



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Influencia de un incorporador de adherencia para
una mezcla asfáltica modificada con elastómero y
plastómero reciclados**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autor

Bach. Cabrera Rocha Oscar Alin
<https://orcid.org/0000-0001-9773-2440>

Asesor

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro
<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y la
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
Infraestructura**

Pimentel – Perú

2023


DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Cabrera Rocha Oscar Alin	DNI: 74558408	
--------------------------	---------------	---

Pimentel, 30 de octubre de 2023.

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y p

AUTOR

Oscar Alin Cabrera Rocha

RECuento DE PALABRAS

9524 Words

RECuento DE CARACTERES

50382 Characters

RECuento DE PÁGINAS

46 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.2MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 24, 2023 8:02 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 24, 2023 8:03 AM GMT-5

● 22% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Resumen

**INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA
ASFÁLTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS**

Aprobación del jurado

MAG. SANCHEZ DIAZ ELVER

Presidente del Jurado de Tesis

MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

Secretario del Jurado de Tesis

MAG. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL

Vocal del Jurado de Tesis

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a mi amada madre Liduvina Rocha Paredes y a mi querido padre Oscar Cabrera Campos, por haber sido los pilares en el trayecto de mi formación universitaria y culminación de la misma, y recibir constante motivación seguir siempre adelante.

Oscar Alin Cabrera Rocha

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la vida y brindarme salud, y las gracias infinitas a mi madre Liduvina Rocha Paredes y mi padre Oscar Cabrera Campos, por los constantes consejos, el apoyo económico, anímico y moral.

Oscar Alin Cabrera Rocha

Índice

Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Hipótesis.....	18
1.4. Objetivos.....	18
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	19
II. MATERIALES Y MÉTODO	30
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	30
2.2. Variables, Operacionalización.....	30
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	32
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	33
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	33
2.6. Criterios éticos	37
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
3.1. Resultados.....	38
3.2. Discusión	51
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
4.1. Conclusiones	53
4.2. Recomendaciones	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS	60

Índice de tablas

Tabla I	Parámetros para agregado grueso	19
Tabla II	Parámetros para agregado fino	20
Tabla III	Uso granulométrico para clasificación MAC según gradación	20
Tabla IV	Normas empleadas en la investigación.....	29
Tabla V	Operacionalización de la variable	31
Tabla VI	Muestras de estudio.....	32
Tabla VII	Resultados de la caracterización del agregado grueso	38
Tabla VIII	Resultado granulométrico del agregado grueso	38
Tabla IX	Resultados de la caracterización del agregado fino	41
Tabla X	Resultado granulométrico del agregado fino	42
Tabla XI	Composición química de neumático.....	44
Tabla XII	Ensayo de adherencia piedra y arena.....	45
Tabla XIII	Resultado y comparación de mezclas asfálticas para tránsito pesado	48

Índice de figuras.

Fig. 1. Sección transversal típica de pavimento rígido.....	21
Fig. 2. Sección transversal típica de pavimento flexible	22
Fig. 3. Sección transversal típica de pavimento articulado	22
Fig. 4. Sección transversal típica de pavimento semiflexible o semirrígido.....	22
Fig. 5. Comportamiento estructural de pavimento flexible	23
Fig. 6. Composición de un neumático	26
Fig. 7. Elastómero y plastómero.....	28
Fig. 8. Proceso desarrollado para la investigación	34
Fig. 9. Caracterización de los materiales.....	34
Fig. 10. Proceso de ensayo de adherencia	35
Fig. 11. Proceso de elaboración de las briquetas.....	36
Fig. 12. Aplicación de Marshall a briquetas	36
Fig. 13. Curva granulométrica del agregado grueso.....	39
Fig. 14. Resistencia de abrasión en maquina los Ángeles.....	39
Fig. 15. Ensayo de durabilidad	40
Fig. 16. Partículas chatas y alargadas.....	40
Fig. 17. Partículas con una y dos caras de fracturas	40
Fig. 18. Sales solubles	41
Fig. 19. Absorción del agregado grueso.....	41
Fig. 20. Granulometría del agregado fino	42
Fig. 21. Equivalente de arena	43
Fig. 22. Índice de plasticidad.....	43
Fig. 23. Sales solubles	43
Fig. 24. Absorción de agregado fino.....	44
Fig. 25. Combinación de mezcla asfáltica caliente patrón	45
Fig. 26. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 0.5% de elastómero y plastómero.....	46
Fig. 27. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 1.0% de elastómero y plastómero.....	46
Fig. 28. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 1.5% de elastómero y plastómero.....	46
Fig. 29. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 2.0% de elastómero y plastómero.....	47
Fig. 30. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 2.5% de elastómero y plastómero.....	47
Fig. 31. Comparación del flujo con la adición de elastómero y plastómero.....	47
Fig. 32. Comparación de la estabilidad con la adición de elastómero y plastómero.....	48
Fig. 33. Comparación estabilidad/fluencia	48
Fig. 34. Peso unitario de la mezcla asfáltica.....	49
Fig. 35. Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica	49
Fig. 36. Porcentaje de vacíos en el agregado mineral de la mezcla asfáltica	49
Fig. 37. Relación de flujo de la mezcla asfáltica	50
Fig. 38. Relación de estabilidad de la mezcla asfáltica.....	50
Fig. 39. Factor de relación estabilidad/fluencia.....	50

INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Resumen

El incremento del uso de mezclas asfálticas debido al crecimiento de las urbes, y el aumento considerable de basura plástica, se convierten en preocupaciones y grandes retos de minorar los impactos negativos, sobre todo para el sector de la ingeniería civil. El presente trabajo de investigación busca determinar la influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados. Para ello se plantea un estudio con un enfoque cuantitativo del tipo experimental, siendo el diseño experimental, asfaltos con porcentajes de 5.0%, 5.5% y 6.0%, con niveles de sustitución de elastómero y plastómero reciclados (caucho y plástico) del 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%, para ello, los tratamientos en estudio fueron sometidos al "Ensayo Marshall". Los resultados obtenidos en cuanto la caracterización de agregados satisfacen las normas para ser usados en el diseño de una mezcla asfáltica y corroboran que los agregados a emplear no necesitan aditivo incorporador de adherencia, así mismo de todos los ensayos evidenciaron que el mejor tratamiento fue el porcentaje de sustitución de 1.0%, el cual arrojó los mejores valores para peso específico con 2.346 gr/cm³, % de vacío 4.20, % de vacío del agregado mineral 17.90, % de vacíos llenados con CA con 76.70%, flujo con 13.38mm, estabilidad con 12.85 Kn y la relación estabilidad/fluencia de 3836.00 kg/cm. Se concluye que la incorporación de polímeros mejora las propiedades de la mezcla asfáltica, convirtiéndose en potenciales materiales de desechos para ser utilizados en la elaboración de este material de construcción.

Palabras Clave: Mezcla asfáltica, incorporador de adherencia, elastómero reciclado, plastómero reciclado.

Abstract

The increase in the use of asphalt mixtures due to the growth of cities, and the considerable increase in plastic garbage, become concerns and great challenges to reduce negative impacts, especially for the civil engineering sector. The present research work seeks to determine the influence of an adhesion incorporator for an asphalt mixture modified with recycled elastomer and plastomer. For this purpose, a study is proposed with a quantitative approach of the experimental type, with the experimental design being asphalts with percentages of 5.0%, 5.5% and 6.0%, with replacement levels of recycled elastomer and plastomer (rubber and plastic) of 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% and 2.5%, for this, the treatments under study were subjected to the "Marshall Test". The results obtained regarding the characterization of aggregates satisfy the standards to be used in the design of an asphalt mixture and corroborate that the aggregates to be used do not need an adhesion incorporating additive, likewise, of all the tests they showed that the best treatment was the percentage substitution of 1.0%, which gave the best values for specific weight with 2.346 gr/cm³, % void 4.20, % void of the mineral aggregate 17.90, % voids filled with CA with 76.70%, flow with 13.38mm, stability with 12.85 Kn and the stability/creep ratio of 3836.00 kg/cm. It is concluded that the incorporation of polymers improves the properties of the asphalt mixture, becoming potential waste materials to be used in the production of this construction material.

