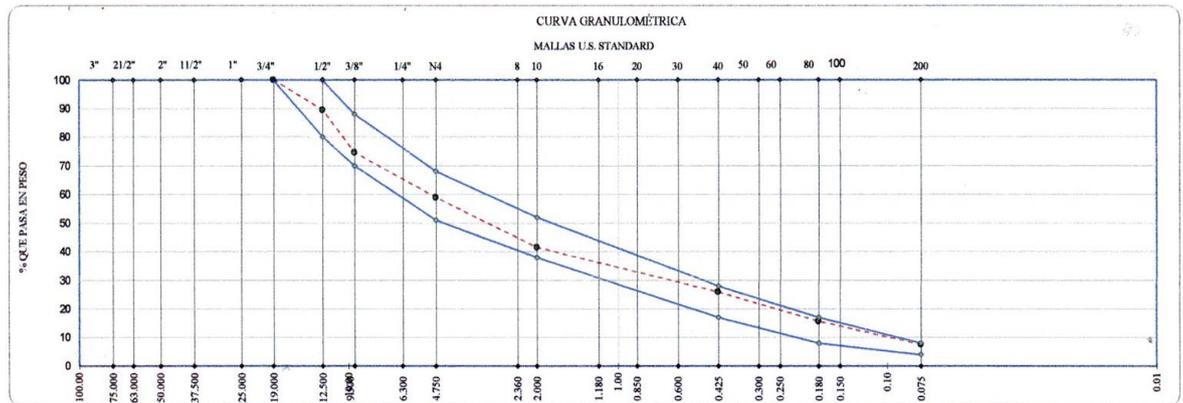
En primer lugar, mencionar que las briquetas asfálticas se realizaron por medio del proceso de mezcla asfáltica en caliente MAC-2, debido a que el tamaño máximo de la combinación de los agregados para este caso fue de $\frac{3}{4}$ ", esto en concordancia al Manual de Carreteras del MTC que indica los husos granulométricos según el tipo de mezcla que se empleará, tal y como muestra la **figura 9**.

Figura 9. Gradaciones para MAC

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de Carreteras del MTC

Figura 10. Curva generada de la granulometría de combinación de agregados para MAC



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia la curva que genera la granulometría de la combinación de agregados finos y gruesos para el MAC, donde podemos describir que pasa la malla 3/4" un 100%, pasa por la malla 1/2" un 89.4%, pasa la malla 3/8" un 74.5%, pasa la malla N.4 un 58.8%, pasa la malla N.10 un 41.4%, pasa la malla N.40 un 25.9%, pasa la malla N.80 un 15.7%, pasa la malla N.200 un 7.5% y lo demás es retenido en el fondo. Siendo así, observando la curva granulométrica (color rojo) se define como óptima la combinación de agregados, ya que cumple con el huso granulométrico que establece el MAC-2 y es apta para el diseño de mezcla.

El % óptimo de asfalto se obtuvo a través de la realización de un total de 3 especímenes por cada aumento de contenido de asfalto evaluado, tal y como indica la norma MTC E-504 del Diseño Marshall, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 6. Valores Promedio para el Diseño de Mezcla

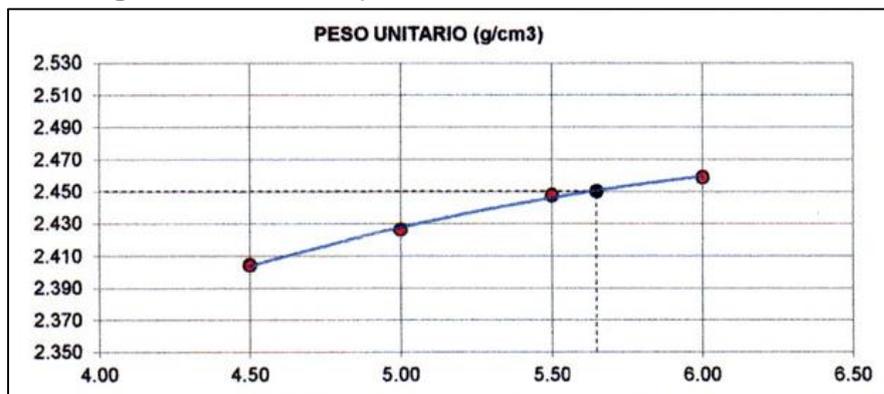
Descripción	Unidades	Contenido de Asfalto			
		4.5%	5%	5.5%	6%
Nº briquetas	und	3	3	3	3
Peso específico promedio	gr/cc	2.404	2.426	2.447	2.459
% Vacíos promedio	%	7.5	6.2	4.7	3.9
% Vacíos Agregado mineral promedio	%	18.0	17.7	17.4	17.5

% Vacíos llenados con C.A. promedio	%	58.1	65.2	73.3	77.8
Flujo promedio	mm	6.44	7.10	8.21	8.79
Estabilidad promedio	kg	1235	1243	1189	1048
Factor de rigidez promedio	kg/cm	4867	4446	3676	3027

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores promedio por cada aumento de contenido de asfalto evaluado, destacando que a mayor % de C.A. aumenta los valores de peso específico, el %vacíos llenados con C.A. y el flujo, mientras que a menor % de C.A. disminuye los valores de %vacíos-%vacíos del agregado mineral-estabilidad y factor de rigidez.

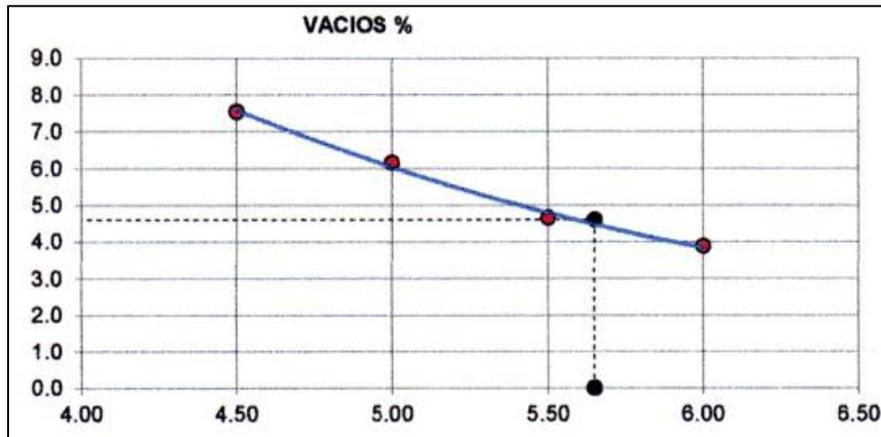
Figura 11. Peso específico Vs Contenido de asfalto



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia como el peso específico aumenta proporcionalmente al aumento del contenido de asfalto, teniendo el pico más alto en el intervalo de 5.50% y 6.00%.

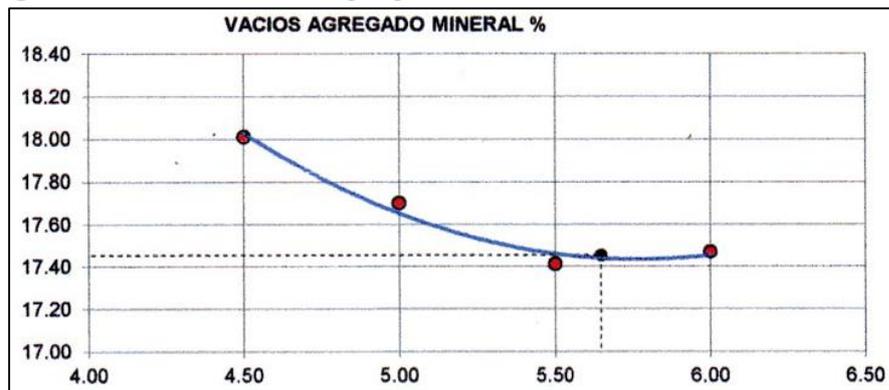
Figura 12. %Vacíos Vs Contenido de asfalto



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia como el %vacíos disminuye proporcionalmente al aumento del contenido de asfalto, eso quiere decir que, de acuerdo al aumento de asfalto, los vacíos en la mezcla bituminosa disminuyen.

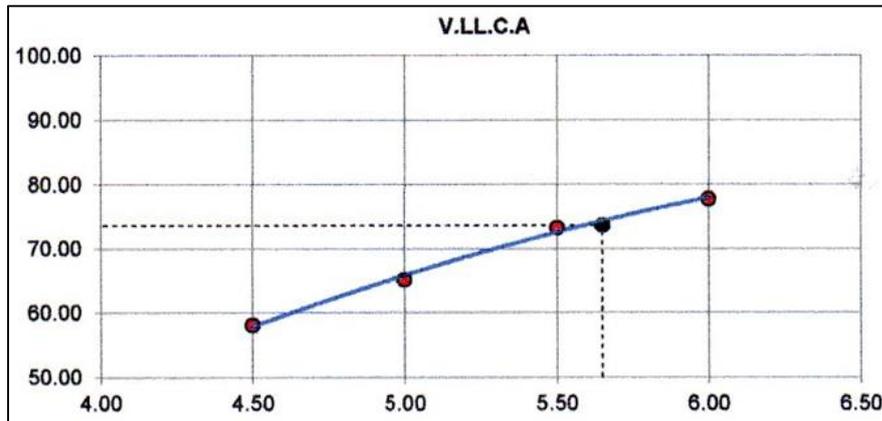
Figura 13. %Vacíos de agregado mineral Vs Contenido de asfalto



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia como el %vacíos del agregado mineral disminuye proporcionalmente al aumento del contenido de asfalto, a excepción del intervalo de 5.50% y 6.00%.

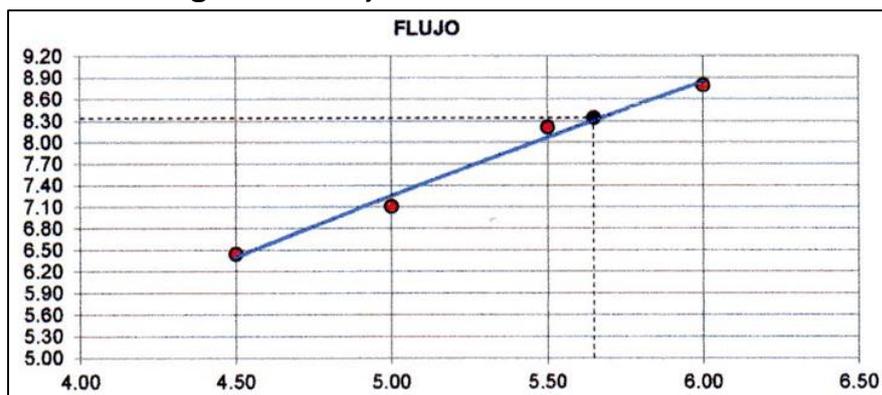
Figura 14. %Vacíos llenados con C.A. Vs Contenido de asfalto



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia como el %vacíos llenados con C.A. aumenta proporcionalmente al aumento del contenido de asfalto, teniendo el pico más alto en el intervalo de 5.50% y 6.00%.

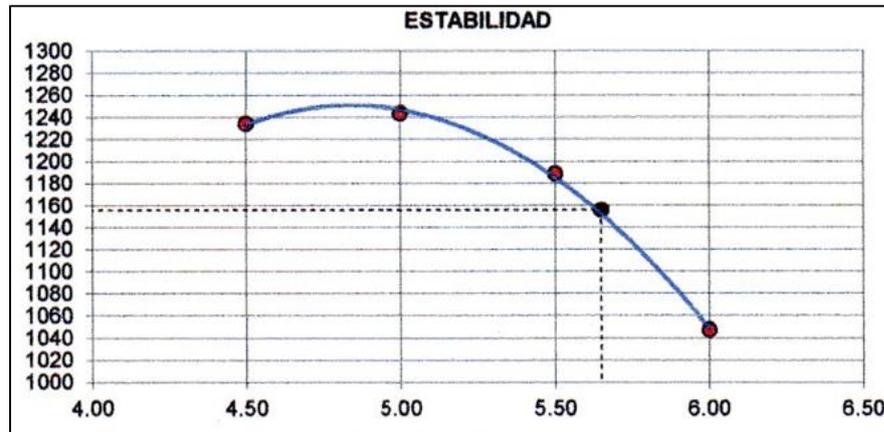
Figura 15. Flujo Vs Contenido de asfalto



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia como el valor de Flujo aumenta proporcionalmente al aumento del contenido de asfalto, teniendo el pico más alto en el intervalo de 5.50% y 6.00%.

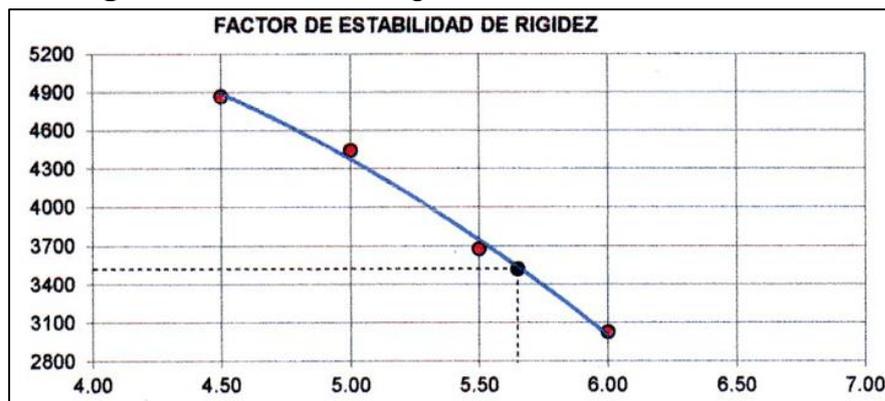
Figura 16. Estabilidad Vs Contenido de asfalto



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia como el valor de Estabilidad aumenta en el intervalo de 4.50% y 5.00% y posteriormente disminuye proporcionalmente al aumento del contenido de asfalto.

Figura 17. Factor de Rigidez Vs Contenido de asfalto



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia como el Factor de Rigidez disminuye proporcionalmente al aumento del contenido de asfalto entre los intervalos de 4.50% y 6.00%.

Obtenidos los resultados de los valores de %vacíos-%vacíos agregado mineral-%vacíos llenados con C.A.-flujo-estabilidad y Factor de rigidez se estableció el 5.65% como el porcentaje óptimo de asfalto teórico, tal y como se explica en la **tabla 7**, siendo posteriormente verificado y aceptado.

Tabla 7. Cuadro Resumen Diseño Marshall

Descripción	Unidades	Especificación		Valores de diseño de mezcla asfáltica en caliente	
		MIN	MAX	Teórico	Verificación 5.65
Piedra Chancada	%	-	-	43.0	43.0
Arena Chancada	%	-	-	30.0	30.0
Arena Zarandeada	%	-	-	27.0	27.0
Cal	%	-	-	0.0	0.0
Aditivo	%	-	-	0.0	0.0
Cemento Asfáltico	%	-	-	5.65	5.65
Peso específico Probeta	Kg/cm ³	-	-	2.450	2.450
Vacíos	%	3	6	4.6	4.6
Vacíos Agregado Mineral	%	12	-	17.5	17.5
Vacíos llenados con C.A.	%	65	75	73.6	73.6
Flujo	mm	8	14	8.3	8.3
Estabilidad	Kg	815	-	1156	1156
Factor de rigidez	Kg/cm	1750	4000	3519	3519

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: En la tabla 7 se describen todas las características necesarias para la determinación del % óptimo de asfalto, debiendo cumplir los requisitos mínimos y máximos que establece la Norma ASTM D6927-15 de diseño Marshall, obteniendo que, con un % de cemento asfáltico de 5.65% acata con los requerimientos que establece las normativas vigentes, por lo que ese fue determinado como el contenido óptimo de ligante.

Tabla 8. Dosificación de mezcla bituminosa

Descripción	Unidades (gr)	Porcentaje de diseño
Piedra chancada	516.00	43.0%
Arena chancada	360.00	30.0%
Arena Zarandeada	324.00	27.0%
Filler	0.00	0.0%
TOTAL	1200.00	100%
C.A. (PEN 60/70)	68	5.65%

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia las cantidades en unidades y porcentaje de cada agregado para posteriormente elaborar las briquetas patrón y las briquetas con adición de PET.

4.3. Objetivo específico 3:

Determinar las propiedades físicas de una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante el Peso específico y Flujo Marshall.

Una vez determinado el % óptimo de asfalto a utilizar para realizar las briquetas bituminosas, determinamos la cantidad de PET molido a utilizar según los porcentajes declarados anteriormente. Cabe mencionar que la arena chancada y la arena zarandeada se juntó en laboratorio y se le denominó agregado fino, además, no se utilizó Filler ya que la arena chancada le da plasticidad a la mezcla.

Tabla 9. Dosificación de mezcla patrón y con adición de 5%, 5.5% y 6% de PET

Descripción	Unidades (gr)	Porcentaje de diseño
Agregado grueso	516.00	43.0%
Agregado fino	684.00	57.0%
Filler	0.00	0.0%
C.A. (PEN 60/70)	68	5.65%

5% PET	3.9	-
5.5% PET	4.3	-
6% PET	4.7	-

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia las cantidades en unidades y porcentaje de cada elemento utilizado para las briquetas asfálticas patrón y con adición de PET, mencionar que el % de PET utilizado se calculó en función al C.A. y que hubo un margen de error de +2.00 gr de C.A. como desperdicio en el proceso de la elaboración de las briquetas.

Cabe precisar que para la elaboración de las briquetas bituminosas por el método Marshall existen ciertos intervalos que deben cumplirse de acuerdo al Manual de Carreteras del MTC, siendo descritos a continuación.

Figura 18. Requerimientos para mezclas bituminosas

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

Fuente: Manual de Carreteras del MTC

Interpretación: De acuerdo a la mezcla utilizada MAC 2, que indica 50 golpes por cada lado para la compactación de las briquetas bituminosas, se tomaron como base los requisitos para la clase de mezcla B.

Tabla 10. Peso específico y Flujo de mezcla patrón

Descripción	Unidades	Briquetas Ensayadas			
		Briqueta 1	Briqueta 2	Briqueta 3	Promedio
Peso de la briqueta al aire	gr	1144.9	1222.7	1245.8	
Peso de la briqueta al agua	gr	1146.5	1227.5	1247.5	
Peso de la briqueta desplazada	gr	669.8	718.8	729.0	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	cc	476.7	508.7	518.5	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/mm ³	2.402	2.403	2.403	2.403
Flujo	mm	9.9	10.7	10.3	10.3

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores finales de los ensayos de peso específico y flujo de cada briqueta ensayada, en este caso de la dosificación patrón, obteniendo un valor de 2.403 gr/mm³ y 10.3 mm respectivamente, siendo que el flujo acata con los requisitos que especifican las normas vigentes, debido a que se encuentra en el intervalo de 8-14 mm.

Tabla 11. Peso específico y Flujo de mezcla con 5% de adición de PET

Descripción	Unidades	Briquetas Ensayadas			
		Briqueta 1	Briqueta 2	Briqueta 3	Promedio
Peso de la briqueta al aire	gr	1279.4	1220.8	1266.8	
Peso de la briqueta al agua	gr	1282.0	1222.0	1269.5	

Peso de la briqueta desplazada	gr	750.0	711.0	741.0	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	cc	532.0	511.0	528.5	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/mm ³	2.405	2.389	2.397	2.397
Flujo	mm	10.9	12.9	12.8	12.2

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores finales de los ensayos de peso específico y flujo de cada briqueta ensayada, en este caso de la dosificación con adición del 5% de PET, obteniendo un valor de 2.403 gr/mm³ y 10.3 mm respectivamente, siendo que el flujo acata con los requisitos que especifican las normas vigentes, debido a que se encuentra en el intervalo de 8-14 mm.