Keywords: Asphalt mix, adhesion incorporator, recycled elastomer, recycled plastomer.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Uno de los retos relevantes en la ingeniería es la optimización de los recursos de manera que impacten positivamente al ambiente, mediante reutilización de materiales desechados Ullauri et al [1]. A nivel mundial, existe crecimiento considerable de desechos debido al incremento de la población e industrias Leng y Kumar [2]. Los materiales desechados (neumáticos y plásticos), son eliminados en botaderos sin tratamiento y resultan perjudiciales para el medio ambiente Mohammed [3].

La incorporación de caucho y plástico en mezclas asfálticas es de suma importancia en un pavimento Reyes [4]. La reutilización de estos tiene como finalidad mejorar el pavimento flexible, y reducir su impacto negativo al ambiente Maharaj et al. [5]. Teniendo en cuenta que se desecha millones de PET (botellas de plástico trituradas), ser incluidas dentro del diseño de asfalto se convierten en alivio para la contaminación ambiental Zhang et al. [6].

El asfalto es capaz de tolerar diversas cargas de tráfico y escenarios ambientales difíciles Bustos et al. [7]. Y debido a las cargas por eje y errores en el proceso constructivo, ocasiona deterioro del pavimento Islam y Mohamed [8]. La eliminación inadecuada del PET contamina suelos y agua Yang y Cheng [9]; aunado al crecimiento automovilístico, que origina cantidades considerables de residuos de neumáticos por año Haider et al. [10]; entre otros estos pueden servir para mejorar las propiedades del asfalto Figueroa et al [11].

El año 2016 en China se estimó más de 300 millones de toneladas de neumáticos inutilizables y cerca de 5 millones de toneladas de restos plásticos, que son desechados y generan efectos adversos al ecosistema Marcozzi [12]. Es así que el empleo de polímeros en el asfalto busca generar aumento en la durabilidad, resistencia a la abrasión y deformación por agrietamiento Goicochea [13].

La poca durabilidad del asfalto influenciada por la humedad en la faja de rodadura Ramadhansy et al [14]. El perjuicio por agua es un grave problema en los asfaltos Imran y

Majed [15]. Es así que la adhesión es propiedad fundamental en la mezcla asfáltica ante esta problemática se han venido usando PET como modificadores de asfalto Awad y Adday [16].

En la recuperación de infraestructuras como pavimentos flexibles se ha utilizado los asfaltos transformados con polímeros Gibreil y Pei [17]. Pues en nuestro país, existen muchas vías que no son pavimentadas por el bajo presupuesto asignado Azam et al. [18]. Para ello, es de suma importancia la utilización de productos asfálticos que sean soluciones tecnológicas y económicas para brindar mayor calidad a estas estructuras UNIFORT [19].

En Tacna el crecimiento descontrolado de la industria automotriz genera incineración de llantas desechadas, generando contaminación ambiental Aliyu et al. [20]. Por lo tanto, la reutilización de caucho triturado como regulador en las mezclas asfálticas resuelve estos problemas, además de extender la vida útil del pavimento y aminorar su costo Capcha [21]. Por ello se busca materia prima que combinado con el asfalto creen un producto de excelente calidad Ramos [22]. En Juliaca, los pavimentos flexibles, presentan fallas como ondulaciones, bacheos, ahuellamiento Gonzales [23]. En la Panamericana Sur y Norte en la ciudad de Lima se recomendó asfalto transformado con polímeros Singh et al. [24]. El empleo de esta tecnología permitió mejorar la adherencia, trabajabilidad y resistencia a la fatiga de la mixtura asfáltica modificada, y minimizar el impacto negativo al medio ambiente TDM [25].

La avenida Augusto B. Leguía, vía con mayor acumulación de inmundicia, que coloca en peligro la salud de los habitantes chiclayanos La Industria [26]. En Chiclayo se forma 400 toneladas de residuos diarios, de las cuales unas 180 toneladas son recolectadas las cuales son llevadas al aire libre de Reque, entre estos residuos se encuentran: plásticos, llantas, los cuales son idealmente reutilizados en mezclas asfálticas modificadas, dando así al mismo tiempo el beneficio de un pavimento flexible que se mantiene en buen estado RPP [27].

Es así que el año 2018 se planteó la producción de asfaltos modificados, cuya demanda viene en incremento en el norte gracias a que dicho asfalto modificado con polímeros de desecho permite progresos en la vida útil del pavimento, reducción de costos y limitación de los mantenimientos en las vías asfaltadas ADI PERÚ [28].

A nivel internacional

Los investigadores Rondón et al. [29] en su indagación “Valoración de las propiedades mecánicas de una mezcla espesa en caliente reformada con un residuo de polietileno de baja densidad (PEBD)” tuvieron como objetivo realizar un estudio para evaluar el impacto del 12 % y del 0,5 % al 1,5 % de caucho y PVC reciclados en asfalto modificado, mediante metodología Marshall. Como resultado indican que la innovación del cemento asfáltico 60-70 con GCR y PVC mejoró exitosamente la resistencia a la permeabilidad. Se concluyó que tienen una mayor tenacidad a la deformación causada por fenómenos de ahuellamiento.

Por otro lado, Marcozzi, y Morea [12] en su indagación “Mezclas asfálticas semi calientes hechas con aditivos para el comportamiento mecánico respecto a las mezclas en caliente tradicionales” plantearon evaluar usar asfalto modificado con PET residual para la producción de mixturas asfálticas con la metodología Marshall. Logrando resultados de valor máximo de MQ (coeficiente Marshall), el contenido óptimo de PET es 2%. Concluyen que aumentar el % PET tiene resultado favorable tanto en la resistencia a la tracción, resistencia al desgaste y estabilidad.

Del mismo modo, Ramadhansy et al. [14], en su investigación “Efecto del plástico residual como betún modificado en una mezcla asfáltica” tuvieron como objetivo de determinar HMA modificado con cuatro aditivos diferentes: SUPER-PLAT, Showax, bolsas de plástico de desecho y polímero de polipropileno. Por metodología Marshall lograron resultados: según la estabilidad Marshall los porcentajes óptimos por cada material fueron 4%, 6%, 4% y 3% para SUPERPLAST, Showax, plástico de desecho y polipropileno, respectivamente. Se concluye que el asfalto modificado tiene mejor resistencia al daño por humedad, y mejorar sus características mecánicas.

Por otro lado, Imran y Majed [15], en su indagación “Diseño de asfalto incorporando plástico reciclado y residuos de caucho desmenuzado para la cimentación de pavimentos sostenibles” se plantearon ver el efecto de la utilización de tereftalato de polietileno en mejora del rendimiento y propiedades del asfalto. Logrando los siguientes resultados: con el

porcentaje óptimo del 12% de PTP en peso del asfalto como modificador, acrecienta la vida útil del pavimento a 2,81 veces y ahorra el 20% del grosor de la superficie de rodadura. Se concluye que las mezclas modificadas con PTP presentaron mayor módulo de rigidez Marshall, resistencia a la tracción directa y rigidez ante el ahuellamiento.

Del mismo modo, Awad y Al-Adday [16] en su indagación “Uso de plásticos desechados para mejorar el rendimiento de mezclas asfálticas modificadas en caliente” plantearon realizar la estimación de los parámetros de la resistencia de la mezcla con materiales alternativas mediante resistencia Marshall. Logrando los siguientes resultados, la disminución de las calenturas de mezcla y compactación a 15°C de las mezclas retocadas. Se concluye que al incrementar en un 6.5% de cemento asfáltico, cumple las especificaciones necesarias en cuanto a su resistencia Marshall, convirtiéndose así en el porcentaje más óptimo de adición.

Nacional

Asimismo, Goicochea [13] en su indagación “Estudio de asfalto añadiendo caucho de neumático como polímero base, Chachapoyas – Amazonas – 2017” cuyo objetivo fue comprobar el contenido óptimo de betún y plástico por el método Marshall de un pavimento flexible. Logrando los siguientes resultados: el contenido óptimo del plástico como modificador de asfalto es un 10%. Se concluye que con la integración del 5% al 10% en peso de betún, alarga la vida útil y el beneficio del pavimento flexible.