Tabla 12. Peso específico y Flujo de mezcla con 5.5% de adición de PET

Descripción	Unidades	Briquetas Ensayadas			Promedio
		Briqueta 1	Briqueta 2	Briqueta 3	
Peso de la briqueta al aire	gr	1259.9	1233.4	1264.7	
Peso de la briqueta al agua	gr	1265.0	1239.5	1266.0	
Peso de la briqueta desplazada	gr	735.0	725.2	738.9	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	cc	530.0	514.3	527.1	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/mm ³	2.377	2.398	2.399	2.392
Flujo	mm	12.8	12.2	13.4	12.8

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores finales de los ensayos de peso específico y flujo de cada briqueta ensayada, en este caso de la dosificación con adición del 5.5% de PET, obteniendo un valor de 2.403 gr/mm³ y 10.3 mm respectivamente, siendo que el flujo acata con los requisitos que especifican las normas vigentes, debido a que se encuentra en el intervalo de 8-14 mm.

Tabla 13. Peso específico y Flujo de mezcla con 6% de adición de PET

Descripción	Unidades	Briquetas Ensayadas			Promedio
		Briqueta 1	Briqueta 2	Briqueta 3	
Peso de la briqueta al aire	gr	1255.7	1294.2	1273.6	
Peso de la briqueta al agua	gr	1261.0	1297.0	1274.0	
Peso de la briqueta desplazada	gr	731.0	728.0	733.0	
Volumen de la briqueta por desplazamiento	cc	530.0	569.0	541.0	
Peso específico Bulk de la briqueta	gr/mm ³	2.369	2.274	2.354	2.333
Flujo	mm	11.7	12.2	13.8	12.6

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores finales de los ensayos de peso específico y flujo de cada briqueta ensayada, en este caso de la dosificación con adición del 6% de PET, obteniendo un valor de 2.403 gr/mm³ y 10.3 mm respectivamente, siendo que el flujo acata con los requisitos que especifican las normas vigentes, debido a que se encuentra en el intervalo de 8-14 mm.

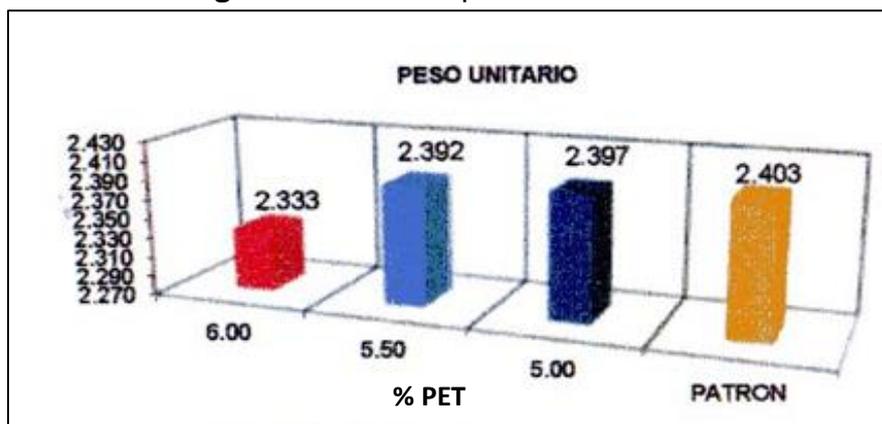
Tabla 14. Cuadro resumen de Valores Promedio de peso específico y flujo

Descripción	Unidades	Patrón	Contenido de PET		
			5%	5.5%	6%
Peso específico Bulk	gr/mm ³	2.403	2.397	2.392	2.333
Flujo	mm	10.3	12.2	12.8	12.6

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los resultados promedio por cada aumento de % de asfalto evaluado, destacando que a medida que aumenta el % de PET el peso específico Bulk disminuye, mientras que a mayor contenido de PET el flujo aumenta a excepción del intervalo entre 5.5% y 6%.

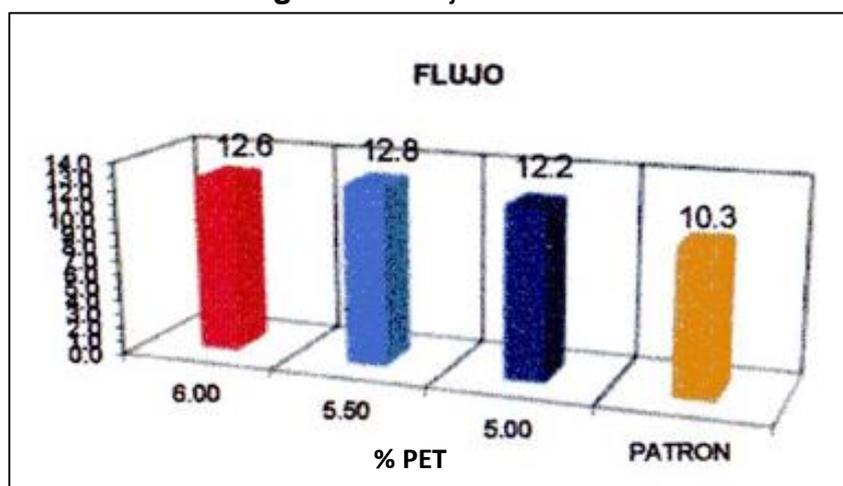
Figura 19. Peso específico Vs %PET



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: En la figura 19 se puede observar que el peso específico es inversamente proporcional al %PET utilizado, esto debido a que el PET es más ligero, solo ocupa un mayor volumen, por lo que hace de la briqueta más ligera.

Figura 20. Flujo Vs %PET

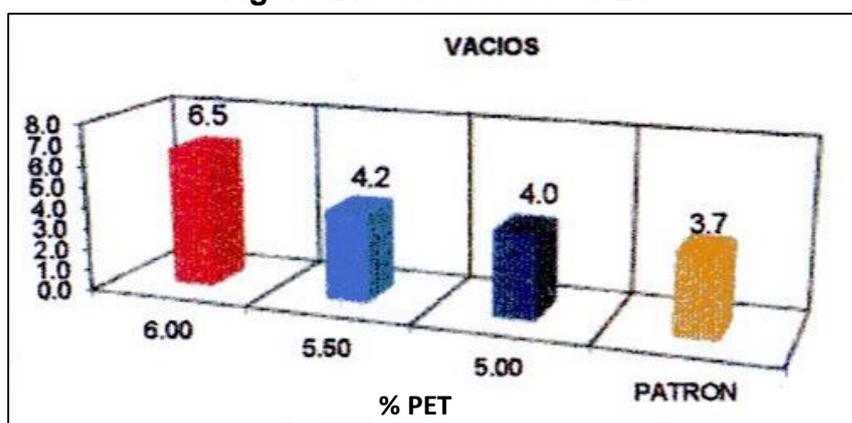


Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: En la figura 20 se puede observar que el flujo es directamente proporcional al %PET utilizado, excepto en el intervalo de 5.50% y 6.00%, lo que indica una mayor flexibilidad debido a las características del PET.

Adicional a los valores obtenidos de Peso específico y Flujo, se obtuvieron los siguientes resultados.

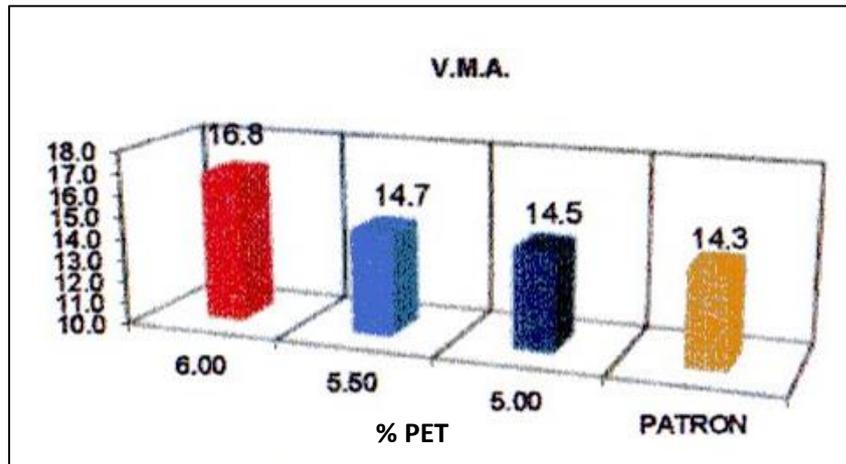
Figura 21. %Vacíos Vs %PET



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: En la figura 21 se puede observar que el %Vacíos es directamente proporcional al %PET utilizado, esto debido a que el PET ocupa un mayor volumen, por lo que es propenso a generar más poros, es decir a generar más vacíos.

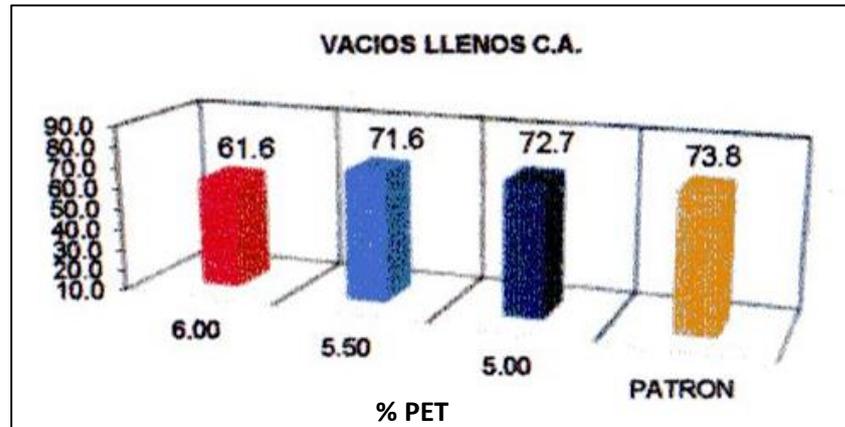
Figura 22. %Vacíos agregado mineral Vs %PET



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: En la figura 22 se aprecia que el %Vacíos agregado mineral es directamente proporcional al %PET utilizado, esto debido a que el PET genera más vacíos llenos de asfalto, ya que el PET al ser un material inerte, el asfalto solo recubre lo PET.

Figura 23. %Vacíos llenados con C.A Vs %PET



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: En la figura 23 se puede observar que el % Vacíos llenados con C.A es inversamente proporcional al %PET utilizado, esto debido a que el PET no se absorbe con el C.A., este solo lo recubre.

4.4. Objetivo específico 4:

Determinar las propiedades mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante la estabilidad y la resistencia a la compresión.

Tabla 15. Estabilidad y Resistencia a la Compresión de mezcla patrón

Descripción	Unidades	Briquetas Ensayadas			
		Briqueta 1	Briqueta 2	Briqueta 3	Promedio
Estabilidad	kg	2543	2517	2279	2446
Resistencia a Compresión	Mpa	3.2	3.5	3.4	3.4

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores finales de Estabilidad y Resistencia a compresión de cada briqueta ensayada, en este caso de la dosificación patrón, obteniendo un valor de 2446 kg y 3.4 Mpa respectivamente, siendo que acata con los requisitos que especifican las normas vigentes, que son de 5.44 kN o 544 kg y 2.1 Mpa mínimos para Estabilidad y Resistencia a compresión respectivamente.

Tabla 16. Estabilidad y Resistencia a la compresión de mezcla con 5% de adición de PET

Descripción	Unidades	Briquetas Ensayadas			
		Briqueta 1	Briqueta 2	Briqueta 3	Promedio
Estabilidad	kg	2597	2428	2553	2526
Resistencia a Compresión	Mpa	2.8	2.9	3.2	2.9

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores finales de Estabilidad y Resistencia a compresión de cada briqueta ensayada, en este caso de la dosificación con 5% de adición de PET, obteniendo un valor de 2446 kg y 3.4 Mpa

respectivamente, siendo que acata con los requisitos que especifican las normas vigentes, que son de 5.44 kN o 544 kg y 2.1 Mpa mínimos para Estabilidad y Resistencia a compresión respectivamente.

Tabla 17. Estabilidad y Resistencia a la compresión de mezcla con 5.5% de adición de PET

Descripción	Unidades	Briquetas Ensayadas			
		Briqueta 1	Briqueta 2	Briqueta 3	Promedio
Estabilidad	kg	2370	2323	2321	2338
Resistencia a Compresión	Mpa	2.6	2.4	2.2	2.4

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores finales de Estabilidad y Resistencia a compresión de cada briqueta ensayada, en este caso de la dosificación con 5.5% de adición de PET, obteniendo un valor de 2338 kg y 2.4 Mpa respectivamente, siendo que acata con los requisitos que especifican las normas vigentes, que son de 5.44 kN o 544 kg y 2.1 Mpa mínimos para Estabilidad y Resistencia a compresión respectivamente.

Tabla 18. Estabilidad y Resistencia a la compresión de mezcla con 6% de adición de PET

Descripción	Unidades	Briquetas Ensayadas			
		Briqueta 1	Briqueta 2	Briqueta 3	Promedio
Estabilidad	kg	1744	1973	2423	2047
Resistencia a Compresión	Mpa	2.3	2.3	2.2	2.3

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores finales de Estabilidad y Resistencia a compresión de cada briqueta ensayada, en este caso de la dosificación con 6% de adición de PET, obteniendo un valor de 2338 kg y 2.4 Mpa

respectivamente, siendo que acata con los requisitos que especifican las normas vigentes, que son de 5.44 kN o 544 kg y 2.1 Mpa mínimos para Estabilidad y Resistencia a compresión respectivamente.

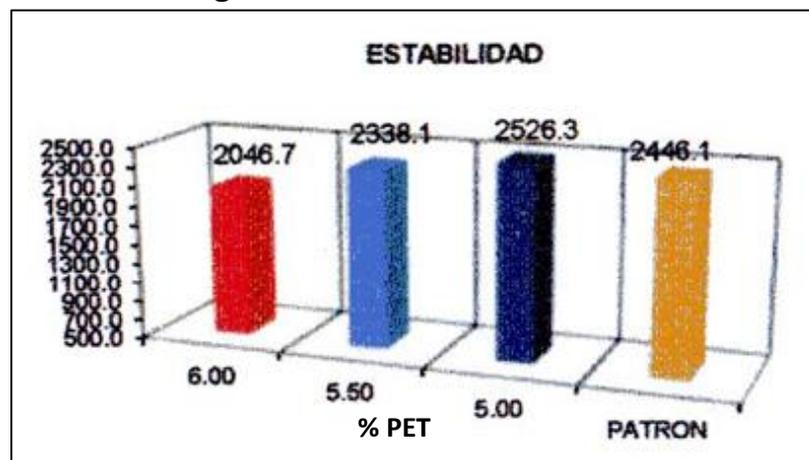
Tabla 19. Cuadro sintetizado de promedio de Estabilidad y Resistencia a Compresión

Descripción	Unidades	Patrón	Contenido de PET		
			5%	5.5%	6%
Estabilidad	kg	2446	2526	2338	2047
Resistencia a la Compresión	Mpa	3.4	2.9	2.4	2.3

Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia los valores promedio por cada aumento de % de asfalto evaluado, destacando que la estabilidad disminuye respecto a más % de PET, a excepción del 5% de PET que aumenta ligeramente, mientras que la resistencia a compresión disminuye respecto a más % de PET

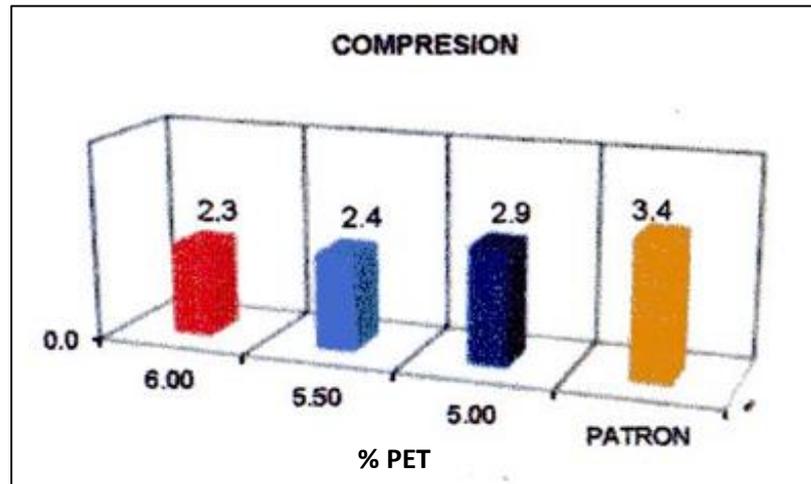
Figura 24. Estabilidad Vs %PET



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia que la estabilidad es inversamente proporcional al %PET utilizado a excepción del caso del 5%, indicando que en ese porcentaje es más estable, pero a partir de allí, a más PET presenta menos resistencia a las deformaciones permanentes bajo cargas de servicio.

Figura 25. Resistencia a la Compresión Vs %PET



Fuente: Laboratorio Geolab

Interpretación: Se aprecia que la Resistencia a Compresión es inversamente proporcional al %PET utilizado, indicando que a más PET es más propenso a la formación de surcos.

V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de los resultados:

En la presente investigación se tuvo las limitaciones económicas ya que el financiamiento de la misma fue cubierta en su totalidad por los investigadores; debido a esto, se tuvo las limitaciones técnicas con respecto a la cantidad de las muestras declaradas, tomando los especímenes mínimos para los procedimientos de las investigaciones en base al Manual de Ensayo de Materiales del MTC, que indica un mínimo de 3 briquetas bituminosas para evaluar sus propiedades a través del Ensayo Marshall (MTC E-504) y Resistencia a la Compresión (MTC E-513).

En relación a los objetivos específicos planteados, se caracterizó los agregados utilizados en la elaboración de las briquetas bituminosas, en relación a Lozada y Montoya (2022), en su investigación indica que obtuvo los agregados pétreos de la cantera Arenera Jaén, lo que garantiza la calidad de los mismos, siendo que en nuestro proyecto fueron provenientes de la cantera Piedra Liza – Chero, pero que además, se realizaron los ensayos necesarios para considerarlos óptimos para la realización de mezclas bituminosas, estos basados en los requerimientos que están especificados en el Manual de Carreteras del MTC, ratificando de esta manera la utilización de dichos agregados pétreos.

Con respecto al PET, Jassim et al. (2014) en su artículo científico indica que utilizó un tamaño de PET que pasa por el tamiz 3/4" (19 mm) y que se retiene en el tamiz N°50 (0.3 mm) obteniendo resultados favorables cuando se aplicaban las partículas y de espesor más finas a la mezcla, en concordancia a ello, en nuestra investigación se utilizó PET en polvo, el cual pasa por el tamiz N°60 (0.250 mm) y que pasa por la malla N°200 (0.074 mm) siendo retenido el resto en el fondo.

El cemento asfáltico utilizado fue e PEN 60/70, esto en relación a lo que especifica la norma técnica CE.010 de Pavimentos Urbanos, que nos dice que para seleccionar el grado de cemento asfáltico, se utiliza como criterio primordial la temperatura de la zona, siendo que en Nuevo Chimbote la temperatura ronda entre 13.1° C y 27.6° C, esto en concordancia con

Bernardo y Mendiguri (2022) que en su investigación realizada en Lima indica que el grado de asfalto a usar es seleccionada según el tipo de clima, seleccionando también de esta manera el PEN 60/70.