Autores como Delgado y Solano [30] en su investigación “Estudio de las propiedades mecánicas de la mixtura asfáltica en caliente incluyendo plástico peletizado LDPE-2019”, tuvo como objetivo general estudiar la incorporación del plástico (LDPE) en relación a sus propiedades mecánicas Marshall del asfalto, concluyendo que el 6% de adición de LDPE en el bitumen de asfalto es aquel porcentaje óptimo de adición, logrando así mejorar las propiedades de estabilidad del espécimen.

Los autores Cantas y Vivas [31] en su averiguación “Diseño de mezclas asfálticas añadiendo elastómeros y PET reciclado para cargas de tráfico pesado en rutas

metropolitanas, Lima 2018” planteo identificar el mejoramiento de las mezclas que contienen PET y elastómeros reciclados en las rutas metropolitanas de la urbe de Lima para hacer frente al tráfico pesado, concluyó que la mezcla asfáltica fue realizada por el método Marshall y que el óptimo porcentaje de adición fueron secos como parte del agregado fino, lo que resultó en un 1 % de elastómero y PET, lo que mejoró con éxito la estabilidad del asfalto y redujo la deformación.

Los investigadores Álvarez y Carrera [32], en su indagación “Influjo de la adición de partículas de plástico reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica”, plantearon determinar el resultado de los neumáticos triturados en las mezclas asfálticas en lugar de los agregados. Resultando que los porcentajes de material reciclado de 1,5% y 2,0% lograron con éxito valores de estabilidad superiores a 900 kg, concluyendo que la resistencia a la compresión de los especímenes podría disminuir aumentando el porcentaje de adición de GCR (llantas trituradas) así como el porcentaje de huecos en cada muestra.

Del mismo modo, Sánchez [34] en su indagación “determinación del betún – caucho en las mezclas asfálticas” realizaron un relevamiento con el propósito de determinar el efecto de relaciones betún-caucho al 10%, 15% y 20% de PEN 60/70 producidos a 160°C, 180°C y 200°C, respectivamente. °C por porcentaje. Se concluyó que cuanto menor es el contenido de caucho en el betún, más suave es el betún y cuanto mayor es el contenido de caucho en la mezcla asfáltica, más duro es el betún. En Perú se recomienda utilizar betún modificado y agregar llantas para pavimentación porque se ha comprobado que mejora las propiedades físicas y mecánicas del betún.

La autora Salazar [33], en su indagación “Adición de caucho reciclado en las mezclas asfálticas para perfeccionar pavimentos flexibles en la Urbe de Lima, Perú 2019” se planteó analizar el influjo del elastómero reciclado en la mezcla asfáltica, siendo una exploración experimental aplicada, teniendo como resultados relaciones entre las propiedades de estabilidad y flujo de las mezclas asfáltica, concluyendo que el caucho beneficia al esbozo de mezcla siendo el óptimo contenido de polvo de caucho el 4.5%.

Local

Los autores Bravo y Montalvo [34], en su indagación “Mejora de una mezcla asfáltica en caliente con añadidura de caucho”, evaluó el efecto de la adición de caucho en las propiedades de la mezcla y, finalmente, mediante el uso de la técnica Marshall para el modelado de MAC con elastómeros y el diseño cuidadoso a calenturas de 140°C, 130°C y 120°C, en igualdades de mezcla de 1 %, 2 % y 3 %, se encontró que la proporción óptima fue 5 %, lo que indica que el caucho reacciona mejor con el asfalto a temperaturas más altas. Se recomienda realizar pruebas de mezcla asfáltica con dichos polímeros a temperaturas superiores a 140°C.

Según Navarro [35] En su indagación “Oferta de diseño de mezclas asfálticas con complementos de PET”, su objetivo fue estudiar la estabilidad y movilidad de pavimentos flexibles que contienen PET, y concluyó que la adición de plástico PET tuvo un efecto positivo en ciertos flujos de vehículos. y en términos tecno-económicos es un buen aporte, ya que agranda la vida útil del pavimento y reduce el gasto en rehabilitación.

El autor Ballena [36], en su indagación “Uso de polietileno de botellas de plástico para su estudio en el diseño de mixturas asfálticas ecológicas” planteo analizar una mixtura asfáltica en frío a la que se le agregaron fibras de botellas plásticas, además de cumplir con los requisitos de estabilidad y pruebas de fluidez, y concluyó que cumplía con los requisitos de 5% de polietileno en mezclas asfálticas frías en tráfico pesado.

Para Silva [37], en su indagación “Influjo de la añadidura de residuos plásticos en la conducta mecánico de una mixtura asfáltica en caliente en la Urbe de Chiclayo 2018”, estuvo orientada al diseño de un pavimento flexible, mediante el porcentaje de residuos plásticos en sustitución del agregado fino, asumiendo como efecto que el porcentaje optimo es el 1% de plástico, concluyendo así que la inclusión de este influye positivamente en la mezcla asfáltica en caliente mejorando su estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos y su rigidez.

Para Tejada [38] en su investigación “Esbozo de una mezcla asfáltica ecológica utilizando polietileno de tereftalato (PET) reciclado y caucho molido” tuvo como planteamiento

el diseño de una mezcla asfáltica ecológica teniendo como resultado que tanto el caucho como el PET cumplen al 1% de adicionado, concluyendo así que el mejor diseño de la mezcla asfáltica aumente el porcentaje de V.M.A, vacíos llenos de C.A.

Visto la problemática y antecedentes relacionados al trabajo la presente investigación tiene un aporte practico para la ingeniería civil en lo que son pavimentos contribuyendo en la reducción del impacto negativo que generan tanto los elastómeros y plastómeros al medio ambiente dejando también información para futuros investigadores que crean conveniente enrollarse en las investigaciones concernientes al desarrollo de mezclas asfálticas en mejora de los pavimentos flexibles.

1.2. Formulación del problema

¿De qué forma influye la incorporación de elastómeros y plastómeros reciclados en una mezcla asfáltica modificada?

1.3. Hipótesis

La incorporación de elastómeros y plastómeros reciclados influyen significativamente en una mezcla asfáltica modificada.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia de la incorporación de elastómeros y plastómeros reciclados en una mezcla asfáltica modificada.

Objetivos específicos

- Caracterizar los agregados para la mezcla asfáltica, e identificar si dichos agregados necesitan aditivos de adherencia.
- Comparar la estabilidad y flujo de Marshall en la mezcla asfáltica con adición de elastómeros y plastómeros frente a la mezcla asfáltica convencional.
- Obtener el porcentaje óptimo de elastómeros y plastómeros en la mezcla asfáltica modificada.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Agregados pétreos de la mezcla asfáltica

Se establece aspectos importantes de los agregados pétreos tanto para el agregado grueso y agregado fino para el buen desempeño de la composición asfáltica, teniendo en cuenta que determinados en porcentaje el agregado a emplear en una composición asfáltica es de entre 90% a 95% del peso total.

El agregado grueso según SUCS, considera aquel agregado retenido en la malla #4; mientras el agregado fino pasa la malla #4 y se retiene por la #200.

Para los agregados pétreos sus propiedades son: correcta granulometría, contextura superficial, limpieza, absorción, dureza, afinidad hacia el asfalto, forma y peso específico de la partícula.

Especificaciones según norma para los agregados.

Según el manual EG-2013 para los pavimentos flexibles se debe cumplir lo siguiente.

Tabla I

Parámetros para agregado grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3000	> 3000
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	18 % máx.	15 % máx.
Abrasión los ángeles	MTC E 207	40 % máx.	35 % máx.
Adherencia	MTC E 517	+ 95	+ 95
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 % min.	35% min.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10 % máx.	10 % máx.
Caras fracturas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Absorción	MTC E 206	1.0% máx.	1.0 % máx.

Fuente: EG, MTC [39]

Tabla II

Parámetros para agregado fino

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m)	
		≤3000	> 3000
Equivalente de arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	-	-
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 min.	35 min.
Índice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 211	4 máx.	NP
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Absorción **	MTC E 205	0.5 % máx.	0.5 % máx.