En base a nuestro segundo objetivo específico es que se realizó el diseño de mezcla a través del método Marshall, siguiendo los requerimientos del Manual de Carreteras del MTC y a la norma técnica CE.010 de Pavimentos Urbanos para poder hallar el contenido óptimo de ligante y la dosificación para la elaboración de las briquetas bituminosas. Alvines (2023), en su investigación realizó el diseño de mezcla con gradación MAC – 2 para una mezcla asfáltica modificada con botellas de plástico recicladas, siguiendo los husos granulométricos que establece el Manual de Carreteras del MTC, correspondiente a un tamaño nominal de $\frac{1}{2}$ " y evaluando los porcentajes de contenido de asfalto de 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% con un promedio de 3 briquetas asfálticas para la obtención de los parámetro Marshall según la norma MTC E-504, obteniendo una dosificación patrón conformada por 55% de áridos finos, 44% de árido grueso, 1% de Filler mineral y un contenido óptimo de asfalto de 5.80%. Del mismo modo, Ravelo (2022) en su investigación realizada en la ciudad de Lima realizó el diseño de mezcla para un pavimento con incorporación de PET, en el que también se basó en la gradación MAC – 2 para la determinación del contenido óptimo de ligante, evaluando porcentajes de 4.5%, 5%, 5.5% y 6% de asfalto con un mínimo de 3 briquetas para cada mezcla, obteniendo así una dosificación de 30% de grava triturada, 69.5% de arena triturada, 0.5% de Filler y un contenido óptimo de asfalto de 5.50% con un valor de estabilidad de 12.21 kN y un valor de flujo de 13.7 mm, siendo que cumple con los parámetros mínimos establecidos de estabilidad (5.44 kN) y flujo (8-16) del EG-2013. En nuestra investigación seguimos el mismo procedimiento y con la misma gradación MAC – 2 con un tamaño máximo nominal de agregado de $\frac{1}{2}$ " pero con la diferenciación de que en la dosificación resultante no incluía Filler mineral, siendo una dosificación de 43% de piedra chancada, 30% de arena chancada y 27% de área zarandeada con un contenido óptimo de asfalto de 5.65%, esto debido a que la arena chancada proporciona plasticidad a la mezcla, por lo que no era conveniente utilizar agregados minerales como el

Filler, obteniendo resultados de Estabilidad de 11.34 kN y Flujo de 8.3 mm, siendo aceptados según el DG-2013.

Con respecto al tercer objetivo específico se evaluó, en primer lugar, la propiedad física de peso específico en mezclas bituminosas de muestra patrón y con adición de PET de 5%, 5.5% y 6%. En nuestra investigación se obtuvo una tendencia a un menor peso específico cuanto más PET se incluía en la mezcla, obteniendo resultados de 2.403 gr/mm³ para la muestra patrón, un resultado de 2.397 gr/mm³ para la muestra con adición de PET del 5%, un resultado de 2.392 gr/mm³ para la muestra con adición de PET del 5.5% y un resultado de 2.333 gr/mm³ para la muestra con adición de PET del 6%, esto en concordancia a Díaz (2021) que en su investigación realizó el ensayo de peso unitario en mezclas asfálticas a través de un grupo patrón y con incorporación de PET del 4%, 5%, 6% y 7%, verificando que existe una tendencia a disminuir el peso específico resultando en valores de 2.39 gr/mm³, 2.25 gr/mm³, 2.22 gr/mm³, 2.21 gr/mm³ y 2.19 gr/mm³; al igual que a Cueva y Quispe (2019), que encontró el mismo patrón en los resultados de su investigación realizada a mezclas asfálticas con incorporación de PET del 0%, 3%, 6% y 9% en cuanto a peso específico, donde obtuvo resultados de 2.434 gr/mm³, 2.059 gr/mm³, 1.889 gr/mm³ y 1.720 gr/mm³, es decir que, a mayor incorporación de PET la mezcla se hace cada vez más ligera.

En segundo lugar, se evaluó la propiedad física de flujo en mezclas bituminosas de muestra patrón y con adición de PET de 5%, 5.5% y 6%, en el que se menciona a Agha et al. (2023), que en su investigación realizada en China evaluó el rendimiento de las mezclas asfálticas en caliente comparando las características de una mezcla patrón y con adición del 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, evidenciando que entre la muestra patrón y los porcentajes de 2% y 4% el flujo disminuye, mientras que en los porcentajes de 6%, 8% y 10% existe un cambio, evidenciando que si mejora al flujo y por lo tanto indicando un aumento proporcional al contenido de PET a partir del 6%. Asimismo, Ahmad Malik y Ahmad Salman (2022), determinó el impacto del PET en mezclas bituminosas evaluando la muestra sin adición y con

adición de 2%, 4%, 6%,8%,10% y 12% de PET, resultando en que a mayor aumento de PET reduce significativamente el valor del flujo en mezclas asfálticas hasta en un 19.30% con respecto a la muestra patrón. Siendo así, en nuestra investigación se evaluó los porcentajes de adición de PET de 5%, 5.5% y 6% con respecto a una muestra sin adición, obteniendo un valor del flujo de 10.3 mm de la muestra patrón, 12.2 mm con adición de 5%, 12.8 mm con adición de 5.5% y 12.6 mm con adición de 6%, lo que evidencia una tendencia que a mayor PET provoca un aumento en el valor del flujo, haciéndolo más flexible, a excepción del valor del 6%, el cual empieza a decaer, encontrándose en concordancia con Agha que a mayor contenido de PET aumenta el valor del flujo, exceptuando al 6%, pero en contraste con la investigación de Ahmad Malik y Ahmad Salman.

En cuanto al cuarto objetivo específico se evaluó, en primer lugar, la propiedad mecánica de estabilidad en mezclas bituminosas de muestras patrón y con adición de PET de 5%, 5.5% y 6%. En base a ello tenemos a Machsus et al. (2020), en su investigación realizada en Indonesia, evaluó diferentes porcentajes de PET en una mezcla asfáltica en caliente con un contenido óptimo de asfalto de 5.7%, obteniendo un valor de 1464 kg para la muestra patrón y valores consecuentes de 1869 kg para una mezcla con adición de 3% de PET, 1735 kg para una mezcla con adición de 4% de PET, 1668 kg para una mezcla con adición de 5% de PET, 1460 kg para una mezcla con adición de 6% de PET y 1390 kg para una mezcla con adición de 7% de PET, por lo que podemos observar que existe un aumento de las adiciones de 3%, 4% y 5% de PET con respecto a la muestra patrón, mientras que las muestras con adición de 6% y 7% de PET muestran una disminución con respecto a la muestra patrón, indicando que a mayor contenido de PET disminuye la estabilidad. Asimismo, Köfteci (2016) en su investigación realizada en Turquía, evaluó la adición de PET en porcentajes de 1%, 2%,3% y 4% en relación al contenido óptimo de asfalto obtenido de 4.93% de mezclas asfálticas en caliente, obteniendo que con los porcentajes de 1% y 2% aumenta casi invariablemente la estabilidad, mientras que en la evaluación de 3% y 4% se evidenció un aumento en la estabilidad con respecto a la muestra patrón. Siendo así, en nuestra investigación se evaluó

los porcentajes de adición de PET de 5%, 5.5% y 6% con respecto a una muestra sin adición, obteniendo un valor de la estabilidad de 2446 kg de la muestra patrón, 2526 kg con adición de 5%, 2338 kg con adición de 5.5% y 2047 kg con adición de 6%, lo que evidencia una tendencia que a mayor PET provoca una disminución en la estabilidad, sin embargo, en relación a los antecedentes mencionados existe una concordancia en la adición de 5%, la cual aumenta la estabilidad ligeramente, pudiendo servir esto como un indicador que hasta cierto límite el PET puede influir positivamente en la estabilidad, pero que a demasiada adición puede influir negativamente en la estabilidad de la mezcla asfáltica.

En segundo lugar, se evaluó la propiedad mecánica de resistencia a compresión en mezclas bituminosas de muestra patrón y con adición de PET de 5%, 5.5% y 6%, donde se obtuvo los resultados de 3.4 Mpa, 2.9 Mpa, 2.4 Mpa y 2.3 Mpa respectivamente, pudiéndose observar claramente que al adicionar PET en una mezcla bituminosa convencional provoca una disminución de la resistencia a la compresión, esto en contraste a Cárdenas (2021) que en su investigación evaluó la resistencia a compresión de especímenes asfálticos a través de una muestra patrón y con adición de 1.5%, 2% y 3% de PET con respecto al agregado fino, obteniendo resultados de 388.63 kg/cm², 399.43 kg/cm², 402.03 kg/cm² y 405.26 kg/cm² respectivamente, lo que representa una mejoría en la propiedad mecánica de la resistencia a la compresión.

5.2. Validación de hipótesis:

Tabla 20. Análisis comparativo del Peso específico utilizando la metodología de Varianza (ANOVA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	0.009601667	3	0.003200556	4.528554023
Dentro de las muestras	0.005654	8	0.00070675	
Total	0.015255667	11		

(Valor crítico) $F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.066180551$

p-valor = 0.038908671

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se aprecia que se tuvo en cuenta los resultados experimentales del peso específico de la dosificación patrón y con adición de PET del 5%, 5.5% y 6%, con un promedio de 3 briquetas aceptables, pudiéndose determinar que “p” valor con respecto al nivel de significancia (para este caso 0.05) es más bajo, lo que define como significativo, estadísticamente hablando, los resultados, rechazando de esta manera la hipótesis nula.

Tabla 21. Análisis comparativo del Peso específico por medio del método TUKEY

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P0% - P5%	0.0057	NO SIGNIFICATIVA
P0% - P5.5%	0.0113	NO SIGNIFICATIVA
P0% - P6%	0.0703	SIGNIFICATIVA
P5% - P5.5%	0.0057	NO SIGNIFICATIVA
P5% - P6%	0.0647	NO SIGNIFICATIVA
P5.5% - P6%	0.0590	NO SIGNIFICATIVA

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 21, de acuerdo a los valores del método TUKEY, se concluye que el análisis comparativo del Peso específico es significativo en una diferencia muestral de 0.0703, siendo así la agrupación experimental de 6% de PET SIGNIFICATIVA.

Tabla 22. Análisis comparativo del Flujo utilizando la metodología de Varianza (ANOVA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	11.66	3	3.886666667	5.19376392
Dentro de las muestras	5.986666667	8	0.748333333	
Total	17.64666667	11		

(Valor crítico) $F_{\alpha, k-1, N-k} = 4.066180551$

p-valor = 0.027805517

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se aprecia que se tuvo en cuenta los resultados experimentales del flujo de la dosificación patrón y con adición de PET del 5%, 5.5% y 6%, con un promedio de 3 briquetas aceptables, pudiéndose determinar que “p” valor con respecto al nivel de significancia (para este caso 0.05) es más bajo, lo que define como significativo, estadísticamente hablando, los resultados, rechazando de esta manera la hipótesis nula.

Tabla 23. Análisis comparativo del Flujo por medio del método TUKEY

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P0% - P5%	1.9000	NO SIGNIFICATIVA
P0% - P5.5%	2.5000	SIGNIFICATIVA
P0% - P6%	2.2667	SIGNIFICATIVA
P5% - P5.5%	0.6000	NO SIGNIFICATIVA
P5% - P6%	0.3667	NO SIGNIFICATIVA
P5.5% - P6%	0.2333	NO SIGNIFICATIVA

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 23, de acuerdo a los valores del método TUKEY, se concluye que el análisis comparativo del Flujo es significativo en una diferencia muestral de 2.500 y 2.267, siendo así la agrupación experimental de 5.5% y 6% de PET SIGNIFICATIVA.

Tabla 24. Análisis comparativo de Resistencia a Compresión utilizando la metodología de Varianza (ANOVA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	2.35	3	0.783333333	28.48484848
Dentro de las muestras	0.22	8	0.0275	
Total	2.57	11		

(Valor crítico) $F_{\alpha,k-1,N-k} = 4.066180551$

p-valor = 0.000127539

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se aprecia que se tuvo en cuenta los resultados experimentales de Resistencia a Compresión de la dosificación patrón y con adición de PET del 5%, 5.5% y 6%, con un promedio de 3 briquetas aceptables, pudiéndose determinar que “p” valor con respecto al nivel de significancia (para este caso 0.05) es más bajo, lo que define como significativo, estadísticamente hablando, los resultados, rechazando de esta manera la hipótesis nula.

Tabla 25. Análisis comparativo de Resistencia a Compresión por medio del método TUKEY

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P0% - P5%	0.4000	NO SIGNIFICATIVA
P0% - P5.5%	0.9667	SIGNIFICATIVA
P0% - P6%	1.1000	SIGNIFICATIVA
P5% - P5.5%	0.5667	SIGNIFICATIVA
P5% - P6%	0.7000	SIGNIFICATIVA
P5.5% - P6%	0.1333	NO SIGNIFICATIVA

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 25, de acuerdo a los valores del método TUKEY, se concluye que el análisis comparativo de Resistencia a Compresión es significativo en una diferencia muestral de 0.967, 1.100, 0.567 y 0.700, siendo así la agrupación experimental de 5%, 5.5% y 6% de PET SIGNIFICATIVA.

En el caso de la Estabilidad, la evaluación por medio de Varianza (ANOVA) nos indicó que el valor “p” es mayor a nivel de significancia establecido (0.05), por ello se llevó a cabo el análisis comparativo por medio de la prueba Wilcoxon.

Tabla 26. Análisis comparativo de Estabilidad mediante la prueba Wilcoxon

	Patrón	P 5%	P 5.5%	P 6%
median	2517	2553	2323	1973
count	3	3	3	3
# unequal	3	3	3	3
T+		2	1	1
T-		4	5	5
T		2	1	1
mean		3	3	3
std dev		1.870828693	1.87082869	1.87082869
z-score		0.267261242	0.80178373	0.80178373
effect r		0.15430335	0.46291005	0.46291005
p-norm		0.394634013	0.21133904	0.21133904
p-exact		0.375	0.25	0.25
p-simul		N/A	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se aprecia que se tuvo en cuenta los resultados experimentales de Estabilidad de la dosificación patrón y con adición de PET del 5%, 5.5% y 6%, con un promedio de 3 briquetas aceptables, pudiéndose determinar que con la adición del 6% de PET se muestra una mayor significancia con respecto a la muestra patrón, pero el valor “P” es mayor que el nivel de significancia (para este caso 0.05), lo que define como una NO SIGNIFICANCIA, estadísticamente hablando, aceptando de esta manera la hipótesis nula.

VI. CONCLUSIONES

1. Se caracterizó los agregados pétreos obtenidos de la Cantera Piedra Liza – Chero, prosíguese a esto se realizaron los ensayos de laboratorio respectivos para determinar cómo óptimos dichos agregados para la realización de briquetas bituminosas; además se realizó la revisión sistemática de las características físicas, químicas y mecánicas del PET utilizado y se adjuntó la ficha técnica del cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por Petroperú.
2. Se estableció el diseño de mezcla asfáltica en caliente a través de la gradación MAC II y un Tamaño Máximo Nominal de ½”, con un contenido óptimo de ligante de 5.65% y cumpliendo con los parámetros de Estabilidad y Flujo Marshall según la DG-2013, siendo una dosificación de 43% de piedra chancada, 30% de arena chancada, 27% arena zarandeada y 0% Filler, y una adición del 5%, 5.5% y 6% de PET molido en base al cemento asfáltico.
3. Se determinó que la adición de PET del 5%, 5.5% y 6% en mezclas bituminosas mejora las propiedades físicas de peso específico y flujo en todos los porcentajes evaluados con respecto a la muestra patrón.
4. Se determinó que la adición de PET de 5% en mezclas bituminosas es el porcentaje más apropiado con respecto a las propiedades mecánicas, ya que presentó mejores resultados que la muestra patrón en cuanto a la estabilidad, sin embargo, ninguno de los porcentajes evaluados mejora la resistencia a la compresión.
5. En conclusión, se determinó que la adición de PET tiene un efecto positivo en las propiedades físicas pero un efecto negativo en las propiedades mecánicas en una mezcla bituminosa, sin embargo, en la adición del 5% da indicios que a menor adición de PET puede llegar a aumentar la estabilidad.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, para asegurar la calidad de la mezcla bituminosa se recomienda abastecerse de agregados pétreos provenientes de canteras y fuentes confiables, así como exigir la ficha técnica del ligante asfáltico a usar, igualmente se insta a una mayor investigación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del PET para futuras investigaciones.
2. Se recomienda explorar las normativas vigentes tal cual aplicó esta investigación para obtener un diseño de mezcla que cumplan con los requisitos establecidos por el MTC, así como experimentar en diferentes cantidades y por métodos de sustitución y/o adición de PET en base a los agregados y/o peso total de la muestra en futuras investigaciones.
3. Se recomienda, en base a esta investigación, que el uso del PET sea más recurrente en futuras investigaciones, ya que presenta resultados favorables en las propiedades físicas de peso específico y flujo de una mezcla bituminosa que conlleva a que el pavimento sea más ligero y proporciona mayor flexibilidad.
4. Se recomienda, el uso del PET en pequeños porcentajes, ya que se evaluó que a mayor porcentaje disminuye la estabilidad y resistencia a compresión.
5. Se recomienda, en base a esta investigación, la adición del PET en porcentajes menores a 5% a partir del cemento asfáltico para futuras investigaciones, pudiéndose recomendar para pavimentos es vías de bajo o mediano tránsito.

REFERENCIAS

1. AGHA, Nisma [et al.]. Performance Evaluation of Hot Mix Asphalt (HMA) Containing Polyethylene Terephthalate (PET) Using Wet and Dry Mixing Techniques. *Polymers* [en línea]. 2023, 15(5), 1211 [consultado el 16 de junio de 2023]. Disponible en: doi:10.3390/polym15051211
2. AHMAD, Malik y Salman AHMAD. The impact of polyethylene terephthalate waste on different bituminous designs. *Journal of Engineering and Applied Science* [en línea]. 2022, 69(1), 53 [consultado el 17 de junio de 2023]. Disponible en: doi:10.1186/s44147-022-00104-5
3. ALVINES, Joan. Elaboración de Mezcla Asfáltica Modificada con Botellas Plásticas Recicladas, Aplicando el Método Marshall para Tránsito Pesado [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán, 2023 [consultado el 10 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11077>
4. ANTÚNEZ LÁZARO, José Saturnino. Evaluación de la condición operacional del pavimento flexible, aplicando el método del Pavement Condition Index (PCI), en la carretera departamental An-107 tramo Km. 0 000 Km. 10 000, distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, región Ancash, abril 2015. En: Repositorio Institucional ULADECH [base de datos en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica los Ángeles, 2021 [consultado el 15 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/24557>
5. BABATIVA NOVOA, Carlos Alberto. Investigación cuantitativa [en línea]. Fundación Universitaria del Área Andina, 2017 [consultado el 29 de junio de 2023]. ISBN 9789585459007. Disponible en: doi:10.33132/9789585459007
6. BARANOVA, Marina. Clasificación: ¿Cuál es el país con las mejores carreteras del mundo? NeoMotor [en línea]. 26 de diciembre de 2019 [consultado el 15 de abril de 2023]. Disponible en: <https://neomotor.epe.es/conduccion/clasificacion-cual-es-el-pais-con-las-mejores-carreteras-del-mundo-EANM1699>
7. BERNARDO, Diana y Yanina, MENDIGURI. Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica usando polímeros Polietilentereftalato [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma, 2022 [consultado el 10 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/5787/T030_43316947_T%20Mendiguri%20Mendieta,%20Yanina%20Yasmin-Bernardo%20Cortez,%20Diana%20Carolina.pdf?sequence=1
8. BRICEÑO FLORES, Henry y ARANIBAR MUÑO, Christian. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LEONCIO

- PRADO - PICOTA – SAN MARTÍN. En: Repositorio UCP [base de datos en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Científica del Perú, 2021 [consultado el 1 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1833>
9. CABREJOS NIETO, Luz Pamela y Marco Miguel, VIGO FLORES. Influencia del tereftalato de polietileno en las propiedades físicas – mecánicas de una mezcla asfáltica, trujillo 2021. En: REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPN [base de datos en línea]. TITULO PROFESIONAL, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, 2021 [consultado el 17 de junio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30461>
 10. CÁRDENAS, Vanessa. Adición de fibras de polietileno de plástico para mejorar el comportamiento físico - mecánico de mezcla asfáltica en frío, Tacna 2021. En: Repositorio de la Universidad César Vallejo [base de datos en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, 2021 [consultado el 11 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84964/Cárdenas_MVDP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 11. CHIMBOTE EN LÍNEA. La contaminación que produce el plástico. Chimbotenlinea.com [en línea]. 28 de junio de 2019 [consultado el 17 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.chimbotenlinea.com/periodismo-escolar/28/06/2019/la-contaminacion-que-produce-el-plastico>
 12. CISNEROS, Alicia [et al.]. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. *REVISTA DOMINIO DE LAS CIENCIAS* [en línea]. 2022, **8**(1), 1165–1185 [consultado el 29 de junio de 2023]. Disponible en: doi:10.23857/dc.v8i41.2546
 13. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Código Nacional de la Integridad Científica [en línea]. Resolución Presidencial N°192-2019-CONCYTEC-P de 30 de octubre de 2019 [consultado el 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/rp-192-2019-concytec-pr.pdf>
 14. CUEVA, Wilfredo y Luis, QUISPE. Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando Pet en la calle las Amapolas de la Asoc. Nueva Primavera, Santa Clara-2019. En: Repositorio de la Universidad César Vallejo [base de datos en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, 2019 [consultado el 11 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55754>
 15. DI MARCO, Raúl, Hugo LEÓN y Juan ALMEIRA. DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LADRILLOS CON ADICIÓN DE PET (MATERIAL RECICLADO), PARA NÚCLEOS RURALES DEL SOCORRO. *El Centauro* [en línea]. 2016, **8**(11), 9–24 [consultado el 29

- de septiembre de 2023]. Disponible en: doi:10.18041/2027-1212/centauro.11.2016.2448
16. DÍAZ, Williams. EFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE PET RECICLADO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE PARA CARGAS DE BAJO TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE QUITO – PERÚ, 2021 [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Científica del Perú, 2022 [consultado el 11 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1848/DIAZ%20BARDALES%20WILLIAMS%20ALEXANDER%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 17. ECHEVARRÍA, Evelyn. LADRILLOS DE CONCRETO CON PLÁSTICO PET RECICLADO [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, 2017 [consultado el 23 de julio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1501/LADRILLOS%20E%20CONCRETO%20CON%20PLÁSTICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 18. ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. REVISTA CONRADO [en línea]. 2018, 14 [consultado el 29 de junio de 2023]. ISSN 1990-8644. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039
 19. ESTEBAN, Nicomedes. Tipos de Investigación [en línea]. 2018 [consultado el 8 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
 20. ESTRADA, Andrea. Descubre qué es un diseño experimental y sus tipos. <https://www.crehana.com> [en línea]. 5 de abril de 2022 [consultado el 17 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.crehana.com/blog/negocios/disenio-experimental-en-investigacion/>
 21. FERNÁNDEZ, Paula et al. Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales. Anales de Psicología [en línea]. 2014, 30(2), 756–771 [consultado el 27 de octubre de 2023]. Disponible en: doi:10.6018/analesps.30.2.166911
 22. HERNÁNDEZ, Osvaldo. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral* [en línea]. 2021, 37(3) [consultado el 29 de junio de 2023]. ISSN 1561-3038. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002
 23. HURTADO ACUÑA, Randy Eduardo. Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal de El Guarco. En: RepositorioTEC [base de datos en línea]. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería

- en Construcción, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, 2016 [consultado el 1 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/7271>
24. INGHAM, Jeremy. Bituminous mixtures. *Geomaterials Under the Microscope* [en línea]. 2013, 171–174 [consultado el 24 de junio de 2023]. ISSN 9780124072305. Disponible en: doi:10.1016/B978-0-12-407230-5.50018-2
 25. INGUILLAY, Lisbeth, Silvia TERCERO y José AGUIRRE. Ética en la investigación científica. *Revista Imaginario Social* [en línea]. 2020, 3(1), 42–51 [consultado el 21 de junio de 2023]. Disponible en: doi:10.31876/is.v3i1.10
 26. JASSIM, Hamed [et al.]. Optimum Use of Plastic Waste to Enhance the Marshall Properties and Moisture Resistance of Hot Mix Asphalt. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* [en línea]. 2014, 7(1), 18–25 [consultado el 16 de junio de 2023]. Disponible en: doi:10.14445/22315381/IJETT-V7P223
 27. KÖFTECI, Sevil. Effect of HDPE Based Wastes on the Performance of Modified Asphalt Mixtures. *Procedia Engineering* [en línea]. 2016, 161, 1268–1274 [consultado el 16 de junio de 2023]. Disponible en: doi:10.1016/j.proeng.2016.08.567
 28. LOPEZ, Pedro. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *Punto Cero* [en línea]. 2004, 9(8) [consultado el 17 de junio de 2023]. ISSN 2224-8838. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
 29. LOZADA, Wilmer y Fiorella, MONTOYA. Adición de plástico reciclado PET para mejoramiento de propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, Jaén, Cajamarca. En: *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [base de datos en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, 2022 [consultado el 10 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93978>
 30. MACHSUS, Machsus [et al.]. Utilization of Plastic Bottles Waste in Asphalt Concrete Mixture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. 2020, 436, 012005 [consultado el 16 de junio de 2023]. Disponible en: doi:10.1088/1755-1315/436/1/012005
 31. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES. LIMA: s.n., 2016. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manual-es/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
 32. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. R.D. N° 10-2014-MTC/14, MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS. Lima, 201 [consultado el 1 de mayo de 2023]. Disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/A RCH PDF/MAN 7%20SGGP-2014.pdf

33. NTP 339.134, Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). Lima, 2014 [consultado el 1 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/qdownload/21097339134-sucs-3-pdf-free.html>
34. OTZEN, Tamara y Carlos MANTEROLA. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Scielo [en línea]. 2017, 35(1), 227–232 [consultado el 28 de mayo de 2023]. ISSN 0717-9502. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
35. PALACIOS, Armando. elaboración del pet-concreto, buscando mejorar sus propiedades mecánicas de tensión y flexión. En: REPOSITORIO UNAM [base de datos en línea]. Tesis para optar el grado de maestría de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014 [consultado el 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.unam.mx/contenidos/elaboracion-de-pet-concreto-buscando-mejorar-sus-propiedades-mecanicas-de-tension-y-flexion-94686?c=lb3n1Y&d=true&q=*&i=5&v=1&t=search_0&as=0
36. PAREDES CHILCÓN, Keiko y SALDAÑA ALVA, Michael. EVALUACIÓN DEL TIEMPO Y COSTO EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO, ENTRE LOS PAVIMENTOS: FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO EN VÍAS URBANAS, DEL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN. En: Repositorio UCP [base de datos en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Científica del Perú, 2021 [consultado el 1 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1304>
37. PETROPERÚ. Asfaltos PetroPerú. Asfaltos PetroPerú [en línea]. Enero de 2019 [consultado el 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://asfaltos.petroperu.com.pe/especificaciones-solidos.php>
38. RAMÍREZ CASARIEGO, Ana Lucia. Análisis de sensibilidad de los parámetros en la metodología de diseño estructural de pavimentos rígidos: método AASHTO 93. En: Repositorio Institucional PIRHUA [base de datos en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Piura, 2021 [consultado el 1 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5120>
39. RAVELO, Wilmer. Incorporación del sistema PET en mezclas asfálticas para mejorar las propiedades físicas-mecánicas de un pavimento flexible, Av. Marginal, Pichanaqui 2022 [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, 2022 [consultado el 10 de noviembre de 2023]. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/105579/Ravelo_LWA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

40. RICHARDSON y LOKENSGARD. INDUSTRIA DEL PLASTICO; PLASTICO INDUSTRIAL. [en línea]. Madrid: INTERNATIONAL THOMSON, 2003 [consultado el 29 de septiembre de 2023]. ISBN 8428325693. Disponible en: <https://www.bibvirtual.ucb.edu.bo/opac/Record/56630/Details#description>
41. TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación [en línea]. 4a ed. Mexico: EDITORIAL LIMUSA, 2004 [consultado el 21 de junio de 2023]. ISBN 968-18-5872-7. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigacion_cientifica_Mario_Tamayo.pdf
42. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN (UMSS). Manual completo diseño de pavimento [en línea]. Cochabamba, 2004 [consultado el 6 de octubre de 2023]. Disponible en: https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/09/DISENO-DE-PAVIMENTOS-UMSS_41.pdf
43. VENTURA, José. La importancia de reportar la validez y confiabilidad en los instrumentos de medición: Comentarios a Arancibia et al. Revista médica de Chile [en línea]. 2017, 145(8) [consultado el 21 de junio de 2023]. ISSN 0034-9887. Disponible en: doi:10.4067/s0034-98872017000700955
44. YOU, Lingyun [et al.]. Review of recycling waste plastics in asphalt paving materials. *Journal of Traffic and Transportation Engineering* [en línea]. 2022, 9(5), 742–764 [consultado el 18 de junio de 2023]. ISSN 20957564. Disponible en: doi:10.1016/j.jtte.2022.07.002

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA			
<p align="center">Variable Independiente: Mezcla bituminosa con adición de PET</p>	<p>Los aglutinantes bituminosos con ayuda del PET han presentados resultados exitosos, ya que ayuda a evitar el agrietamiento y disminuye las deformaciones permanentes del pavimento. (Ahmad Malik y Ahmad Salman, 2022).</p>	<p>La mezcla bituminosa con adición de PET para ser elaborada se ve directamente relacionada a la caracterización de los agregados y su diseño de mezcla.</p>	<p align="center">Caracterización de agregados</p>	Análisis Granulométrico	<p align="center">Razón</p>			
				Pérdida en Sulfatos de Sodio				
				Abrasión Los Ángeles				
				Índice de Durabilidad				
				Partículas chatas y alargadas				
				Caras fracturadas				
				Sales Solubles				
				Absorción				
				Adherencia				
				Equivalente de arena				
				Angularidad				
			Adhesividad					
			<p align="center">Diseño de mezcla asfáltica en caliente</p>				Análisis granulométrico de la combinación de agregados	<p align="center">Razón</p>
							Estabilidad y Flujo Marshall	
Contenido óptimo de ligante								
Dosificación de mezcla bituminosa								

Variable Dependiente: Propiedades Físicas y mecánicas	La mezcla bituminosa depende de la elección de materiales que se utilizaran y el tipo de aglutinante para que las propiedades tanto físicas como mecánicas presenten resultados positivos y que la mezcla sea duradera y eficaz. (Cabrejos y Vigo, 2021).	La producción de mezcla bituminosa a base de PET consta de propiedades físicas y mecánicas que se analizan para que el material pueda soportar las condiciones a las que será expuesto.	Propiedades físicas	Flujo de la dosificación patrón y con adición de 5%, 5.5%, y 6% de PET.	Razón
				Peso específico de la dosificación patrón y con adición de 5%, 5.5%, y 6% de PET.	Razón
			Propiedades mecánicas	Estabilidad de la dosificación patrón y con adición de 5%, 5.5%, y 6% de PET.	Razón
				Resistencia a la compresión de la dosificación patrón y con adición de 5%, 5.5%, y 6% de PET.	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO	PREGUNTA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES
Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023	¿Cuál es el efecto en las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023?	Determinar el efecto en las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023.	El efecto de la adición de PET en una mezcla bituminosa mejora significativamente las propiedades físicas y mecánicas.	Variable Independiente: Mezcla bituminosa con adición de PET	Caracterización de agregados
	PREGUNTAS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA		Diseño de mezcla asfáltica en caliente
	¿Cuáles son las características de los agregados pétreos, asfálticos y de PET para una mezcla bituminosa con adición de PET mediante el análisis granulométrico, pérdida en sulfato de sodio, abrasión Los Ángeles, índice de durabilidad, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles, absorción, adherencia, equivalente de arena, angularidad y adhesividad?	Caracterizar los agregados pétreos, asfálticos y de PET para una mezcla bituminosa con adición de PET mediante el análisis granulométrico, pérdida en sulfato de sodio, abrasión Los Ángeles, índice de durabilidad, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles, absorción, adherencia, equivalente de arena, angularidad y adhesividad.	Los agregados pétreos, asfálticos y PET presentan características positivas para la elaboración de briquetas bituminosas.	Variable Dependiente: Propiedades Físicas y mecánicas	Propiedades físicas
	¿Cuál es el diseño de mezcla asfáltica en caliente de una mezcla bituminosa mediante el análisis granulométrico de la combinación de agregados, Estabilidad y Flujo Marshall, Contenido óptimo de ligante y Dosificación?	Establecer el diseño de mezcla asfáltica en caliente de una mezcla bituminosa mediante el análisis granulométrico de la combinación de agregados, Estabilidad y Flujo Marshall, Contenido óptimo de ligante y Dosificación de mezcla bituminosa.	El diseño de mezcla asfáltica en caliente de una mezcla bituminosa presenta una dosificación con un contenido óptimo de ligante mayor al 5%.		Propiedades mecánicas
	¿Qué propiedades físicas presenta una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante el Peso específico y Flujo Marshall?	Determinar las propiedades físicas de una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante el Peso específico y Flujo Marshall.	Las propiedades físicas de Peso específico y Flujo Marshall de una mezcla bituminosa con adición de PET son significativamente mejores.		
	¿Qué propiedades mecánicas presenta una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante la estabilidad y la resistencia a la compresión?	Determinar las propiedades mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET 5%, 5.5%, 6% y de la mezcla patrón mediante la estabilidad y la resistencia a la compresión.	Las propiedades mecánicas de Resistencia a la Compresión y Estabilidad de una mezcla bituminosa con adición de PET no son significativamente mejores.		

Anexo 3. Panel Fotográfico

Ilustración 1. Obtención de agregados finos



Ilustración 4. Materiales en laboratorio

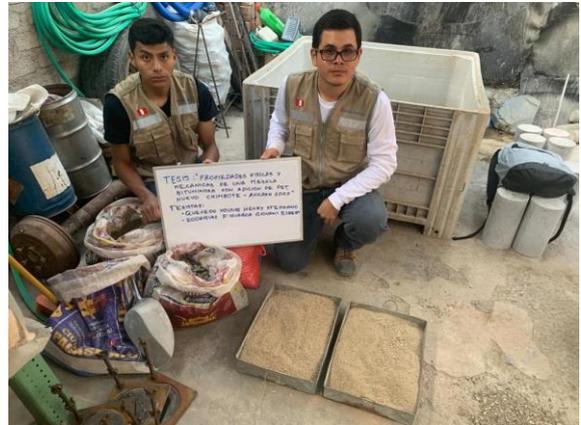


Ilustración 2. Obtención de agregados gruesos



Ilustración 5. Tamizado



Ilustración 3. PET molido



Ilustración 6. Pesado de agregados



Ilustración 7. Pesado del Cemento Asfáltico



Ilustración 10. Verificación de temperatura de la mezcla



Ilustración 8. Pesado del PET



Ilustración 11. Llenado de briquetas asfálticas



Ilustración 9. Combinación de agregados



Ilustración 12. Compactación de briquetas asfálticas



Ilustración 15. Saturación de briquetas con desecador



Ilustración 13. Muestras patrón y con adición de 5%, 5.5% y 6% de PET



Ilustración 16. Peso de briquetas en el aire

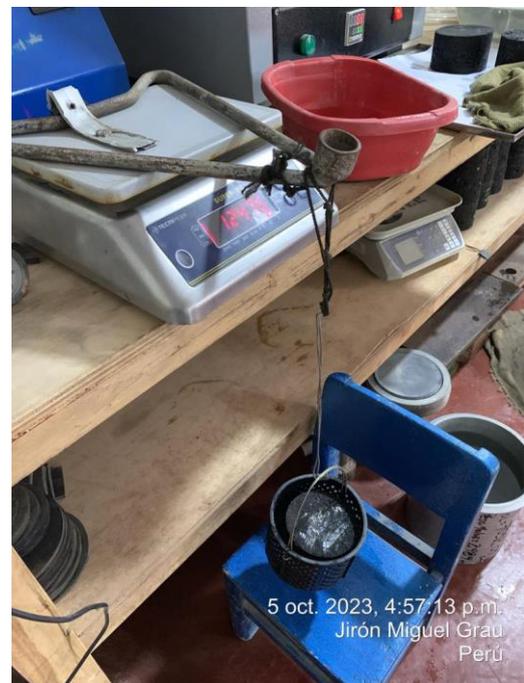


Ilustración 14. Pesado y medición de briquetas asfálticas



Ilustración 17. Peso de masa saturado superficialmente seco



Ilustración 19. Ensayo Marshall de muestras patrón y con adición de 5%, 5.5% y 6% de PET

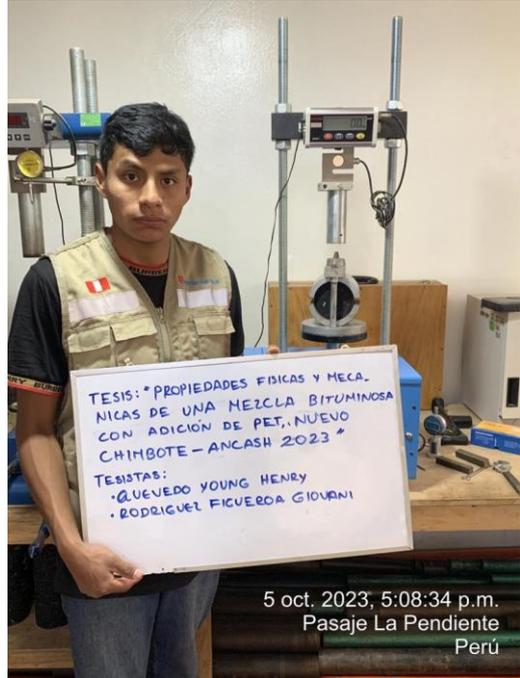


Ilustración 18. Briquetas sumergidas a 60° C para Ensayo Marshall



Ilustración 20. Briquetas de muestra patrón y con adición de 5%, 5.5% y 6% de PET ensayadas en el aparato Marshall



Ilustración 21. Ensayo de compresión de muestras patrón y con adición de 5%, 5.5% y 6% de PET

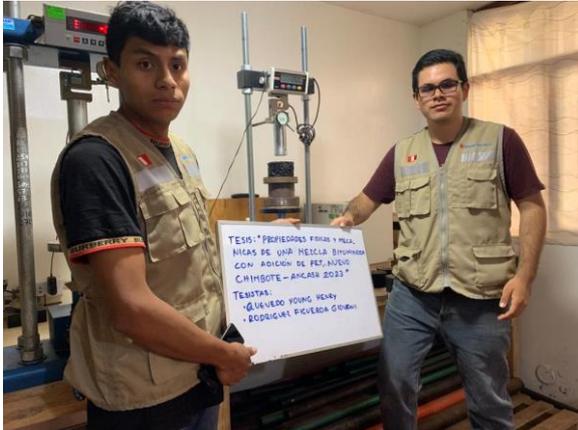


Ilustración 23. Falla en briquetas ensayadas



Ilustración 22. Peso específico de masa saturado superficialmente seco



Anexo 4. Ficha Técnica Cemento Asfáltico Sólido PEN 60/70 proporcionado por Petroperú

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.