Fuente: EG, MTC [39]

Tabla III

Uso granulométrico para clasificación MAC según gradación

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

Fuente: EG, MTC [39]

Pavimentos:

Estructura conformada por tres capas importantes: subbase, base y capa de rodadura, las cuales son construidas sobre un terreno que se encuentre compactado apropiadamente [32]. Constituido por múltiples capas sobre una base vial, cuya finalidad es soportar y ser responsable de la correcta distribución de las fuerzas de las cargas de los vehículos

Características del pavimento:

Fonseca [40] para cumplir con su función completa, las aceras deben tener las siguientes características:

- Efectos de los agentes atmosféricos y las cargas de tráfico

- Debe exhibir regularidad superficial vertical y horizontal para brindar comodidad al usuario.
- El sistema de drenaje debe ser adecuado.
- Duradero y económico.
- Adecuado color para evitar cegueras, reflejos y seguridad en la conducción.
- El sonido generado por las superficies de rodadura interiores y exteriores debe amortiguarse adecuadamente

Clasificación de pavimentos

Pavimento rígido

Conformado por losas de hormigón hidráulico que puede contener o no armadura de acero, siendo más costoso a diferencia del pavimento flexible, teniendo una vida útil que oscila entre 20 y 40 años Choque [41]



Fig. 1. Sección transversal típica de pavimento rígido Armijos [42]

En la Fig. 1 se visualiza las capas que condescienden este tipo de pavimento, la subrasante, subbase y losa de hormigón Armijos [42].

Choque [41] argumenta que un asfalto flexible posibilita transformaciones en capas inferiores sin afectar la estructura de su base y sub-base, siendo estas capas encargadas de la transmisión y distribución de las cargas del tránsito vehicular.

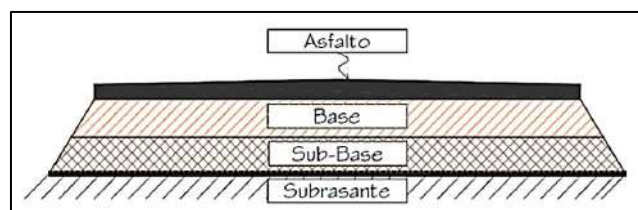


Fig. 2. Sección transversal típica de pavimento flexible Armijos [42]

Se logra concebir de la Fig. 2 las capas que condescienden este pavimento, subrasante, subbase, base y su carpeta asfáltica.

Pavimento articulado:

El pavimento articulado es un tipo de pavimento denominado también como pavimento mixto conformada por una capa de bloque de concreto pre- moldeado, siendo posible de ubicarse sobre una sub-base.

Los asfaltos articulados son aquellos que exhiben en su estructura, bloques de concretos prefabricados denominados adoquines conforman la capa de rodadura de este tipo de pavimento. Estos bloques pueden ser resistidos sobre una capa de arena Fonseca [40].

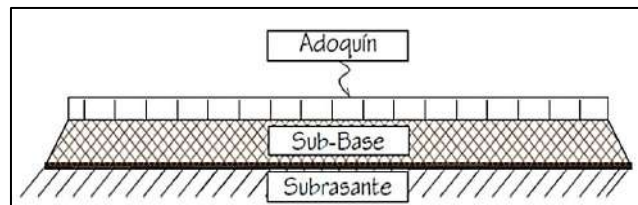


Fig. 3. Sección transversal típica de pavimento articulado Armijos [42]

En la Fig. 3 se grafica las capas que condescienden este pavimento, la subrasante, subbase y los bloques llamados adoquines.

Pavimento semi flexibles o semirrígidos:

Este tipo de pavimento exhibe una misma estructura del pavimento flexible, pero de las cuales una de sus capas se encuentra de manera artificial rigidizada [40].

Según Rodríguez [43], “Un pavimento semi- rígido son estructuras que preservan la esencia del pavimento flexible”

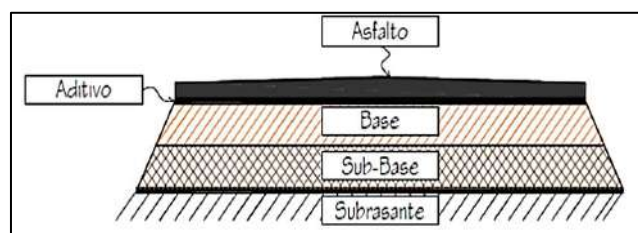


Fig. 4. Sección transversal típica de pavimento semiflexible o semirrígido Armijos [42]

Se puede visualizar en la Fig. 4 las capas que conforman este tipo de pavimento, la subrasante, subbase, base, un aditivo y seguidamente el asfalto para la carpeta superficial del mismo.

Comportamiento del pavimento flexible

Este tipo de pavimento presenta una distribución de carga, la cual comprende las características del sistema que presentan sus capas que componen a estas, siendo las primeras aquellas de mejor calidad debido a estar más cerca de la superficie, estando así expuesto a tensiones mayores Cuba [44].

En el caso del comportamiento estructural del pavimento flexible, frente a cargas del exterior varía según las capas que componga este mismo. En el caso del pavimento flexible distribuye su carga hasta la sub- base, puesto que su distribución está específica por las características del sistema de sus capas, presentando aquellas capas superficiales tensiones mayores, una mejor calidad a diferencia a los niveles más bajos Rodríguez [43].

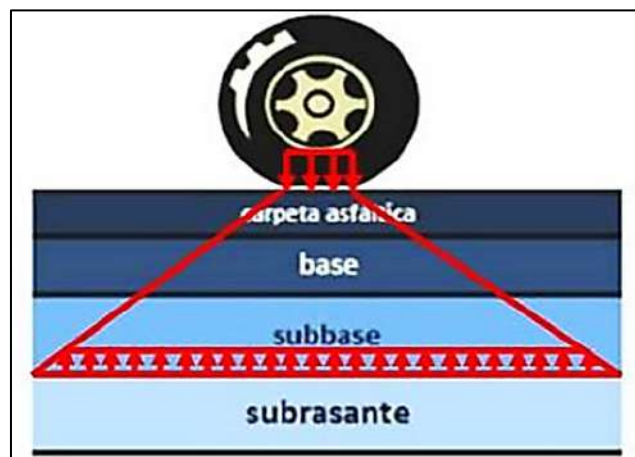


Fig. 5. Comportamiento estructural de pavimento flexible Rodríguez [43]

Funciones de las capas

Las tres capas principales que presenta un pavimento flexible cumplen roles importantes siendo parte de esta misma estructura, las cuales se detallan a continuación:

Carpeta asfáltica: Capa superficial del pavimento flexible, la cual cumple con las siguientes funciones:

- Resistente: Debe presentar capacidad de resistir tensiones complementando de esta manera en su capacidad estructural propia del pavimento.
- Superficie de rodamiento: Esta capa es totalmente uniforme, color conveniente, buena textura, estable para el tránsito y principalmente resistente a efectos abrasivos por el tránsito.
- Impermeable: Esta capa se encargará de impedir el agua al interior del pavimento, para no generar problemas a futuro Fonseca [40]

Base granular: segunda capa del pavimento flexible, cumple con las siguientes funciones:

- Resistente: Esta función es totalmente importante debido que se requiere siempre de contar con un pavimento como elemento que transmite a la subbase los pesos procedentes del tránsito de una manera adecuada para no afectar esta misma

Subbase granular: Según Gibreil [45], es la capa más apartada de la superficie del pavimento, la cual desempeña las siguientes funciones:

- Resistente: Esta capa subbase tiene que soportar esfuerzos generados por la carga de vehículos que son transmitidas por las capas superiores a esta, y así transmitir de manera adecuada a la subrasante.
- Capa de transición: Diseñada de manera correcta evita que se presente la introducción de los materiales de la base con los materiales que conforman la subrasante.
- Drenaje: La subbase en varios casos debe drenar el agua que sea introducida por la carpeta asfáltica del pavimento flexible o berma y la reducción de deformaciones.

El asfalto

Se consigue ya sea a través de destilación del petróleo crudo o en depósitos nativos,

que se vuelve líquido y se suaviza cuando se calienta.

Modificación del asfalto

Se suele hacer uso de este material para pavimentar carreteras con pavimentos flexibles. Se trata de añadir materiales a las mezclas asfálticas para mejorar sus propiedades mecánicas, especialmente la resistencia a la deformación debido a cargas por tráfico o factor relacionado con el clima Wulf [46].