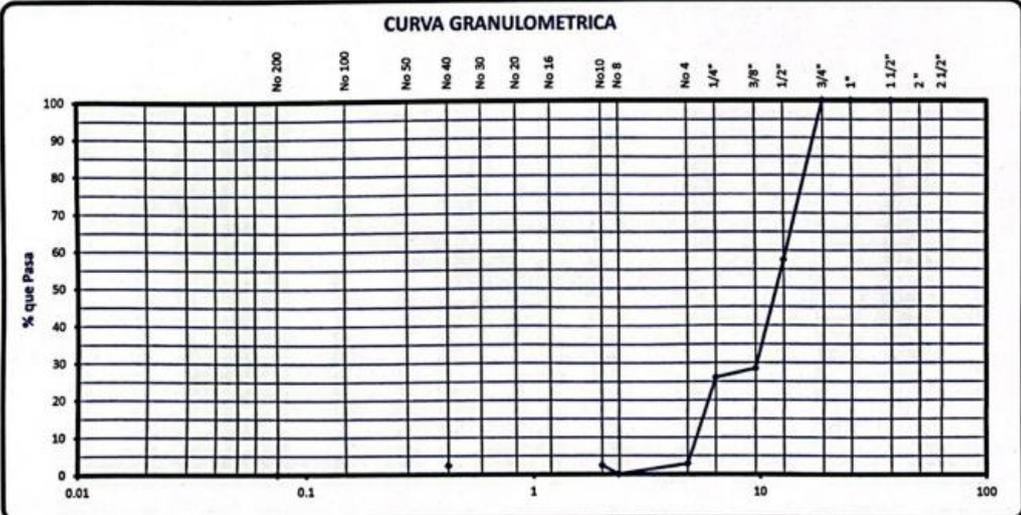


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO		<i>Fecha efectiva:</i> Enero 2019		
TIPO DE PRODUCTO CEMENTO ASFÁLTICO		<i>Reemplaza edición de:</i> Enero 2014		
NOMBRE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MIN.	MAX.	ASTM	AASHTO
PENETRACIÓN, a 25°C, 100 g, 5 s, 0.1mm	60	70	D-5	T-49
VOLATILIDAD				
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-70	T-228
Punto de inflamación, Cleveland, copa abierta, °C	232		D-92	T-48
DUCTILIDAD a 25°C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51
SOLUBILIDAD, % masa	99.0		D-2042, D-7553	T-44
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA				
Prueba de calentamiento sobre película fina, 3.2 mm, 163°C, 5 horas:			D-1754	T-179
Pérdida por calentamiento, % masa		0.8		
Penetración retenida, % del original	52+		D-5	T-49
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	50		D-113	T-51
Índice de susceptibilidad térmica	-1.0	+1.0		Francés RLB
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	Reportar		D-2170	T-201
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	200		D-2170	T-201
REQUERIMIENTO GENERAL:	El cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá formar espuma al ser calentado a 175°C.			
OBSERVACIONES:				
(a) En concordancia con a Norma Técnica Peruana NTP 321.051 y con los estándares ASTM D 946 y AASHTO M-20.				

Anexo 5. Resultados de laboratorio

	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS						
OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:2060190640 CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMAS TECNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88							
DATOS DE LA MUESTRA							
TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023 TESISISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano : - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA : OCTUBRE DEL 2023 MUESTRA : AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA PIEDRA LIZA - SR. CHERO							
	TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO RET. (gr)	RETENIDO PARCIAL (%) ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ASTM						
	3"	76.200					Tamaño Maximo : 3/4" pulg.
	2 1/2"	63.500					Humedad : 0.11 %
	2"	50.800					Piedra : 97.1 %
	1 1/2"	38.100			100.0		Arena : 2.9 %
	1"	25.400			100.0		Modulo de Fineza : 6.6 -
	3/4"	19.050			100.0		
	1/2"	12.700	4360.8	42.4	42.4	57.6	
	3/8"	9.525	2990.4	29.1	71.5	28.5	Peso Especifico : 2.736 gr/cm³
	1/4"	6.350	244.1	2.4	73.9	26.1	Absorcion : 0.95 %
	No. 4	4.760	2630.8	25.6	97.1	2.9	P. U. S : 1519 kg/m³
	No. 8	2.360	52.2	0.5	98	0.0	P. U. C : 1671 kg/m³
	No. 10	2.000					Sales solubles : 0.09 %
	No. 16	1.190					Abrasion : 10.9 %
	No. 20	0.834					Part. Chatas y Alarg. : 4.58 %
	No. 30	0.600					Caras fracturadas : 93.3 %
	No. 40	0.420					
	No. 50	0.300					
	No. 60	0.250					
	No. 80	0.177					
	No. 100	0.149					
	No. 200	0.075					
	-200						
							PESO TOTAL (Gr) : 10278.3
							SUCS : GW



Nota:
Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOSOFICINA: MZ. C LOTE 6, PP. J. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20001190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilson@geolab.com**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO****ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE SODIO**
NORMAS TÉCNICAS: ASTM C88, AASHTO T 104, MTC E 209**DATOS DE LA MUESTRA**

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023

TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovani Elbert

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

MUESTRA : AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA PIEDRA LIZA - SR. CHERO

TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL %	PERDIDA CORREGIDA %	
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)				
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO									
2 1/2"	2"	5000	2 1/2"						
2"	1 1/2"	2000	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1000	1"						
1"	3/4"	500	3/4"						
3/4"	1/2"	670	1/2"	42.40	690.5	675	15.4	2.23	0.95
1/2"	3/8"	330	3/8"	29.10	960.5	935	25.3	2.63	0.77
3/8"	Nº 4	300	Nº 4	25.60	670.9	662	8.6	1.28	0.33
TOTALES				97.10	2321.9	2273			2.04

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 175373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovanl Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA : AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA PIEDRA LIZA - SR. CHERO

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				2501 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	N° 4			2500 ± 10					
N° 4	N° 8				5000 ± 10				
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5001 ± 10			
N° de Esferas		12	11	8	6	11			
Peso de las Esferas (gr)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445	391 - 445			
Peso Retenido en la malla N° 12					(gr)	4,472			
Peso que pasa en la malla N° 12					(gr)	545.2			
Desgaste					(%)	10.9%			

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 115373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOSOFICINA: HZ. C. LOTE 4, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 943417124 e-mail: wilso022@hotmail.com**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO****INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS****DATOS DE LA MUESTRA**

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023

TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

MUESTRA : AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA PIEDRA LIZA - SR. CHERO

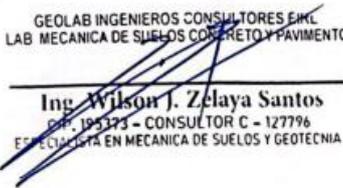
INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO

TAMAÑOS DE MALLAS			MUESTRA PESO (gr)	AGITACION MUESTRA (10 minutos)	CONTENIDO DE AGUA DESTILADA (ml)
PASA	RETENIDO	PESO (gr)			
3/4"	1/2"	1070+10	1080		
1/2"	3/8"	570+10	580		
3/8"	Nº 4	910+5	912	10'	1000.0

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	Nº DE ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Hora de entrada a decantación		00:00	00:00	
Hora de salida de decantación (mas 20')		00:00	00:00	
Altura máxima de material fino (pulg.0.1')		2.10	2.20	
Índice de Durabilidad (De la tabla)		52.3	55.9	54.1

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 193373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: ML. C. LOTE 6, PP. JL. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20601190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS										
DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS										
NORMA TÉCNICA: ASTM D 4751										
DATOS DE LA MUESTRA										
TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023										
TESISTAS : - Quevedo Young Henry Stephano - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert										
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH										
FECHA : OCTUBRE DEL 2023										
MUESTRA : AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA PIEDRA LIZA - SR. CHERO										
FORMA DEL AGREGADO : ANGULAR										
RELACION DE ENSAYO : 1 : 3										
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO ORIGINAL (%)	PESO MUESTRA (g)	NUMERO DE PARTICULAS	EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
					PESO (g)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO
(pulg)	(mm)									
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	42.4	960.0	200	65.0	6.8	2.90	16	8.0	3.39
3/8"	8.750	29.1	780.0	200	45.0	5.8	1.68	33	16.5	4.80
1/4"	6.350	2.4								
Total:		73.9	1730	400	110		4.58	49		8.19

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 475373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilse822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 210, ASTM D 8821

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovani Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA PIEDRA LIZA - SR. CHERO

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA (A) (gr)	PESO MUESTRA CON CARAS FRACT. (B) (gr)	PORCENTAJE DE CARAS FRACT. B/A*100 (C) (%)	RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (D) (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACT. C'D (E)
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1560.3 g	1490.2 g	95.5%	42.4%	4049.6
1/2"	3/8"	1400.5 g	1260.5 g	90.0%	29.1%	2619.0
TOTAL		2960.8			71.5%	6668.6
% con una o más caras fracturadas (E/D)						93.3%

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA (A) (gr)	PESO MUESTRA CON CARAS FRACT. (B) (gr)	PORCENTAJE DE CARAS FRACT. B/A*100 (C) (%)	RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (D) (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACT. C'D (E)
1 1/2"	1"				0.0%	
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1560.3 g	1150.7 g	73.8%	42.4%	3127.0
1/2"	3/8"	1400.5 g	1160.2 g	82.8%	29.1%	2410.6
TOTAL		2960.8			71.5%	5537.6
% con dos o más caras fracturadas (E/D)						77.4%

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954077150 - 945417124 e-mail: wtlze022@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SALES SOLUBLES TOTALES

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovani Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SAN
FECHA : OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA : AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA PIEDRA LIZA - SR. CHERO

MUESTRA GRAVA		1	2	
Peso de Tara	(gr)	150.20	150.20	
Peso tara + agua + sal	(gr)	250.30	250.00	
Peso tara + sal	(gr)	150.29	150.28	
Peso sal	(gr)	0.090	0.080	
Peso agua	(gr)	100.01	99.72	
Sales solubles totales	(%)	0.090	0.080	
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)				0.085

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20601190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : 20 DE MAYO DEL 2023
MUESTRA : AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA 1/2" - CANTERA PIEDRA LIZA - SR. CHERO

AGREGADO GRUESO MTC E 206

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	(gr)	4840.0	4652.0		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	(gr)	3065.0	2990.0		
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B	(gr)	1775.0	1662.0		
D	Peso material seco en estufa (105°C)	(gr)	4810.0	4622.0		
E	Vol. de masa = C- (A - D)	(cm ³)	1745.0	1632.0		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	(gr/cm ³)	2.710	2.781		2.745
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	(gr/cm ³)	2.727	2.799		2.763
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	(gr/cm ³)	2.756	2.832		2.794
	Absorción = ((A - D) / D * 100)	(%)	0.624	0.649		0.64

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195372 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JL. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
 CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

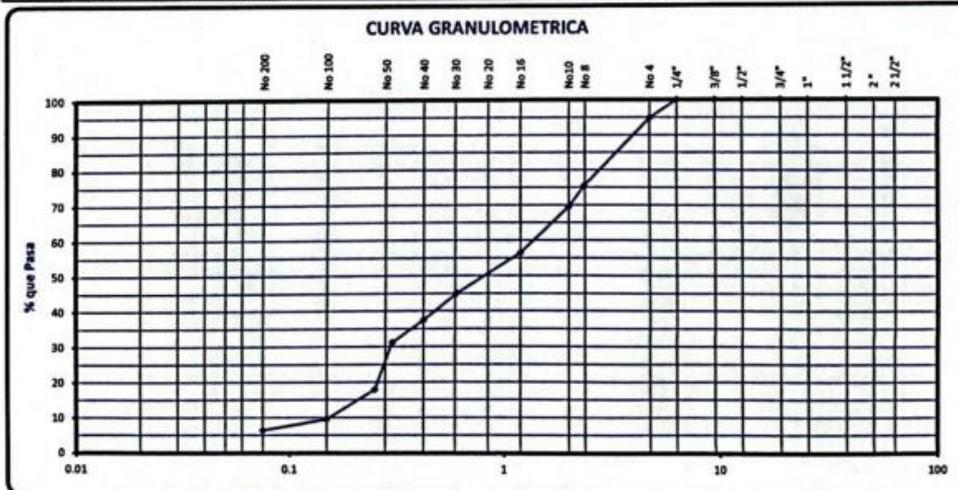
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
 TESISISTAS : - Quevedo Young Henry Stephano
 : - Rodríguez Figueroa Giovaní Elbert
 UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
 FECHA : OCTUBRE DEL 2023
 MUESTRA : AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)			
3"	76.200						Tamaño Máximo : 1/4" pulg.
2 1/2"	63.500						Humedad : 0.19 %
2"	50.800						Piedra : 5.2 %
1 1/2"	38.100						Arena : 94.8 %
1"	25.400						Modulo de Fineza : 2.88
3/4"	19.050						Malla 200 : 3.9 %
1/2"	12.700						Equiv. Arena : 80 %
3/8"	9.525				100.0		Peso Especifico : 2.665 gr/cm³
1/4"	6.350						Absorcion : 0.81 %
No. 4	4.760	65.3	5.2	5.2	94.8		P. U. S : 1492 kg/m³
No. 8	2.360	242.8	19.4	24.6	75.4		P. U. C : 1642 kg/m³
No. 10	2.000	75.2	6.0	30.6	69.4		Sales solubles : 0.04 %
No. 16	1.190	162.3	13.0	43.6	56.4		Durabilidad : 9.66 %
No. 20	0.834						
No. 30	0.600	142.5	11.4	55.0	45.0		
No. 40	0.420	95.2	7.6	62.6	37.4		
No. 50	0.300	78.2	6.3	68.9	31.1		
No. 60	0.250	165.2	13.2	82.1	17.9		Indice de durabilidad : 75.3 %
No. 80	0.177						
No. 100	0.149	105.2	8.4	90.5	9.5		PESO TOTAL (Gr) : 1260.0
No. 200	0.075	39.7	3.2	93.7	6.3		SUCS : SP
-200		78.4					



Nota: Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 C.R. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
CELULAR: 954077150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: ASTM D3744, AASHTO T 210, MTC E 214

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA : AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO

TAMAÑOS DE MALLAS			AGITACION DE MUESTRA	CONTENIDO DE AGUA DESTILADA (ml)	MUESTRA LATA (ml)
PASA	RETENIDO	PESO (gr)	(10 minutos)		
# 4	fondo	500	10'	1000.0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	N° DE ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Hora de entrada a saturación		11:12	11:22	
Hora de salida de saturación (mas 10')		11:22	11:32	
Hora de entrada a decantación		11:34	11:44	
Hora de salida de decantación (mas 20')		11:54	12:04	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")		4.30	4.20	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")		3.30	3.10	
Indice de Durabilidad (Df = L arena/L arcilla*100)		76.7	73.8	75.3

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 125373 - CONSULTOR/C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SALES SOLUBLES TOTALES NORMAS TÉCNICAS: MTC E 219, ASTM D 1888

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SAN
FECHA : OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA : AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

MUESTRA ARENA	3	4	
Peso de Tara (gr)	98.90	98.86	
Peso tara + agua + sal (gr)	250.00	200.00	
Peso tara + sal (gr)	98.96	98.9	
Peso sal (gr)	0.060	0.040	
Peso agua (gr)	151.04	101.10	
Sales solubles totales (%)	0.040	0.040	
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)	0.040		

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:2060190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovaní Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA : AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS

		AGREGADO FINO MTC E 205			
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	500.00	500.00		
B	Peso Frasco + agua (gr)	673.00	673.00		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1173.00	1173.00		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	985.90	984.80		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	187.10	188.20		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr) (gr)	495.99	495.95		
G	Vol de masa = E - (A - F) (cm ³)	183.09	184.15		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E (gr/cm ³)	2.65	2.64		2.643
	Pe bulk (Base saturada) = A/E (gr/cm ³)	2.672	2.657		2.665
	Pe aparente (Base Seca) = F/G (gr/cm ³)	2.709	2.693		2.701
	Absorción = ((A - F)/F)*100 (%)	0.808	0.817		0.813

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson Y Zelaya Santos
CIP: 195373 CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JL. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 178

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA : AGREGADO FINO - CANTERA PIEDRA LIZA - SR.CHERO

DESCRIPCION		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	2	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	(mm)	4.76	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		12:00	12:02	12:04	
Hora de salida de saturación (mas 10')		12:10	12:12	12:14	
Hora de entrada a decantación		12:12	12:14	12:16	
Hora de salida de decantación (mas 20')		12:32	12:34	12:36	
Altura máxima de material fino	(plg)	4.30	4.30	4.40	
Altura máxima de la arena	(plg)	3.60	3.60	3.40	
Equivalente de Arena	(%)	81	81	77	80



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 194173 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20601190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANGULARIDAD AGREGADO FINO

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovani Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANT.
FECHA : OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA : AGREGADO FINO - CANTERA CHERO

MUESTRA ARENA		3	4	
Volumen del cilindro	(cm ³)	100.00	100.00	
Peso de agregado fino	(gr)	150.00	152.00	
Peso específico	(gr/cm ³)	2.66	2.66	
Angularidad del agregado	(%)	43.705	42.955	
Angularidad Promedio (%)		43.3		

Nota:

Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 95372 - CONSULTOR IC - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER) MTC E 220		
--	--	--

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TESIS	: Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023	
TESISTAS:	: - Quevedo Young Henry Stephano : - Rodríguez Figueroa Giovaní Elbert	<i>Hecho Por: N.Z.S.</i> <i>Ing. Resp.: W.Z.S.</i>
UBICACIÓN	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	
FECHA	OCTUBRE DEL 2023	

REFERENCIA DE LAS MUESTRAS

Agregado :	Arena gruesa	100%	Ligante Bituminoso	Tipo de Asfalto	PEN 60 - 70
			Aditivo		Sin Aditivo

DENOMINACION		DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Concentración de carbonato sódico	AGUA DESTILADA	0	NULO	Min 4 = Cumple
	M/256	1	NULO	
	M/128	2	NULO	
	M/64	3	NULO	
	M/32	4	NULO	
	M/16	5	NULO	
	M/8	6	PARCIAL	
	M/4	7	PARCIAL	
	M/2	8	PARCIAL	
	M/1	9	PARCIAL	
			PARCIAL: 5	
			TOTAL: 10	

Nota: Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
 CELULAR: 9548771150 - 945417114 e-mail: wilson@22@hotmail.com

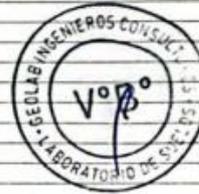
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMAS TECNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

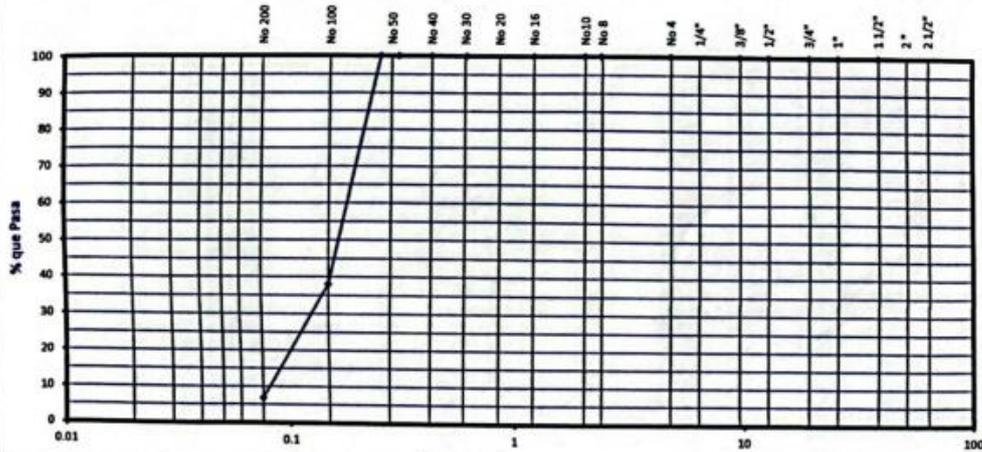
DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
 TESISISTAS: - Quevedo Young Henry Stephano
 - Rodriguez Figueroa Giovanni Eibert
 UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
 FECHA : OCTUBRE DEL 2023
 MUESTRA : PET MOLIDO

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)			
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"	6.350						
No. 4	4.760				100.0		
No. 8	2.360				100.0		
No. 10	2.000				100.0		
No. 16	1.190				100.0		
No. 20	0.834				100.0		
No. 30	0.600				100.0		
No. 40	0.420				100.0		
No. 50	0.300				100.0		
No. 60	0.250				100.0		
No. 80	0.177						
No. 100	0.149	620.3	62.0	62.0	38.0		
No. 200	0.075	311.5	31.2	93.2	6.8		
-200		68.2					
						PESO TOTAL (Gr) :	1000.0



CURVA GRANULOMETRICA



Nota: Los agregados utilizados fueron proporcionados e identificados por el solicitante.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 198373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilce822@hotmail.com



FORMATO DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-16	Código	AE-FO-1000
	Versión	01
	Página	1 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET. REGISTRO N°: IGC23-LEM-1003
TESISTAS: Nuevo Chimbote - Ancash 2023 REALIZADO POR : N.A.Z.B
REVISADO POR : W.J.S.
UBICACIÓN : Quevedo Young Henry Sieghano
TURNO : Diurno
CANTERA : Rodríguez Figueras Giovanni Elbert
TURNO : Diurno
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO

COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada	Arena Chancada	Arena Zarandeada	Cil	Fu	Especificaciones		Observaciones
							MAC 2	MAC 1	
% Combinaciones		43	30	27		100			
3"	75.000								
2 1/2"	63.000								
2"	50.000								
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0		100.0	100		
1/2"	12.500	73.3	100.0	100.0		86.4	80 - 100		
3/8"	9.500	40.8	100.0	100.0		74.5	70 - 85		
1/4"	6.300								
No#4	4.750	5.3	98.9	99.3		58.8	51 - 68		
No#5	2.360	6.4							
No#10	2.000	6.0	76.2	73.3		41.4	30 - 52		% Agregado
No#18	1.180								
No#20	0.850								
No#30	0.800								% Grava: 41.2
No#40	0.425		35.6	36.3		25.9	17 - 28		% Arena: 51.4
No#60	0.300								% Fina: 7.5
No#80	0.250								Observaciones
No#100	0.150		33.2	18.9		18.7	8 - 17		
No#200	0.075		19.3	16.0		7.8	4-8		
PASA									



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 C.R. 195173 - CONSULTOR/C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 87 - Nueva Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: WZor822@hotmail.com

	FORMATO	Código	AE-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
		Página	2 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET. REGISTRO N°: IGC25-LEM-1003
 TESISISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
 : - Rodríguez Figueroa Giovanni Eibert REALIZADO POR : N.A.Z.B.
 UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH REVISADO POR : W.J.Z.B.
 CANTERA : PIEDRA LIZA - BR. CHERO TURNO : Diurno

**ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
ASTM D6927-15 / MTC E 804**

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	43.0%
Arena Chancada	30.0%
Arena Zarandeada	27.0%
Fibras	0.0%
E.Banco	100.0%
C.A. (PDS)	66.7%

Lectura del	Lectura calibración	Peso (g.P1 max)
231	1230.75	245
230	1227.48	256
233	1243.32	260

Número de Pruebas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	4.58	4.58	4.58		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	41.07	41.07	41.07		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	28.05	28.05	28.05		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	25.79	25.79	25.79		
5	% de Fibras en Peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00		
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	1.024	1.024	1.024		
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	2.840	2.840	2.840		
8	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	2.839	2.839	2.839		
9	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	2.700	2.700	2.700		
10	Peso Especifico del Fibras-Aparente					
11	Altura Promedio de la Probeta	on				
12	Peso de la tripulante en el Aire	gr.	1240.5	1241.5	1240.1	
13	Peso de la tripulante Saturada	gr.	1241.8	1242.5	1240.3	
14	Peso de la tripulante en el Agua	gr.	725.6	725.8	727.1	
15	Volumen de la tripulante por desplazamiento (15-16)	c.c.	516.2	516.7	516.2	516.0
16	Peso Especifico de la Probeta (14-17)	gr/c.c.	2.403	2.403	2.407	2.404
17	Peso Especifico Máximo (Pico) ASTM D-2041	gr/c.c.	2.801	2.801	2.801	
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/c.c.	2.588	2.588	2.588	
19	% de Vacíos	%	7.8	7.8	7.4	7.8
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/c.c.	2.800	2.800	2.800	
21	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	%	18.1	18.1	17.9	18.0
22	% vacíos Benéficos con C.A.	%	58.0	57.9	58.5	58.1
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/c.c.	2.804	2.804	2.804	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.04	0.04	0.04	
25	% de Anillo Efectivo	%	4.46	4.46	4.46	
26	Flujo (0.01 pulg)	mm	6.22	6.50	6.60	6.44
27	Estabilidad sin correaje	%	1233	1227	1243	
28	Factor de Estabilidad	%	1.90	1.90	1.90	
29	Estabilidad corregida	%	1233	1227	1243	1236
30	Factor de Rigidez	kg/cm	6032	4796	4762	4927
31	Número de Golpes por Capa	n°	90	90	90	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195325 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



	FORMATO	Código	AE-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
		Página	3 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023	REGISTRO N°: IGC23-LEM-1003	
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano : - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert	REALIZADO POR : N.A.Z.S. REVISADO POR : W.J.Z.S.	
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	TURNO : Diurno	
CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO		

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
ASTM D6927-15 / AASHTO T245**

Componentes:
Bitumen
 Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rica# 4.50

	Identificación muestra	Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1745.2
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11343.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13088.2
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12417.1
5.-	Volumen	gr.	671.1
	Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.601



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 E.P. 195873 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanguy Mz. B lote 07 - Nueva Chimbote - RUC: 20604190649
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Pjilab22@hotmail.com



FORMATO DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Código	AE-FO-1000
	Versión	01
	Página	4 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, **REGISTRO N°:** IOC23-LEM-1003
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: - Quevedo Young Henry Stephano **REALIZADO POR :** N.A.Z.B
 - Rodríguez Figueroa Gloveri Ebert **REVISADO POR :** W.J.Z.B.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH **TURNO :** Diurno
CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO

**ENBAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
ASTM D6927-15 / MTC E 804**

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	43.0%
Arene Chancada	30.0%
Arene Zarandeada	27.0%
Filler	0.0%
Suma	100.0%
C.A. (PDS)	89.2%

Lectura día	Lectura calibración	Flujo (R,11 mm)
273	1243.32	291
274	1248.81	269
270	1238.04	279

Número de Pruebas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.88	6.88	6.88		
2 Tota Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.85	40.85	40.85		
3 % de Arene Chancada en peso de la Mezcla	%	28.50	28.50	28.50		
4 % de Arene Zarandeada en peso de la Mezcla	%	25.65	25.65	25.65		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc	1.024	1.024	1.024		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc	2.940	2.940	2.940		
8 Peso Especifico Arene Chancada-Bulk	gr/cc	2.839	2.839	2.839		
9 Peso Especifico Arene Zarandeada-Bulk	gr/cc	2.700	2.700	2.700		
10 Peso Especifico del Filler-Aparente	gr/cc					
11 Alure Promedio de la Proba	cm					
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr	1240.0	1238.6	1241.9		
13 Peso de la briqueta Saturated	gr	1241.8	1240.1	1242.8		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr	730.9	728.5	729.9		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-18)	c.c.	518.1	518.8	518.8		511.2
16 Peso Especifico de la Proba (14-17)	gr/cc	2.401	2.428	2.421		2.428
17 Peso Especifico Máximo (Paso) ASTM D-2041	gr/cc	2.585	2.585	2.585		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc	2.577	2.577	2.577		
19 % de Vacios	%	6.0	6.2	6.3		6.2
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc	2.800	2.800	2.800		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	17.5	17.7	17.8		17.7
22 % vacios llenados con C.A.	%	86.0	85.1	84.8		86.2
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc	2.811	2.811	2.811		
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.14	0.14	0.14		
25 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.88	4.88	4.88		
26 Flajo (R 01) (44)	mm	7.38	6.83	7.08		7.10
27 Estabilidad sin correjir		1243	1248	1238		
28 Factor de Estabilidad		1.08	1.00	1.00		
29 Estabilidad corregida (27-28)	kg	1243	1248	1238		1243
30 Factor de Rigidez (28-29)	kg/cm	4273	4542	4437		4448
Número de Golpes por Caye		50	50	50		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 E.I.P. 105373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telfono: 954877150 - 945417124 e-mail: WJz822@hotmail.com



	FORMATO	Código	AE-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-16	Versión	01
		Página	6 de 13

TESIS	: Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023	REGISTRO N°:	IGC23-LEM-1003
TESISTAS:	: - Quevedo Young Henry Stephano - Rodriguez Figueroa Giovaní Eibert	REALIZADO POR :	N.A.Z.S
UBICACIÓN	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	REVISADO POR :	W.J.Z.S.
CANTERA	: PIEDRA LIZA - SR. CHERO	TURNO :	Diurno

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
ASTM D6927-16 / AASHTO T246**

Componentes:
 Bitumen
 Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice* 5.00

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1744.9
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13092.9
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12418.0
5.-	Volumen	gr.	674.9
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.585



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 198373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 87 - Nuevo Chimbote - RUC: 2060419648
Telefono: 914877158 - 945417134 e-mail: WJZ@27@hotmail.com

FORMATO	Código	AE-FC-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
	Página	8 de 13

TEBIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, REGISTRO N°: IOC23-LEM-1003
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023

TESISTAS : - Quevedo Young Henry Stephano REALIZADO POR : N.A.Z.B.
 - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert REVISADO POR : W.J.Z.B.

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH TURNO : Diurno

CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO

**ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
ASTM D6927-15 / NYC E 904**

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	43.0%
Arena Chancada	30.0%
Arena Zarandeada	27.0%
Fibra	0.0%
T. Sema	100.0%
C.A. (PEN)	69.29

Lechura del	Lechura estabilizada	Flujo (0.01 mm)
239	1222.17	315
236	1109.52	335
207	1106.81	325

Número de Pruebas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.59	6.59	6.59		
2 Tulo Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.64	40.64	40.64		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	26.35	26.35	26.35		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	26.52	26.52	26.52		
5 % de Fibra en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparato de C.A.	gr/cc	1.024	1.024	1.024		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc	2.840	2.840	2.840		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc	2.839	2.839	2.839		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc	2.700	2.700	2.700		
10 Peso Especifico del Fibra Aparato	gr/cc					
11 Altura Promedio de la Prueba	cm					
12 Peso de la brigueta en el Aire	gr	1237.9	1241.0	1239.1		
13 Peso de la brigueta Saturada	gr	1236.2	1241.7	1240.4		
14 Peso de la brigueta en el Agua	gr	732.0	735.0	734.2		
15 Volumen de la brigueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	908.2	908.7	908.2		906.4
16 Peso Especifico de la Prueba (14+17)	gr/cc	2.446	2.448	2.448		2.447
17 Peso Especifico Mínimo (Fórmula) ASTM D-2041	gr/cc	2.967	2.967	2.967		
18 Peso Especifico Mínimo (Tablas)	gr/cc	2.967	2.967	2.967		
19 % de Vacíos	%	4.7	4.6	4.6		4.7
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)(28+39+410+511+612)	gr/cc	2.800	2.800	2.800		
21 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	%	17.5	17.4	17.4		17.4
22 % vacíos llenados con C.A.	%	72.9	73.6	73.3		73.3
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)(10918-173)	gr/cc	2.814	2.814	2.814		
24 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (10977)(26-22)(28+39)	%	0.17	0.17	0.17		
25 % de Anillo Eléctrico (1-26)	%	5.33	5.33	5.33		
26 Flujo (0.01 mm)	mm	7.87	8.51	8.28		8.21
27 Estabilidad sin corregir		1222	1101	1108		
28 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
29 Estabilidad corregida (27*28)	kg	1271	1146	1150		1189
30 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm	4100	3417	3539		3576
Número de Golpes por Capa		50	50	50		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlza822@hotmail.com



	FORMATO	Código	AE-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
		Página	7 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023 TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano : - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO	REGISTRO N°: IGC23-LEM-1003 REALIZADO POR : N.A.Z.S. REVISADO POR : W.J.Z.S. TURNO : Diurno
--	--

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
ASTM D6927-15 / AASHTO T246**

Componentes:
Bitumen
 Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1743.5
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13091.5
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12412.3
5.-	Volumen	gr.	679.2
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.567



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 199373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tangay Ma. B lote 07 - Nueva Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877158-945417134 e-mail: WJz@822@hotmail.com

FORMATO	Código	AE-FO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-18	Versión	01
	Fecha	
	Página	8 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con edición de PET, **REGISTRO N°:** IGC23-LEM-1003
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: - Quevedo Young Henry Stephano **REALIZADO POR :** N.A.Z.B
 - Rodríguez Figueroa Giovanni Eibert **REVISADO POR :** W.J.Z.B.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH **TURNO :** Diurno
CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO

**ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL
ASTM D6927-18 / MTC E 504**

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	43.0%
Arena Chancada	30.0%
Arena Zarandeada	27.0%
Fibra	0.0%
Suma	100.0%
C.A. (PDI)	99.29

Lechura del	Lechura calibración	Pago (B/P1 mm)
137	1000.91	3.49
136	904.88	3.39
132	1028.44	3.02

Número de Pruebas	H*	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	6.89	6.89	6.89		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	40.42	40.42	40.42		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	26.20	26.20	26.20		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	25.38	25.38	25.38		
5	% de Fibra en Peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00		
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	1.024	1.024	1.024		
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	2.840	2.840	2.840		
8	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	2.839	2.839	2.839		
9	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	2.700	2.700	2.700		
10	Peso Especifico del Fibra-Aparente	gr/c				
11	Alura Promedio de la Probeta	cm				
12	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1239.9	1240.2	1237.4	
13	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1241.1	1242.2	1238.2	
14	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	737.2	737.3	735.2	
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-18)	c.c.	503.9	504.9	503.0	503.9
16	Peso Especifico de la Probeta (14-17)	gr/c	2.480	2.458	2.480	2.458
17	Peso Especifico Mideño (Rica) ASTM D-2041	gr/c	2.558	2.558	2.558	
18	Peso Especifico Mideño (Técnico) 100(1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	gr/c	2.536	2.536	2.536	
19	% de Vacios 100(1/9-16/18)	%	3.8	4.0	3.8	3.8
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)(10/19+4/12)	gr/c	2.800	2.800	2.800	
21	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral 100(2+3+4+5+6)/18/22	%	17.4	17.8	17.4	17.8
22	% vacios llenados con C.A. 100(2/23-21/23)	%	76.0	77.4	76.0	77.8
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)(10/19+4/12)	gr/c	2.828	2.828	2.828	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (100/7)(2/25-22/28)	%	0.38	0.38	0.38	
25	% de Asfalto Efectivo (1-28)	%	5.84	5.84	5.84	
26	Flujo (2/21) (µm)	mm	8.88	8.81	8.88	8.79
27	Estabilidad sin correjir	kg	1001	988	1028	
28	Factor de Estabilidad	kg	1.04	1.04	1.04	
29	Estabilidad correjida (27*26)	kg	1041	1034	1088	1048
30	Factor de Rigidez (29/28)	kg/cm	2881	3052	3050	3027
	Número de Golpes por Capa	80	80	80		

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195873 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: WJz822@hotmail.com



	FORMATO	Código	AE-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
		Página	9 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023	REGISTRO N°: IGC23-LEM-1003	
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano : - Rodríguez Figueroa Giovani Elbert	REALIZADO POR : N.A.Z.S REVISADO POR : W.J.Z.S.	
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH	TURNO : Diurno	
CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO		

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
ASTM D6927-15 / AASHTO T245**

Componentes:
 Bitumen
 Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice^m 6.00

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1875.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13223.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12490.0
5.-	Volumen	gr.	733.0
Peso Especifico Máximo MAC, g/cm ³		gr./cm3	2.558

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



FORMATO	Código	AE-FO-1000
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
	Feca	
	Página	10 de 13

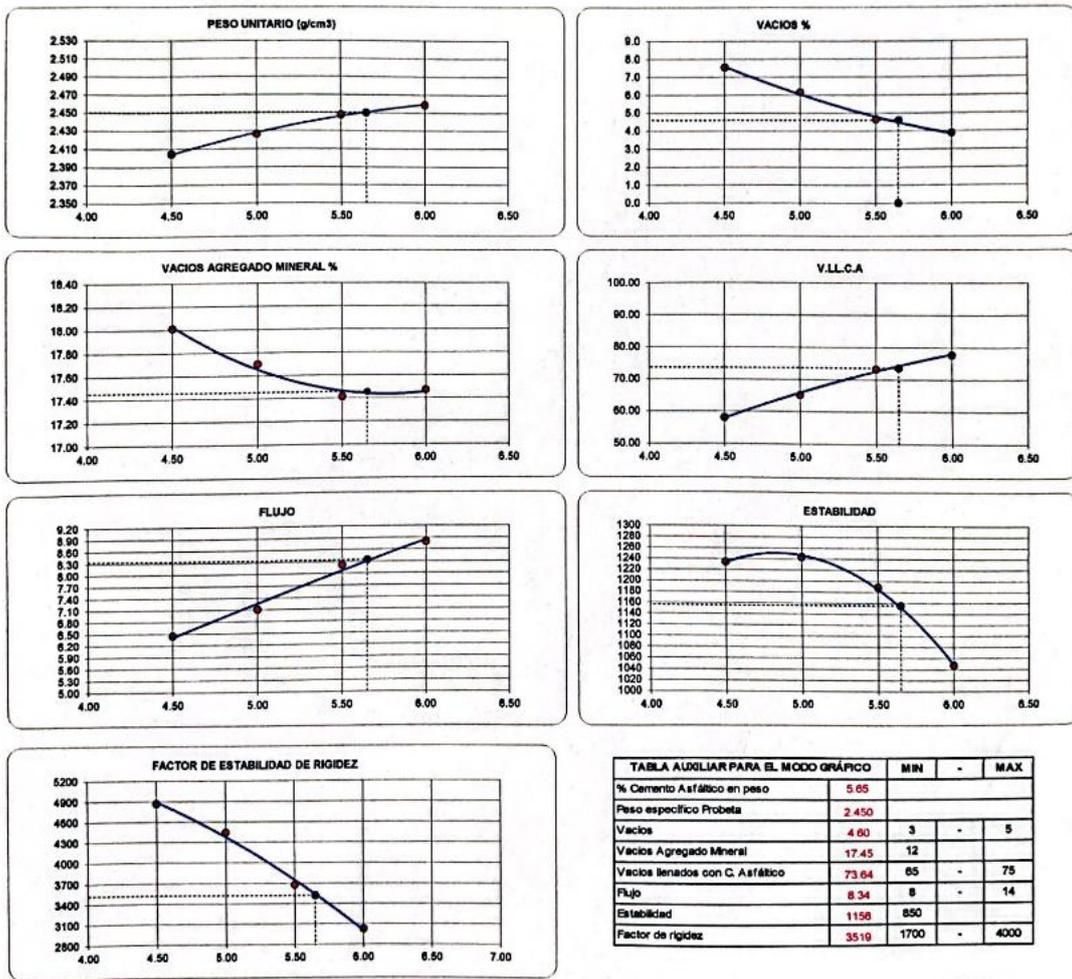
TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, Nuevo Chimbote - Ancash 2023

TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovanl Elbert

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO

**DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO
ASTM D6927-15 / AASHTO T245**



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 395373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wü:z822@hotmail.com



	FORMATO	Código	AE-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
		Página	11 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023