La modificación de asfaltos se conoce como una técnica que permite la añadidura de polímeros en un asfalto normal con el único designio de modificar las propiedades físicas y químicas, permitiendo este polímero una modificación adecuada obtenida en el comportamiento viscoelástico Lastra et al. [47].

Metodologías para alterar asfalto

Según Wulf [46] asevera que cuando el material se adiciona al asfalto, el desempeño de este material transformado dependerá de una serie de parámetros sumamente importantes, los cuales se mencionan a continuación:

- Prototipo de equipo.
- Temperatura del mezclado y tiempo.
- Grado de asfalto de acuerdo a su naturaleza.
- Forma física de la mezcla.
- Tipo de polímero a emplearse (elastómeros o plastómeros).
- La compatibilidad de asfalto- polímero.

Asfalto modificado con polímeros

Los polímeros para modificar el asfalto deben cumplir una gran variedad de propiedades en el pavimento, las cuales pueden ser clasificados en plastómeros (plástico) y elastómeros (caucho).

Características de polímeros: Palma et al. [48] manifiesta que, para decidir el empleo de polímeros en asfaltos para uso vial, es necesario que se garantice la mejora de sus propiedades, presentando las siguientes características:

- Peso molecular que admita reducir peligros por alta viscosidad y inconvenientes por esparcimiento.
- Baja polaridad con la finalidad de permitir su compatibilidad con el asfalto.
- Temperatura vítrea baja, con la finalidad de mejorar problemas de deformación a temperaturas bajas.

Tipos de polímeros

- Elastómeros: Son polímeros conocidos como cauchos que se comportan como termoestables cuando adquieren una estructura parcialmente reticulada a través del proceso de vulcanización, sin embargo, estos polímeros pueden comportarse como termoplásticos Palma et al. [48]. Estos polímeros de tipo elastómeros van a adicionar poca resistencia al asfalto hasta que estas sean estirados, a diferencia de su resistencia a la tensión que aumenta con su elongación Minaya [49].

El neumático es una de las partes de mayor importancia de los vehículos, dado que, estas consienten la estabilidad y consistencia en una carretera, está instituido por cauchos sintéticos y naturales. Este está conformado por fundas de caparazón, fundas de cima, hombro, entalladura y sucro, talones, flanco, banda de rodadura y revestimiento de goma interior como se puede visualizar en la Fig. 6.

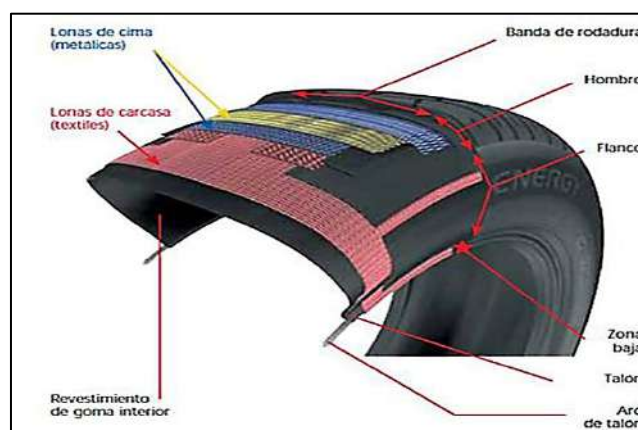


Fig. 6. Composición de un neumático Minaya [49]

Según la Fig. 6 la estructura química del neumático es compleja, contiene una variedad de elementos, hasta 200 combinados diferentes, donde los materiales más monopolizados son el caucho natural, el caucho sintético y otros agentes químicos.

- **Plastómeros:** Son polímeros lineales que, bajo una acción de tensión, puede sufrir deformaciones elásticas acompañada con deformaciones plásticas. Estos pertenecen también a una clase de copolímeros de etileno Palma et al. [48]. Los plastómeros o también denominados plásticos son utilizados como modificadores de asfalto, las cuales podemos encontrar al polipropileno, polietileno, etilvinil- acetato, polivinil cloruro PVC, entre otros, la característica más resaltante de este polímero es su resistencia ante las deformaciones Minaya [49].

El polímero como los plastómeros no es aquel material que le confiere grandes propiedades al asfalto, sino que, por su bajo costo, es más conveniente su empleo. Se afirma que los asfaltos transformados con este tipo de polímeros termoplásticos cuando son añadidos en mínimas proporciones pueden llegar a brindar las siguientes propiedades:

- Menor viscosidad.
- Mayor resistencia al envejecimiento
- Mayor resistencia al calor.
- Buena resistencia a deformaciones permanentes.
- Buena flexibilidad.



Fig. 7. Elastómero y plastómero

Mezclas asfálticas

Por sus características la mezcla asfáltica es una capa de rodadura que tiene como fin proporcionar una superficie de rodamiento, la cual será confortable, por lo que debe facilitar el tránsito de los vehículos de forma segura.

De acuerdo a sus propiedades la carpeta de rodadura tendrá que suministrar un superficie segura, acogedora y estética.

Por temperatura, las mezclas asfálticas calientes deberán estar entre los 135°C a 180°C, estas son las que tienen un mejor desempeño a altas temperaturas.

Metodología Marshall

Este método propuesto por B. Marshall, se basa específicamente en diagnosticar la estabilidad y flujo de una mezcla, así como también el peso específico y porcentaje de vacíos de las muestras ensayadas.

Para desarrollar el método Marshall se tendrá que caracterizar los agregados de acuerdo a cumplimientos de la normativa especificada, tener el peso específico de los mismos preparar el espécimen con sus respectivos contenidos de asfalto, posterior a esto se calientan hasta que la mezcla quede uniforme de revestimiento de asfalto, una vez caliente la muestra se procede a colocar en moldes precalentados, y luego realizar 75 golpes y realizar la compactación con el martillo para un tránsito pesado.

Normativa general para el diseño de la mezcla asfáltica caliente

La Tabla IV muestra la normativa empleada para la presente investigación

Tabla IV

Normas empleadas en la investigación

Descripción	Normativa designada
ASTM C136	Método de prueba para el análisis granulométrico
ASTM C117	Método normalizado para determinar la cantidad
MTC E 209	Durabilidad al sulfato de magnesio
MTC E 207	Método de abrasión de los Ángeles
MTC E 517	Método de adherencia
MTC E 214	Método índice de durabilidad
ASTM 4791	Método partículas chatas y alargadas
MTC E 210	Método caras fracturadas
MTC E 219	Métodos de sales solubles totales
MTC E 206	Método de absorción gruesos
MTC E 205	Métodos de absorción de finos
MTC E 504/ ASTM D6927	Método de diseño de Marshall
MTC E 518	Método de inmersión – comprensión
MTC E 522	Método Lottman resistencia al daño inducido por humedad
Manual de carreteras DG	Manual de carreteras especificaciones - Perú

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación:

Borja [50] afirma que “la indagación cuantitativa es aquel tipo que plantea conocer la realidad mediante la recolección de información. Este tipo de investigación se realiza mediante la medición numérica”.

Por ello, esta tesis se considera de tipo cuantitativa, ya que, se encargará de recopilar información numérica, las cuales representan las propiedades mecánicas que presente la mezcla modificada de asfalto.

Además de ello, se considera una tesis descriptiva, por encargarse de evaluar de manera detallada y lograr obtener información necesaria de la mezcla asfáltica con y sin adición de elastómeros y plastómeros.

Diseño de investigación

Según Borja [50], una investigación experimental es aquella en la que el investigador puede verificar la hipótesis mediante una manipulación deliberada de las variables y obtener su causa- efecto de estas mismas.

De esta manera, se puede determinar que esta indagación muestra un diseño experimental, al tener que realizar ensayos para determinar sus características de la mezcla reformada con la adición de elastómeros y plastómeros.

2.2. Variables, Operacionalización

Se presenta el proceso de evolución de la variable conceptual a una operativa, a través de indicadores que admitirán cuantificar la variable:

Tabla V

Operacionalización de la variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	instrumento	Valores finales	Tipo variable	de	Escala de Medida
Variable Dependiente: Mezcla asfáltica modificada	La modificación del asfalto es una tecnología que utiliza este material para la colocación de pavimentos flexibles Lastra et al. [47]	Es una técnica que permite brindar una muestra de mezcla asfáltica mejorada frente a una mezcla asfáltica convencional	Propiedades físicas	- Análisis granulométrico - Equivalente de arena - Peso específico - Ensayo de la abrasión máquina de los Ángeles - Ensayo de durabilidad - Caras fracturadas - Estabilidad y flujos de briquetas - Adherencia	Guías y análisis de datos; formatos de laboratorio	%	dependiente		Ordinal
			Propiedades mecánicas	- Ensayo de Marshall	Formato de laboratorio	Kn mm Kg/cm			Ordinal
Variable Independiente 1: Elastómeros	Son polímeros conocidos como cauchos que se comportan como termoestables cuando adquieren una estructura parcialmente reticulada a través de un proceso de vulcanización Palma et al.	Los elastómeros son polímeros conocidos como caucho. Se utiliza para la fabricación de neumáticos, tuberías aislantes, entre otros.	Propiedades físicas	Gradación de los elastómeros	Análisis de documentos		independiente		Ordinal
Variable Independiente 2: Plastómeros	Son polímeros lineales que, bajo una acción de tensión, puede sufrir deformaciones elásticas acompañada con deformaciones plásticas Palma et al. [48]	Los plastómeros son polímeros, las cuales presenta características de elastómeros y plásticos.	Propiedades físicas	Gradación de los plastómeros	Análisis de documentos				Ordinal

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población de estudio,

Se tiene como población comprende todos los ensayos necesarios para obtener respuesta a los objetivos propuestos, desde la determinación de los materiales y el ligante asfáltico, análisis granulométricos de la arena, gradación de arena, gravedad específica, gradación de arena lavada, gradación de los elastómeros y plastómeros, ensayo de la abrasión, peso unitario, ensayo de durabilidad, ensayo de humedad natural, estabilidad y flujos de briquetas, y las muestras para la resistencia a la compresión.

Muestra

Se considera como muestra a todos los cuerpos de estudios que se realizarán con el fin de determinar sus propiedades tanto de la mixtura asfáltica convencional y de la mixtura asfáltica con adición de elastómeros y plastómeros, como se señala en la tabla VI:

Tabla VI

Muestras de estudio

Descripción	Mezcla patrón	0.5% de adición	1% de adición	1.5% de adición	2% de adición	2.5% de adición
Metodología Marshall para tránsito pesado	12	12	12	12	12	12
Total				72		

La presente investigación tomó como muestras 12 briquetas por cada porcentaje haciendo un total de 72 briquetas ensayadas.

Muestreo

La actual indagación se desarrolló con muestreo no probabilístico intencional o por utilidad, pues se tiene facilidad de y disponibilidad de elaborar las briquetas convenientes que se crea conveniente para el estudio.

Criterio de selección

Para la selección de las muestras se realizó el criterio de inclusión: los agregados fueron los que cumplieron con los parámetros establecidos según norma; las briquetas fueron

aquellas que estuvieron dentro del proceso correcto que establece la metodología Marshall.

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

Técnicas de recolección de datos

- Observación: Consiente el registro de diversas características de la mezcla asfáltica con y sin adición.
- Análisis bibliográfico y de contenido: Permite que se realice un estudio minucioso de diversas investigaciones o apreciaciones claves que se deben considerar para el desarrollo de este estudio, como tesis similares a la presente, libros, manuales, entre otras fuentes bibliográficas.

Instrumentos de recolección de datos

- Ficha de observación: Recolecta información que ha sido sacado del laboratorio, logrando así una descripción de manera detallada.
- Guía bibliográfica: La guía bibliográfica comprende toda la información de las fuentes importantes y utilizadas para el desarrollo de esta investigación.

Validez y confiabilidad

Se hace referencia a la coincidencia entre las medidas de un objeto específico a través de diversos métodos. Mientras que la confiabilidad, es la confianza que se obtiene a los resultados obtenidos, al presentarse una constante repetición de medida.

Esta validez será verificada mediante un juicio de expertos, los cuales formarán parte especialistas del área, quienes garantizarán que no existe alteración alguna de la información obtenida, brindando así un aporte real.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Por tratarse de un estudio de tipo cuantitativo, fue necesario realizar un análisis de datos obtenidos en laboratorio haciendo empleo de softwares para procesar estos mismos como el Microsoft Office Excel y Microsoft Office Word, a continuación, se presenta el

diagrama de flujos del proceso empleado en la fig. 8.

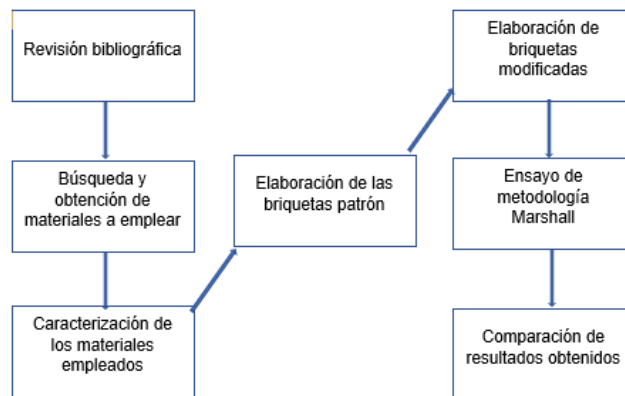


Fig. 8. Proceso desarrollado para la investigación

Descripción del proceso

Búsqueda de materiales empleados.

Los agregados gruesos y finos fueron obtenidos de la cantera 3 tomas - Distrito Mesones Muro en Ferreñafe de la región Lambayeque, así mismo los elastómeros y plastómeros fueron conseguidos de materiales reciclados en el distrito José Leonardo Ortiz de la provincia de Chiclayo en la región Lambayeque en la Fig. 9 se indica la caracterización de los materiales.



Fig. 9. Caracterización de los materiales

Ensayo de adherencia a los agregados

Tanto el agregado grueso como el fino fueron ensayados según normas MTC E 520/MTC E 517 para el agregado grueso y norma MTC E 220 para el agregado fino, con la finalidad de verificar si dichos agregados requieren de un aditivo incorporador de adherencia, en la Fig. 10 se muestra el ensayo realizado que obtenidos los resultados no requieren de un incorporador de adherencia.



Fig. 10. Proceso de ensayo de adherencia

Elaboración de briquetas

La elaboración de las briquetas se realizó después de haber sometido a la determinación de los agregados pétreos según ASTM C117, y teniendo en cuenta el manual de carreteras en los cuales establece parámetros mínimos y máximos para ser cumplidos y aceptados en la producción de las briquetas de una mezcla asfáltica caliente como se grafica en la Fig. 11.



Fig. 11. Proceso de elaboración de las briquetas

Ensayo de la metodología Marshall (ASTM D-1559) / (MTC E 504)

Propio de la mezcla asfáltica en el cual se evalúa la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente optimizando siempre el óptimo contenido de insumos para el buen desempeño de la misma, mediante una correcta composición de los agregados y su ligante asfáltico, en la Fig. 12 se grafica el proceso de ensayo Marshall.



Fig. 12. Aplicación de Marshall a briquetas

2.6. Criterios éticos

El código de ética de la USS [51], menciona en su contenido los deberes que se deben seguir para el desarrollo de la investigación, existiendo parámetros en los cuales se requieren autorizaciones por parte del autor para poder usar dicha investigación como referencia bibliográfica y evitar sanciones que se establezcan en esta. Este criterio integra todas las disposiciones de la persona, sus características, moral y sus costumbres, para ello, es importante mencionar los aspectos éticos más importantes que presenta el investigador:

Lealtad: Esta es una conducta de suma relevancia, demostrando la confidencialidad suficiente de la información obtenida en relación con el autor y la institución, para la cual se investiga.

Humildad: Esta es una conducta que es difícil de conseguir, por ser un tipo de personalidad que tiene como fin la búsqueda de la verdad.

Honestidad: Es una conducta que deben tener todos los investigadores, con la finalidad de no alterar información obtenida en campo, y así evaluar los datos reales al margen de los resultados que se lleguen a obtener.