TESISTAS: - Quevedo Young Henry Stephano
- Rodríguez Figueroa Giovani Elbert

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO

**CUADRO RESUMEN DISEÑO MARSHALL
ASTM D6927-15 / AASHTO T245**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN		VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	
		MIN	MAX	Teórico	Verificación 5.65
Piedra Chancada	%			43.0	43.0
Arena Chancada	%			30.0	30.0
Arena Zarandeada	%			27.0	27.0
Cal	%			0.0	0.0
Aditivo	%			0.0	0.0
Cemento Asfáltico	%			5.65	5.65
Peso Especifico Probeta	Kg/cm ³			2.450	2.450
Vacios	%	3	5	4.6	4.6
Vacios Agregado Mineral	%	12		17.5	17.5
Vacios Llenados con C.A.	%	65	75	73.6	73.6
Flujo	mm.	8	14	8.3	8.3
Estabilidad	Kg.	815		1156	1156
Factor de rigidez	Kg/cm.	1750	4000	3519	3519

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 2060190640
Telefono: 954877150 - 954517134 e-mail: Wllz@27@hotmail.com

	FORMATO	Código	AE-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-16	Versión	01
		Página	12 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
 TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
 : - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert
 UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
 CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL ASTM D6927-16 / MTC E 804

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	43.0%
Areña Chancada	30.0%
Areña Zarandeada	27.0%
Filler	0.0%
Suma	100.0%
C.A. (PEN)	89.79

Leitura dial	Leitura calibración	Flujo (g/31 mm)
208	1111.10	379
209	1116.39	331
207	1105.81	325

Número de Pruebas		n°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	8.68	8.88	8.68		
2	Sub Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	40.87	40.87	40.87		
3	% de Areña Chancada en peso de la Mezcla	%	28.31	28.31	28.31		
4	% de Areña Zarandeada en peso de la Mezcla	%	25.47	25.47	25.47		
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc	1.024	1.024	1.024		
7	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc	2.840	2.840	2.840		
8	Peso Especifico Areña Chancada-Bulk	gr/cc	2.839	2.839	2.839		
9	Peso Especifico Areña Zarandeada-Bulk	gr/cc	2.700	2.700	2.700		
10	Peso Especifico del Filler-Aparente	gr/cc	2.341	2.341	2.341		
11	Altura Promedio de la Probeta	cm					
12	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1237.7	1240.6	1238.9		
13	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1237.2	1241.5	1239.4		
14	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	731.9	735.4	733.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	505.3	506.1	505.8	505.7	
16	Peso Especifico de la Probeta (14-17)	gr/cc	2.448	2.452	2.448	2.450	
17	Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/cc	2.568	2.568	2.568		
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc	2.590	2.590	2.590		
19	% de Vacíos	%	4.6	4.5	4.6	4.6	
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc	2.800	2.800	2.800		
21	% V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	%	17.48	17.40	17.48	17.45	
22	% vacíos llenados con C.A.	%	73.5	73.9	73.5	73.8	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc	2.823	2.823	2.823		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.30	0.30	0.30		
25	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.35	5.35	5.35		
26	Flujo (0.01 pulg)	mm	8.36	8.41	8.26	8.34	
27	Estabilidad sin corregir		1111	1118	1108		
28	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad corregida (27-28)	kg	1156	1161	1150	1158	
30	Factor de Rigidez (29/28)	kg/cm.	3512	3508	3538	3518	
	Número de Golpes por Capa		80	80	80		

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195573 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417134 e-mail: Wlze822@hotmail.com



	FORMATO	Código	AE-FO-1000
	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL ASTM D6927-15	Versión	01
		Página	13 de 13

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023

TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
 : - Rodríguez Figueroa Giovani Elbert

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

CANTERA : PIEDRA LIZA - SR. CHERO

**PESO ESPECIFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
 ASTM D6927-15 / AASHTO T245**

Componentes:

Bitumen
 Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.65

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1880.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	11348.0
3.-	Peso agua + frasco + material	gr.	13228.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	12496.0
5.-	Volumen	gr.	732.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr/cm3	2.568

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 195273 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

	INFORME	Código	GIC/23
		Versión	01
		Fecha	03-06-23
		Página	01 de 04

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, REGISTRO N°: IGC23-LEM-TESIS
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
SOLICITANTE : - Quevedo Young Henry Stephano REALIZADO POR : N.A.Z.S.
CLIENTE : - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert REVISADO POR : W.Z.S.
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO : 9/10/2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto Modificado con Pet 6.00 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMCENES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1 % C.A. en Peso de la Mezcla						5.65				
2 % Grava > N°4 en peso de la Mezcla						39.70				
3 % Arena < N°4 en peso de la Mezcla						53.70				
4 % Cemento Portland en peso de la Mezcla						0.94				
5 Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc						1.020				
6 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc						2.698				
7 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc						2.600				
8 Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc						3.110				
9 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc						2.784				
10 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc						2.745				
11 Altura promedio de la briqueta cm										
12 Peso de la briqueta al aire (gr)					1255.7	1294.2	1273.6			
13 Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)					1261.0	1297.0	1274.0			
14 Peso de la briqueta desplazada (gr)					731.0	728.0	733.0			
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					530.0	569.0	541.0			
16 Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)					2.369	2.274	2.354	2.333		
17 Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)						2.496				
18 % de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)					5.1	8.9	5.7	6.5	3 - 5	
19 Peso Especifico Bulk Agregado Total						2.645				
20 Peso Especifico Efectivo Agregado total						2.733				
21 Asfalto Absorbido por el Agregado						1.24				
22 % de Asfalto Efectivo						4.48				
23 Relacion Filler/Betun						1.40			0.6 - 1.3	
24 V.M.A.					15.5	18.9	16.0	16.8	14	
25 % Vacios llenos con C.A.					67.2	53.0	64.5	61.6		
26 Flujo 0,01"(0,25 mm)					11.7	12.2	13.8	12.6	8 - 14	
27 Estabilidad sin corregir (Kg)					1677.0	1897.5	2329.5			
28 Factor de estabilidad					1.04	1.04	1.04			
29 Estabilidad Corregida 27 * 28					1744	1973	2423	2047	MIN 544	
30 Estabilidad / Flujo					5950	6497	7022	6490	1700 - 4000	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I.P. 198373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PPJJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC: 20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wjze822@hotmail.com

	INFORME	Código	GIC/23
		Versión	01
		Fecha	03-06-2023
		Página	02 de 04

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, REGISTRO N°: IGC23-LEM-TESES
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
SOLICITANTE : - Quevedo Young Henry Stephano REALIZADO POR : N.A.Z.S.
CLIENTE : - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert REVISADO POR : W.Z.S.
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO : 9/10/2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto Modificado con Pet 5.5 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIOQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en peso de la Mezcla					5.65				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.70				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.70				
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.94				
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110				
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784				
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745				
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1259.9	1233.4	1264.7			
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1265.0	1239.5	1266.0			
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				735.0	725.2	738.9			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				530.0	514.3	527.1			
16	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.377	2.398	2.399	2.392		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496				
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.8	3.9	3.9	4.2	3 - 5	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.733				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.24				
22	% de Asfalto Efectivo					4.48				
23	Relacion Filler/Betun					1.40				0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.2	14.4	14.4	14.7	14	
25	% Vacios llenos con C.A.				68.7	72.9	73.1	71.6		
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				12.8	12.2	13.4	12.8	8 - 14	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				2279	2234	2232			
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04			
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2370	2323	2321	2338	MIN 544	
30	Estabilidad / Flujo				7405	7618	6916	7313	1700 - 4000	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195323 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

INFORME	Código	GIC/23
	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	03 de 04

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, REGISTRO N°: IGC23-LEM-TESTIS
Nuevo Chimbote - Ancash 2023
SOLICITANTE : - Quevedo Young Henry Stephano REALIZADO POR : N.A.Z.S.
CLIENTE : - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert REVISADO POR : W.Z.S.
UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO : 9/10/2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto Modificado con Pet 5.00 %

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.65			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.70			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					53.70			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.94			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1279.4	1220.8	1266.8		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1282.0	1222.0	1269.5		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				750.0	711.0	741.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				532.0	511.0	528.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.405	2.389	2.397	2.397	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.496			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.6	4.3	4.0	4.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.733			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.24			
22	% de Asfalto Efectivo					4.48			
23	Relacion Filler/Betun					1.40			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.2	14.8	14.5	14.5	14
25	% Vacios llenos con C.A.				74.3	71.0	72.7	72.7	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				10.9	12.9	12.8	12.2	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				2498	2335	2455		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2597	2428	2553	2526	MIN 544
	Estabilidad / Flujo				9532	7530	8010	8357	1700 - 4000



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zúñiga Santos
CIP 155373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOYE 6. PP.JL 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:2060190640
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilaz822@hotmail.com

INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	GIC/23
	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	03 de 04

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET, REGISTRO N°: IGC23-LEM-TEGIS
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
 SOLICITANTE : - Quevedo Young Henry Stephano REALIZADO POR : N.A.Z.S.
 CLIENTE : - Rodríguez Figueroa Giovaní Elbert REVISADO POR : W.Z.S.
 UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH FECHA DE ENSAYO : 9/10/2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : BRIQUETA PATRON

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°	1		2		3		PROMEDIO		ESPECIF.
1 % C.A. en Peso de la Mezcla	5.65								
2 % Grava > N°4 en peso de la Mezcla	39.70								
3 % Arena < N°4 en peso de la Mezcla	53.70								
4 % Cemento Portland en peso de la Mezcla	0.94								
5 Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc	1.020								
6 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc	2.698								
7 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc	2.600								
8 Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc	3.110								
9 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc	2.784								
10 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc	2.745								
11 Altura promedio de la briqueta cm									
12 Peso de la briqueta al aire (gr)	1144.9	1222.7	1245.8						
13 Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)	1146.5	1227.5	1247.5						
14 Peso de la briqueta desplazada (gr)	669.8	718.8	729.0						
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	476.7	508.7	518.5						
16 Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.402	2.403	2.403	2.403					
17 Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)	2.496								
18 % de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	3.8		3.7		3.7		3.7		3 - 5
19 Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.645								
20 Peso Especifico Efectivo Agregado total	2.733								
21 Asfalto Absorbido por el Agregado	1.24								
22 % de Asfalto Efectivo	4.48								
23 Relacion Filler/Betun	1.40								0.6 - 1.3
24 V.M.A.	14.3		14.3		14.3		14.3		14
25 % Vacios llenos con C.A.	73.6		74.0		73.8		73.8		
26 Flujo 0,01"(0,25 mm)	9.9		10.7		10.3		10.3		8 - 14
27 Estabilidad sin corregir (Kg)	2445		2420		2191				
28 Factor de estabilidad	1.04		1.04		1.04				
29 Estabilidad Corregida 27 * 28	2543		2517		2279		2446		MIN 544
30 Estabilidad / Flujo	2065		1877		1700		1904		1700 - 4000



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 199373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilce822@hotmail.com



<p style="font-size: x-small; margin: 0;">INFORME</p> <p style="margin: 0;">RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE DE MEZCLAS ASFALTICAS</p>	<p style="font-size: x-small; margin: 0;">Versión</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">01</p>	
	<p style="font-size: x-small; margin: 0;">Fecha</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">1 de 1</p>	

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: - Quevedo Young Henry Stephano
 - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

REGISTRO N°: K023-LEM-1802

REALIZADO POR: N.A.Z.B

REVISADO POR: W.J.Z.B

TÍTULO: OBRAS

Standard Test Method for Compressive Strength of Bituminous Mixtures
ASTM D 1974

Prueba N°	Identificación	Fecha de Rotura	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia a compresión (Mpa)	Resistencia a compresión (Mpa) Promedio
1	PATRON	4/10/2023	101	62	8012	2647	2	33 kg/cm ²	3.2	3.4
2	PATRON	4/10/2023	101	66	8012	2843	2	35 kg/cm ²	3.5	
3	PATRON	4/10/2023	101	66	8012	2768	2	35 kg/cm ²	3.4	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - BUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417134 e-mail: Wilze822@hotmail.com



INFORME			
RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE DE MEZCLAS ASFALTICAS		Versión	01
		Fecha	1 de 1

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
 : - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

REGISTRO N° : KCS-LEM-1822

REALIZADO POR : N.A.Z.S

REVISADO POR : W.J.Z.S

TURNO : Diurno

Standard Test Method for Compressive Strength of Bituminous Mixtures
ASTM D 1074

Prueba N°	Identificación	Fecha de Rotura	Diametro (mm)	Altura (mm)	Area (mm ²)	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	Resistencia a compresion (kg/cm ²)	Resistencia a compresion (Mpa)	Resistencia a compresion (Mpa) Promedio
1	PROBETA AL 5% DE PET	4/10/2023	101	67	8012	2265	2	28 kg/cm ²	2.8	2.9
2	PROBETA AL 5% DE PET	4/10/2023	101	68	8012	2340	2	29 kg/cm ²	2.9	
3	PROBETA AL 5% DE PET	4/10/2023	101	65	8012	2591	2	32 kg/cm ²	3.2	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 109373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilzo822@hotmail.com



INFORME			
RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE DE MEZCLAS ASFALTICAS		Versión	01
		Fecha	1 de 1

: Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
Nuevo Chimbote - Ancash 2023

TESISTAS: : - Quevedo Young Henry Stephano
: - Rodríguez Figueroa Giovanni Elbert

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

REGISTRO N°: 4003-LEM-1802
 REALIZADO POR: N.A.L.B.
 REVISADO POR: M.L.E.R.
 TURNO: Diurna

Standard Test Method for Compressive Strength of Bituminous Mixtures
ASTM D 1074

Prueb a N°	Identificación	Fecha de Rotura	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	Resistencia a compresion (kg/cm ²)	Resistencia a compresion (Mpa)	Resistencia a compresion (Mpa) Promedio
1	PROBETA AL 5.5% DE PET	4/10/2023	101	65	8012	2096	2	26 kg/cm ²	2.6	2.4
2	PROBETA AL 5.5% DE PET	4/10/2023	101	68	8012	1988	2	25 kg/cm ²	2.4	
3	PROBETA AL 5.5% DE PET	4/10/2023	101	69	8012	1810	2	23 kg/cm ²	2.2	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20684190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: WJ:e822@hotmail.com



INFORME			
RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE DE MEZCLAS ASFALTICAS		Versión	01
		Página	1 de 1

TESIS : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET,
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
TESISTAS : - Quevedo Young Henry Stephano
 : - Rodríguez Figueros Giovanni Elbert
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

REGISTRO N° : QCC3-LES 1802
REALIZADO POR : W.J.Z.S.
REVISADO POR : W.J.Z.S.
TURNO : Diurno

Standard Test Method for Compressive Strength of Bituminous Mixtures
ASTM D 1674

Prueba N°	Identificación	Fecha de Rotura	Diametro (mm)	Altura (mm)	Area (mm ²)	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	Resistencia a compresion (kg/cm ²)	Resistencia a compresion (Mpa)	Resistencia a compresion (Mpa) Promedio
1	PROBETA AL 6% DE PET	4/10/2023	101	66	8012	1875	2	23 kg/cm ²	2.3	2.3
2	PROBETA AL 6% DE PET	4/10/2023	101	67	8012	1890	2	24 kg/cm ²	2.3	
3	PROBETA AL 6% DE PET	4/10/2023	101	72	8012	1825	2	23 kg/cm ²	2.2	



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP. JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640
 CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilse822@hotmail.com

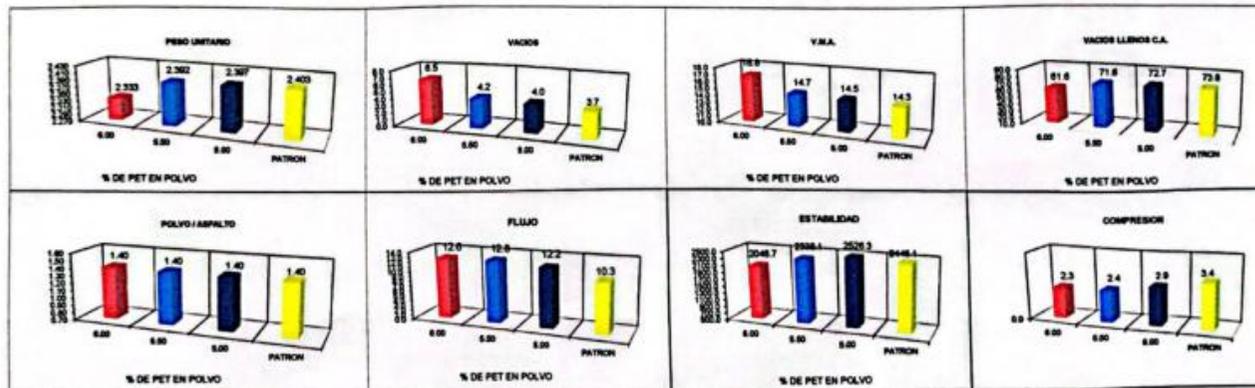
INFORME DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL	Código	GIC23
	Versión	01
	Fecha	03-06-2023
	Página	04 de 04

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas de una mezcla bituminosa con adición de PET.
 Nuevo Chimbote - Ancash 2023
 SOLICITANTE : - Quevedo Young Henry Stephano
 CLIENTE : - Rodríguez Figueroa Giovanni Ebert
 UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

REGISTRO N°: IGC23-LEM-TESES
 REALIZADO POR : N.A.Z.S.
 REVISADO POR : W.Z.S.
 FECHA DE ENSAYO : 9/10/2023

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Mezcla de agregados
 Descripción : Asfalto Modificado con Pet en polvo

COMPARATIVO VARIANDO EL % DE PET EN POLVO GRÁFICOS DE BARRAS



Legenda

- Af. Con pol. al 0.00 % █
- Af. Con pol. al 5.50% █
- Af. Con pol. al 5.0 % █
- Af. Patron █

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 175373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Anexo 6. Certificados de Calibración



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-802-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2023/06/17	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p> 
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	
Dirección	JR. TANGAY MZA. 8 LÓTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	
Instrumento de medición	TAMIZ 2 1/2"	
Identificación	NO INDICA	
Marca	C & M	
Modelo	NO INDICA	
Serie	21.2	
Diámetro	8"	
Estructura	ACERO	
Procedencia	PERÚ	
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos - Instalaciones del cliente	
Fecha de calibración	2023/06/17	

Método/Procedimiento de calibración
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm						mm	mm	mm	mm
63.21	63.42	64.53	64.21	61.49	61.58	63.21			
63.54									
						63.15	63.00	0.15	1.101

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Cerna
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A DVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición TAMIZ 2"

Identificación NO INDICA

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie 2G

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Ple de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realian las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
49.61	49.57	49.78	50.12	50.36	51.24	49.86	50.04	50.00	0.04	0.687
48.96	49.83	51.03								

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-800-2023

Página 1 de 2

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p> 
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	
Instrumento de medición	TAMIZ 1 1/2"	
Identificación	NO INDICA	
Marca	C & M	
Modelo	NO INDICA	
Serie	1G	
Díámetro	8"	
Estructura	ACERO	
Procedencia	PERÚ	
Ubicación	Laboratorio de suelos	
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente	
Fecha de calibración	2023/06/17	
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.	

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Edis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
37.21	37.26	37.45	37.61	38.06	38.11	37.69	37.64	37.50	0.14	0.383
37.09	37.22	38.02	36.98	37.68	37.44	37.61				
38.06	37.98	37.88	38.16							

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Cernica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-799-2023

Página 1 de 2

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17
Solicitante GRUPO COLQUE E.I.R.L.
Dirección AV. INDEPENDENCIA, CUADRA 23 NRO. 5/N OTR.
SALIDA CUSCO PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición TAMIZ 1"
Identificación NO INDICA
Marca C & M
Modelo NO INDICA
Serie 1G
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μ m							μ m	μ m	μ m	μ m
25.06	25.06	25.12	25.36	24.75	24.81	25.11	25.03	25.00	0.03	0.286
25.02	25.13	24.81	24.75	24.73	24.71	25.06				
25.21	25.26	25.34	25.46	24.38	25.46					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. *Hugo Luis Arevalo Carnica*
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-798-2023

Página 1 de 2

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 3/4"
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	0121N21
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0,5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 23 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
19.06	19.11	18.84	19.21	18.76	18.77	19.06	18.97	19.00	-0.03	0.171
19.17	18.96	18.87	18.77	18.69	18.93	19.02				
19.23	18.85	19.12	19.08	19.11	18.74					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE.

Instrumento de medición TAMIZ 1/2"

Identificación NO INDICA

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie 1.26

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PRÓMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μ m										
12.58	12.43	12.45	12.44	12.52	12.54	12.40	12.48	12.50	-0.02	0.072
12.56	12.44	12.39	12.42	12.57	12.53	12.49				
12.48	12.57	12.34	12.41	12.56	12.42					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arevalo Carmona
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 3/8"
Identificación	NO INDICA
Marca	S.A. EQUIPOS TECNICAS E INGENIERIA
Modelo	NO INDICA
Serie	151H
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μ m							μ m	μ m	μ m	μ m
9.45	9.48	9.52	9.53	9.56	9.48	9.56	9.52	9.50	0.02	2.079
9.48	9.42	9.42	9.43	9.47	9.53	9.52				
9.66	9.62	9.58	9.63	9.43	9.62					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo-Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 1/4"
Identificación	NO INDICA
Marca	S.A EQUIPOS TECNICAS E INGENIERIA
Modelo	NO INDICA
Serie	AS1M
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Hugo Luis Arevalo Carreca
Ing. Hugo Luis Arevalo Carreca
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm						mm	mm	mm	mm
6.29	6.33	6.29	6.29	6.34	6.36	6.33			
6.42	6.44	6.39	6.42	6.32	6.33	6.35			
6.33	6.38	6.28	6.33	6.44	6.41				
						6.35	6.30	0.05	0.052

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-794-2023

Página 1 de 2

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ N° 4
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	4G
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
4.68	4.68	4.72	4.83	4.82	4.77	4.69	4.76	4.75	0.01	0.049
4.82	4.83	4.76	4.81	4.79	4.78	4.75				
4.74	4.73	4.81	4.79	4.73	4.74					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17
Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición TAMIZ N° 10

Identificación NO INDICA
Marca ARSOU
Modelo NO INDICA
Serie 099B21
Diámetro 8"
Estructura ACERO
Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
2.01	2.02	1.99	1.98	1.99	1.96	2.03	2.01	2.00	0.01	0.031
1.98	1.97	2.02	2.01	2.03	2.03	2.04				
2.08	2.06	2.04	1.99	2.03	2.03					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ N° 20
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	060C21
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR				
μ m							μ m	μ m	μ m	μ m				
836	845	839	847	863	852	859	851.52	850.00	1.52	10.451				
849	847	849	861	856	863	864								
861	859	857	866	864	831	827								
849	851	856	847	836	854	855								
824	854	820	836	824	833	829								
845	847	851	847	842	858	856								
861	864	857	859	863	864	855								
866	857	871	866	862	865	866								

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ N° 30
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	30G
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERU
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, es de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR				
μm							μm	μm	μm	μm				
586	592	584	586	576	589	593	602.18	600.00	2.18	22.318				
615	619	605	615	612	596	593								
581	587	583	582	582	610	603								
596	597	598	596	597	597	618								
614	612	605	608	596	597	596								
611	615	612	598	597	594	596								
596	601	599	596	598	586	612								
614	612	615	603	621	618	622								

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ Nº 40
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	40G
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arvalo Carnicé
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μ m							μ m	μ m	μ m	μ m
426	428	426	431	432	425	429	426.09	425.00	1.09	4.464
422	421	419	419	432	433	426				
436	428	427	431	432	432	431				
428	428	433	431	435	431	431				
427	428	428	429	433	430	432				
420	421	418	419	422	418	421				
418	418	415	421	422	416	423				
428	426	419	432	433	419	422				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Cernica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ N° 50**

Identificación NO INDICA

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie 50G

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR				
μ m							μ m	μ m	μ m	μ m				
298	299	299	303	305	297	290	303.91	300.00	3.91	6.197				
309	298	297	297	298	301	291								
306	288	312	294	296	293	304								
288	291	293	291	292	294	293								
307	308	306	312	310	316	498								
304	303	312	311	313	306	308								
300	291	291	307	293	303	304								
299	291	301	307	297	295	309								
Arsou Group														

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición TAMIZ N° 100

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 048L21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración instalaciones de cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 µm	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
µm							µm	µm	µm	µm
151	149	149	152	153	152	153	151.27	150.00	1.27	2.500
151	150	150	149	149	149	147				
147	145	151	152	150	148	146				
153	154	155	153	151	150	147				
147	145	146	153	154	152	151				
149	153	151	149	153	152	150				
153	154	153	154	155	149	155				
153	154	152	151	152	152	148				
147	148	151	148	152	151	149				
156	147	149	153	155	154	152				
157	153	154	157	156	154	154				
153	152	153	154	149	153	154				
155	153	151	143	148	151	153				
148	149	150	154	153	153	152				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición TAMIZ N° 200

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 127M21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento; sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 µm	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
µm							µm	µm	µm	µm
73	74	75	72	71	78	76	75.27	75.00	0.27	1.988
73	71	76	75	75	73	72				
72	75	76	77	75	76	75				
74	72	73	74	75	78	77				
76	77	76	75	78	75	76				
72	74	76	73	74	78	77				
78	75	76	78	78	75	75				
78	78	75	76	78	74	76				
76	73	75	74	77	76	77				
76	78	75	77	79	78	77				
74	75	78	75	78	76	73				
71	75	74	76	72	77	76				
72	78	75	76	74	77	78				
73	74	72	75	73	75	76				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Fecha de emisión : 2023/06/17

Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección : JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición : TRIAXIAL CON ANILLO DE CARGA

Identificación : NO INDICA

Marca/Prensa : ZHEJIANG

Modelo : NO INDICA

Serie : TX2317

Anillo de Carga : ZHEJIANG

Capacidad : 10 Kn

Modelo : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Procedencia : CHINA

Ubicación : Laboratorio de suelos

Lugar de calibración : Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración : 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnic
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 t	INF-LE N° 039-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

DIAL INDICADOR DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)			SERIE PROMEDIO kg	ERROR REPETIBILIDAD %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	SERIE (3) kg		
20.0	127.61	127.54	127.50	127.6	0.04
40.0	256.38	256.91	255.46	256.9	0.29
60.0	382.31	382.06	381.16	381.8	0.16
80.0	510.36	510.87	509.91	510.4	0.09
100.0	632.84	633.88	632.79	633.2	0.10
120.0	758.49	758.86	759.66	759.0	0.08
140.0	885.90	884.60	885.10	885.0	0.04
160.0	1007.12	1006.35	1006.45	1006.6	0.04

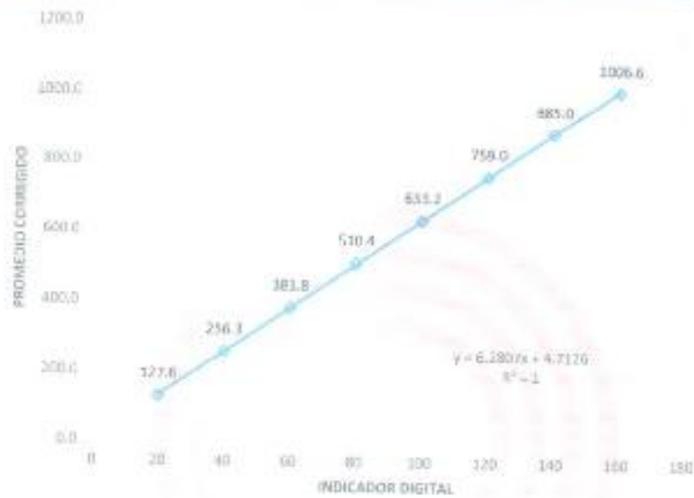
NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:

$$y = 6,2807x + 4,7126$$

Coefficiente Correlación:

$$R^2 = 1$$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



GRAFICO N° 02

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	67	74	80	86	93	99	105	111	118	124
20	130	136	143	149	155	162	168	174	180	187
30	193	199	206	212	218	224	231	237	243	249
40	256	262	268	275	281	287	293	300	306	312
50	319	325	331	337	344	350	356	363	369	375
60	381	388	394	400	406	413	419	425	432	438
70	444	450	457	463	469	476	482	488	494	501
80	507	513	519	526	532	538	545	551	557	563
90	570	576	582	589	595	601	607	614	620	626
100	632	639	645	651	658	664	670	676	683	689
110	695	702	708	714	720	727	733	739	746	752
120	758	764	771	777	783	789	796	802	808	815
130	821	827	833	840	846	852	859	865	871	877
140	884	890	896	902	909	915	921	928	934	940
150	946	953	959	965	972	978	984	990	997	1003
160	1009	1015	1022	1028	1034	1041	1047	1053	1059	1066

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.

Fin de documento



Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA, B LOTE, 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TRIAXIAL CON ANILLO DE CARGA
Identificación	: NO INDICA
Marca/Preisa	: ZHEJIANG
Modelo	: NO INDICA
Serie	: TX2316
Anillo de Carga	: ZHEJIANG
Capacidad	: 1 kN
Modelo	: NO INDICA
Serie	: NO INDICA
Procedencia	: CHINA
Ubicación	: Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 t	INF LE N° 030-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

DIAL INDICADOR DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)			SERIE PROMEDIO kg	ERROR REPETIBILIDAD %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	SERIE (3) kg		
20.0	4.38	4.36	4.38	4.4	0.26
40.0	9.47	9.38	9.51	9.5	0.70
60.0	14.26	14.72	14.48	14.5	1.59
80.0	18.45	18.46	18.44	18.5	0.05
100.0	24.06	23.85	23.11	23.7	2.16
120.0	27.84	27.85	27.76	27.8	0.18
140.0	32.56	32.47	32.64	32.6	0.26

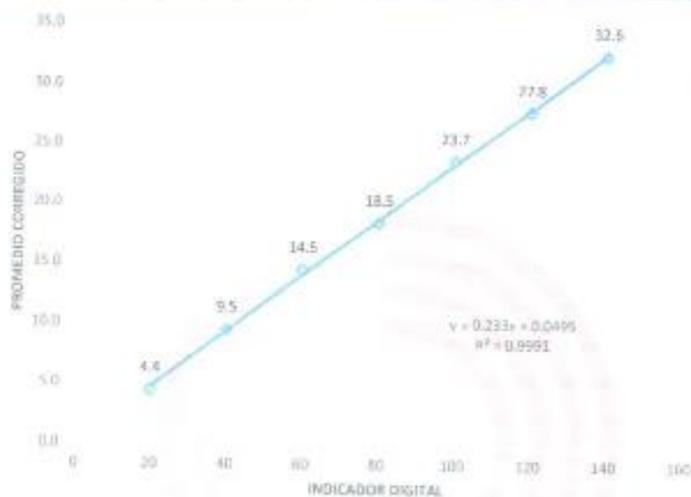
NOTAS SOBRE CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,233x + 0,0495$

Coefficiente Correlación: $R^2 = 0,9991$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

ARSOU GROUP S.A.C

Inq. Hugo Luis Arevalo, LMA
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 351 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



GRAFICO N° 02

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4
20	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
30	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9
40	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11
50	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14
60	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16
70	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18
80	19	19	19	19	20	20	20	20	20	21
90	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23
100	23	23	24	24	24	24	25	25	25	25
110	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28
120	28	28	28	29	29	29	29	30	30	30
130	30	30	31	31	31	31	32	32	32	32
140	33	33	33	33	33	34	34	34	34	35
150	35	35	35	36	36	36	36	37	37	37
160	37	37	38	38	38	38	39	39	39	39
170	40	40	40	40	40	41	41	41	41	42
180	42	42	42	43	43	43	43	43	44	44
190	44	44	45	45	45	45	46	46	46	46
200	47	47	47	47	47	48	48	48	48	49
210	49	49	49	50	50	50	50	50	51	51
220	51	51	52	52	52	52	53	53	53	53
230	54	54	54	54	54	55	55	55	55	56
240	56	56	56	57	57	57	57	57	58	58
250	58	58	59	59	59	59	60	60	60	60
260	60	61	61	61	61	62	62	62	62	63
270	63	63	63	64	64	64	64	64	65	65
280	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67
290	67	68	68	68	68	69	69	69	69	70
300	70	70	70	71	71	71	71	71	72	72
310	72	72	73	73	73	73	74	74	74	74
320	74	75	75	75	75	76	76	76	76	77
330	77	77	77	78	78	78	78	78	79	79
340	79	79	80	80	80	80	81	81	81	81
350	81	82	82	82	82	83	83	83	83	84
360	84	84	84	84	85	85	85	85	86	86
370	86	86	87	87	87	87	88	88	88	88
380	88	89	89	89	89	90	90	90	90	91
390	91	91	91	91	92	92	92	92	93	93
400	93	93	94	94	94	94	95	95	95	95
410	95	96	96	96	96	97	97	97	97	98
420	98	98	98	98	99	99	99	99	100	100

Observaciones:

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.

Fin de documento



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-085-2023

Página 1 de 4

Fecha de emisión : 2023/06/17

Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección : JR. TANGAY MZA, B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición : TRIAXIAL CON ANILLO DE CARGA

Identificación : NO INDICA

Marca/Prensa : ZHEJIANG

Modelo : NO INDICA

Serie : TX2315

Anillo de Carga : ZHEJIANG

Capacidad : 3 kN

Modelo : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Procedencia : CHINA

Ubicación : Laboratorio de suelos

Lugar de calibración : Laboratorio de ARSOU GROUP

Fecha de calibración : 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido ni difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 978 196 793 / Col: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 t	INF-LE N° 039-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

DIAL INDICADOR DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)			SERIE PROMEDIO kg	ERROR REPETIBILIDAD %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	SERIE (3) kg		
20.0	20.63	20.71	20.69	20.7	0.20
40.0	44.36	44.60	44.71	44.6	0.40
60.0	64.45	64.55	64.42	64.5	0.11
80.0	81.79	82.60	82.90	82.4	0.69
100.0	102.40	101.50	101.80	101.9	0.45
120.0	122.06	121.86	122.56	122.2	0.29

NOTAS SOBRE CALIBRACION

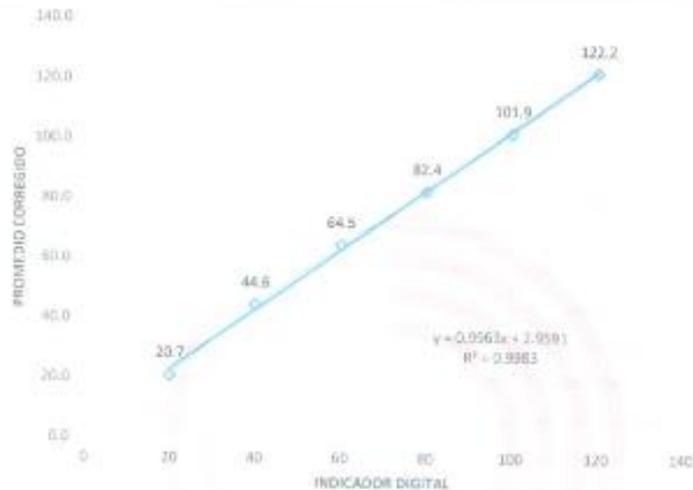
- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$E_p = \frac{|A-B|}{B} * 100 \quad R_p = \frac{\text{Error}(2) - \text{Error}(1)}{B}$$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %.



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,9963x + 2,9591$

Coefficiente Correlación: $R^2 = 0,9983$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote D1, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-3680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



GRAFICO N° 02

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
20	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
30	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
40	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
50	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
60	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
70	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
80	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
90	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
100	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
110	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
120	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
130	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142
140	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152
150	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
160	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172
170	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182
180	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
190	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202
200	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
210	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222
220	223	224	226	227	228	229	230	231	232	233
230	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.

Fin de documento



Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A DVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	EXTRACTOR CENTRÍFUGA DE ASFALTO
Identificación	NO INDICA
Marca	SHERMAN
Modelo	NO INDICA
Serie	230821
Capacidad	1500 g
Alcance de Indicación	50 Hz
División de escala	0,01 Hz
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de asfalto
Lugar de calibración	AV. INDEPENDENCIA, CUADRA 23 NRO. S/N OTR. SALIDA CUSCO PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Fecha de calibración	2023/06/17
Método/Procedimiento de calibración	La Calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados que tiene trazabilidad al SI y tomando como referencia las lecturas del sistema de calibración y la velocidad del extractor centrifugo, según norma MTC E 502 - Extracción Cuantitativa de Asfalto en Mezcla para Pavimentos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares:

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INSTITUTO PERUANO DE METROLOGÍA E INNOVACIÓN	Tacómetro	CC-LPV-0023-23

Condiciones ambientales durante la calibración:

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO A CALIBRAR (%)	VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO (rpm)	INCERTIDUMBRE (rpm)
100	2981	0.21

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre se ajusta al certificado anterior del equipo + el error de incertidumbre del tacómetro.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arriola Carrica
METROLOGÍA

Fecha de emisión	2023/09/19
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	PRENSA MARSHALL CON CELDA DE CARGA
Identificación	NO INDICA
Marca Prensa	ARSOU
Modelo	PR208
Serie	330881
Celda de Carga	TIPO S
Modelo	101NH-10KLB
Capacidad	3000 kg
Indicador	ANYLOAD
Modelo	DD-KC1
Serie	4920000173
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE ASFALTO
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/09/07

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de cargas.



Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.09.19
10:28:25-05'00'

Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	FORCE TRANSDUCER	INF-LE N° 039-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 22,1 °C	Final: 22,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 73 %hr	Final: 73 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	501,1	501,6	0,22	0,32	501,4	0,27	0,07
1000	1001,1	1001,6	0,11	0,16	1001,4	0,14	0,04
1500	1501,3	1501,9	0,09	0,13	1501,6	0,11	0,03
2000	2003,4	2004,1	0,17	0,2	2003,8	0,19	0,02
2500	2506,1	2506,8	0,24	0,27	2506,5	0,26	0,02
3000	3008,2	3009,3	0,27	0,31	3008,8	0,29	0,03
3500	3510,1	3510,8	0,29	0,31	3510,5	0,30	0,01
4000	4012,3	4013,2	0,31	0,33	4012,8	0,32	0,02

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

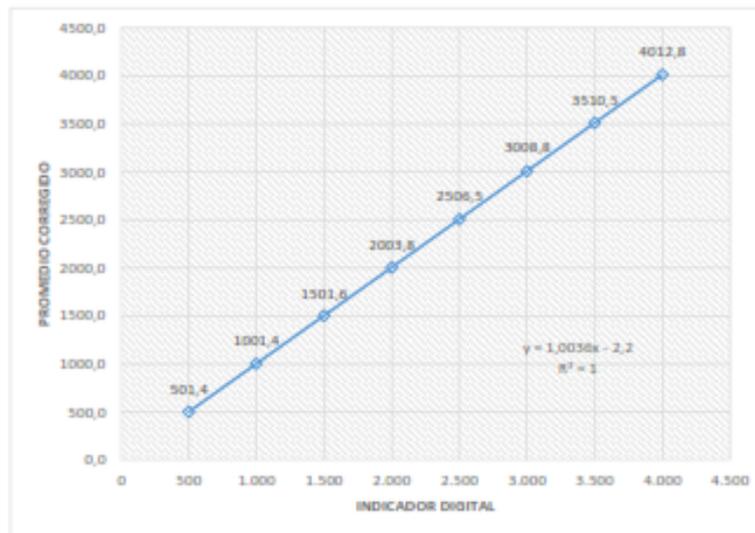
$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0036x - 2,2$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Liumpá 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600