De acuerdo a la recolección de datos la presente investigación fue realizada de acuerdo a las normativas descritas y colaboración de distintos autores a nivel nacional e internacional que se encuentran debidamente citados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Resultado de objetivo N°01

Se basó en la identificación de los materiales que componen la mezcla asfáltica, e identificar si los agregados necesitan de un incorporador de adherencia para el correcto diseño y buen funcionamiento de la misma.

Tabla VII

Resultados de la caracterización del agregado grueso

Para agregado grueso – Cantera 3 tomas		
Ensayo	Resultado	Requerimiento
Abrasión de los ángeles	20.2	40% máx. - MTC E 207
Durabilidad en sulfato de Mg	8.54	18% máx. - MTC E 209
Partículas chatas y alargadas	9.0	10% máx. - MTC E 223- ASTM 4791
Partículas fracturadas	100/71.90	85/50 - MTC E 210
Sales solubles	0.04	0.5 % máx. - MTC E 219
Absorción	0.811	1% máx. - MTC E 206
Adherencia	95	95 + - MTC E 520 – E 517

Tabla VIII

Resultado granulométrico del agregado grueso

Muestra : Agregado Grueso Cantera: 3 tomas					
Masa inicial Seco 2681.0					
Malla		Masa	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00
1"	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	254.8	9.50	9.50	90.50
3/8"	9.5	540.8	20.17	29.68	70.32
Nº 4	4.75	1148.3	42.83	72.51	27.49
Nº 8	2.36	715.2	26.68	99.18	0.82
Nº 10	2	9.5	0.35	99.54	0.46

Nº 16	1.18	2.7	0.10	99.64	0.36
Nº 20	0.850	0.8	0.03	99.67	0.33
Nº 30	0.600	0.70	0.03	99.69	0.31
Nº 40	0.425	0.50	0.02	99.71	0.29
Nº 50	0.300	0.30	0.01	99.72	0.28
Nº 80	0.180	0.59	0.02	99.75	0.25
Nº100	0.150	0.50	0.02	99.76	0.24
Nº200	0.075	2.10	0.08	99.84	0.16
FONDO		1.60	0.06	99.90	0.10

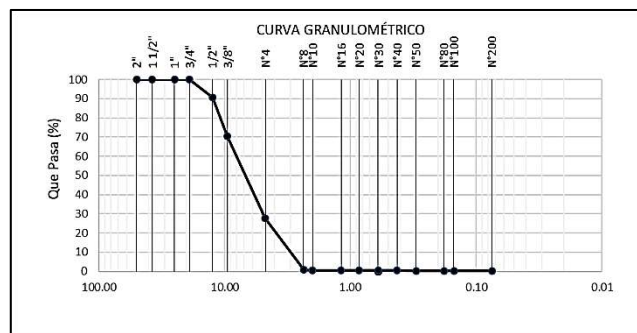


Fig. 13. Curva granulométrica del agregado grueso

De la Tabla VIII y Fig. 13 respectivamente se observa la granulometría del agregado grueso el cual en cumplimiento de la norma descrita cumple con las condiciones mínimas para ser usado en el diseño de una mezcla asfáltica.

MUESTRA Nº	1		
GRADUACION	"B"		
PESO MUESTRA	5000		
1 1/2" - 1"			
1" - 3/4"			
3/4" - 1/2"	2500		
1/2" - 3/8"	2500		
3/8" - 1/4"			
1/4" - Nº 4			
Nº 4 - Nº 8			
Total Desgaste	1008		
Ret. Nº 12			
500 Vueltas			
Ret. Nº 12	3992		
% Desgaste	20.2%		

Fig. 14. Resistencia de abrasión en maquina los Ángeles

De la Fig. 14, del ensayo de resistencia a la abrasión cumple con lo establecido por la norma MTC E 207, el cual indica que no debe exceder el 40% de desgaste.

TRES TOMAS DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCION DE MgNa4							
T. de MALLAS	Escala de Oris.	Peso de Fracción Original	Peso de Fracción desp. de Ensayo	Pérdida desp. de Ensayo	% Pérdida desp. de Ensayo	% de Pérdida Corregidas	
2" 1 1/2"							
1 1/2" 1"	3.64	1050	1010	40.00	3.81	0.14	
1" 3/4"	10.30	450	420.00	30.00	6.67	0.89	
3/4" 1/2"	40.17	670	614.80	55.20	8.24	3.31	
1/2" 3/8"	21.60	330	289.00	41.00	12.42	2.68	
3/8" 4"	24.40	300	278.80	21.20	7.07	1.72	
TOTALES	100.11					8.54	

Fig. 15. Ensayo de durabilidad

De la Fig. 15, se establece no debe exceder el 18% el índice de durabilidad por lo que visto los datos el agregado grueso cumple con el parámetro establecido según la norma MTC – E 209.

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS		ALARGADAS	
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETE.	% RET.	% PASA	PESO	%	PESO	%
PULG.	(mm)							
2"	50.000							
1 1/2"	37.500	295	21.53	78.37	1.53	0.52	1.50	0.60
1"	25.000	252	20.57	57.83	1.70	0.67	1.50	0.60
3/4"	19.000	185	15.10	42.69	1.77	0.66	1.40	0.76
1/2"	12.500	302	24.05	18.04	1.60	0.53	1.20	0.40
3/8"	9.500	125	10.20	7.84	1.123	0.90	1.00	0.80
1/4"	6.300	96	7.84		1.0	0.90	1.15	1.20
		1225				4.57		4.4
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		gr.		1225				
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		%		9.00				

Fig. 16. Partículas chatas y alargadas

De la Fig. 16. De los valores obtenidos en el ensayo realizado tenemos un 9% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso y según norma MTC E 223 establece un valor máximo de 10%, por lo tanto, se cumple con el parámetro establecido.

A CON UNA CARA FRACTURADA						
TAMAÑO DEL AGREGADO						
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	A (g)	B (g)	C ((b/A)*100)	D (%)	E C'D
1 1/2"	1"	2000	2000	100.00	26.5	26.5
1"	3/4"	1500	1500	100.00	32.9	32.9
3/4"	1/2"	1200	1199	99.92	26.3	26.3
1/2"	3/8"	300	299	99.67	14.4	14.4
		5000			100	
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA				:	%	100.0
B CON DOS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO						
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	A (g)	B (g)	C ((b/A)*100)	D (%)	E C'D
1 1/2"	1"	2000	1290	64.50	26.5	17.09
1"	3/4"	1500	1100	73.33	32.9	24.13
3/4"	1/2"	1200	988.0	82.33	26.3	21.65
1/2"	3/8"	300	188.0	62.67	14.4	9.02
					100	
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS				:	%	71.90

Fig. 17. Partículas con una y dos caras de fracturas

De la Fig. 17. Del ensayo de caras fracturadas se cumple con parámetros establecidos

teniendo un valor de 100/71.90, y lo que indica la norma es un valor de mínimo de 85/50.

CANTERA	A	B	
PROGRESIVA (Km)			
PROFUNDIDAD (m)			
(1) PESO DEL TARRO	23.500	23.590	
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	73.500	73.596	
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.519	23.62	
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.019	0.021	
(5) PESO AGUA (2 - 3)	49.981	49.98	
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.038%	0.042%	
PROMEDIO	0.040%		

Fig. 18. Sales solubles

Según la Fig.18. tenemos un valor promedio de 0.040% dando cumplimiento a lo que establece la norma MTC E 219 que acepta un valor máximo de 5%.

EJEMPLAR N°	1	2	3
PESO SECO, Wd (Kg)	401.28	402.1	419.1
PESO SATURADO, Ww (Kg)	404.57	405.34	422.5
ABSORCION, (%)	0.82%	0.81%	0.81%
ABSORCION PROMEDIO, (%)	0.811%		

Fig. 19. Absorción del agregado grueso

De la Fig. 19. Después de aplicar el ensayo de absorción y teniendo un valor de 0.811%, se acepta el valor pues la norma MTC E 206 indica que el máximo aceptable es de 1%.

De la Tabla VII y VIII respectivamente se visualiza que el agregado grueso de la cantera 3 tomas reúne los requisitos mínimos y máximos que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), quedando valida la correcta caracterización del agregado grueso en cada ensayo realizado, lo cual conlleva a tener un correcto diseño de mezclas asfáltica.

Tabla IX

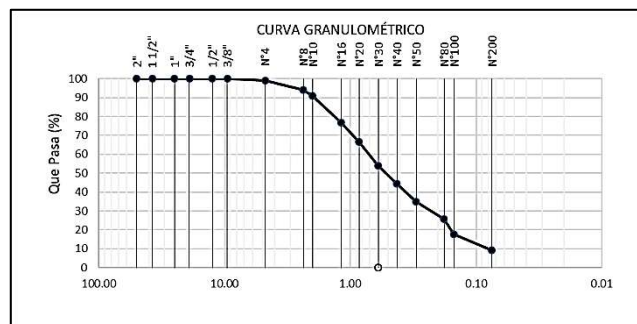
Resultados de la caracterización del agregado fino

Para agregado fino – Cantera 3 Tomas		
Ensayo a realizar	Resultado	Requerimientos
Equivalente de arena	64.1	60% min - MTC E114
Índice de plasticidad	2.64	4% máx. - MTC E 111
Sales solubles totales	0.023	0.5% máx. - MTC E 219
Absorción	0.476	0.5% máx. - MTC E 205
Adhesividad (Riedel weber)	4.0	4 mín. - MTC E 220

Tabla X

Resultado granulométrico del agregado fino

Muestra : Agregado Fino		Cantera: 3 Tomas			
Masa inicial Seco		352.25			
Malla	Masa	%	% Acumulado	% Acumulado	
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00
1"	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.75	2.94	0.83	0.83	99.17
Nº 8	2.36	18.54	5.26	6.10	93.90
Nº 10	2	10.78	3.06	9.16	90.84
Nº 16	1.18	49.95	14.18	23.34	76.66
Nº 20	0.850	35.4	10.05	33.39	66.61
Nº 30	0.600	45.55	12.93	46.32	53.68
Nº 40	0.425	32.33	9.18	55.50	44.50
Nº 50	0.300	34.75	9.87	65.36	34.64
Nº 80	0.180	31.80	9.03	74.39	25.61
Nº100	0.150	28.85	8.19	82.58	17.42
Nº200	0.075	29.60	8.40	90.98	9.02
FONDO		31.70	9.00	99.98	0.02

**Fig. 20.** Granulometría del agregado fino

Según Tabla X y Fig. 20 se determina que el agregado fino cumple con la granulometría

estimada para ser usada en el diseño de una mezcla asfáltica en caliente.

Tamaño Máximo mm.	4.75	4.75	
Muestra N°	M - 1	M - 2	
Hora de Entrada	8.30	9.35	
Hora de Salida	8.40	8.45	
Hora de Entrada	9.00	9.00	
Hora de Salida	9.20	9.30	
Altura máx. del mat. Fino cm.	5.8	5.9	
Altura máx. de la Arena cm.	3.5	3.7	
Equivalente de Arena	65.5	62.7	
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO :	64.1 %		

Fig. 21. Equivalente de arena

De la Fig. 21. Según ensayo de equivalencia de arena se obtuvo un resultado promedio de 64.1% aceptando dicho porcentaje pues la norma indica que es aceptable hasta un mínimo de 60% de equivalencia de arena.

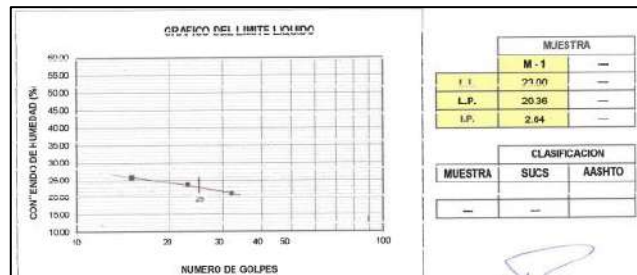


Fig. 22. Índice de plasticidad

Como se muestra en la Fig. 22 del ensayo realizado se obtuvo de resultado un índice de plasticidad de 2.64% quedando aceptado pues según norma MTC E 111 acepta el valor máximo de 4%.

CANTERA	A	B	
PROGRESIVA (Km)			
PROFUNDIDAD (m)			
(1) PESO DEL TARRO	23.500	23.508	
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	73.500	73.508	
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.511	23.01	
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.011	0.012	
(5) PESO AGUA (2 - 3)	49.989	49.99	
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.022%	0.024%	
PROMEDIO	0.023%		

Fig. 23. Sales solubles

El resultado obtenido según Fig. 23 se arrojó un valor de 0.023%, quedando admitido dicho valor pues la norma MTC E 219 indica que el valor máximo aceptable es de 0.5%.

ESPECIMEN N°	1	2	3
PESO SECO, Wd (Kg)	231.02	239.1	265.15
PESO SATURADO, Wh (Kg)	233.06	240.30	266.3
ABSORCION, (%)	0.48%	0.50%	0.43%
ABSORCION PROMEDIO, (%)	0.476%		

Fig. 24. Absorción de agregado fino

De la Fig. 24. el ensayo de absorción realizado a la arena se obtuvo un valor promedio de 0.476%, valor que es aceptado de acuerdo a la norma MTC E 205 que acepta un valor de 0.5% máximo.

De la Tabla IX y X respectivamente se visualiza que el agregado grueso de la cantera 3 tomas reúne los requisitos mínimos y máximos que establece el MTC, quedando validada la correcta caracterización del agregado grueso en cada ensayo realizado, lo cual conlleva a tener un correcto diseño de mezclas asfáltica.

Tabla XI

Composición química de neumático

Elemento	Porcentaje % en Peso
Carbono (C)	70
Hidrogeno (H)	7
Azufre (S)	1
Di nitrógeno (D2)	0.5
Oxigeno (O)	4
Óxido de Zinc (ZnC)	1
Hierro (Fe)	16
Ácido esteárico	0.3
Halógenos	0.1
Ligandos Cupríferos	200 mg/kg
Cadmio (Cd)	10 mg/kg
Cromo (Cr)	90 mg/kg
Níquel (Ni)	80 mg/kg
Plomo (Pb)	50 mg/kg

Fuente: Canta [31]

En la Tabla XI se detallan los componentes químicos que integran los elastómeros y plastómeros.

Teniendo en cuenta la granulometría de los agregados se presenta las Tabla XII, en la que se detalla los resultados obtenidos del ensayo de adherencia tanto para la piedra como la arena.

Tabla XII

Ensayo de adherencia piedra y arena

Cantera tres tomas	Tipo de Asfalto	Revestimiento (%)	Aditivo sin aditivo
Piedra chancada (MTC-E 520/MTC-E-517)	60/70	95	
	Tipo de Asfalto	Aditivo (%) Sn aditivo	Grado
Arena (Riedel Weber-MTC 220)	60/70	0	4

De la tabla XII, se interpreta que la piedra chancada al ser ensayada con asfalto PEN 60/70, se obtuvo un 95% de revestimiento, parámetro que según norma MTC -220 no necesita incorporar aditivos de adherencia, del mismo modo la arena ensaya con el mismo asfalto PEN 60/70, se obtiene como resultado un grado 4, que en cumplimiento de lo que la norma establece, al igual que el agregado grueso no necesita de un aditivo de adherencia.

Resultado de objetivo N°02

Se realizó la comparación de la estabilidad y flujo de Marshall de la mezcla asfáltica ensayada con la añadidura de elastómeros y plastómeros referente a la mezcla asfáltica convencional.

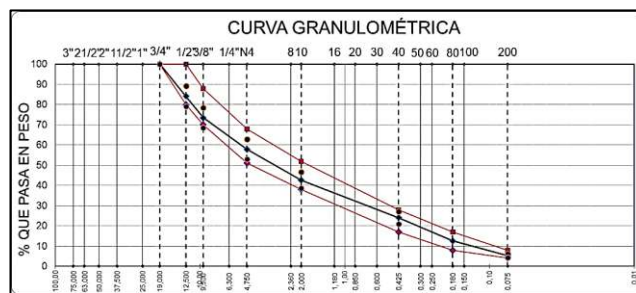


Fig. 25. Combinación de mezcla asfáltica caliente patrón

Según la Fig. 25. el análisis granulométrico y la composición de los mismos, cumplen con el huso granulométrico MAC-2 siendo la composición de A. Grueso 40 % + A. fino 60 %.

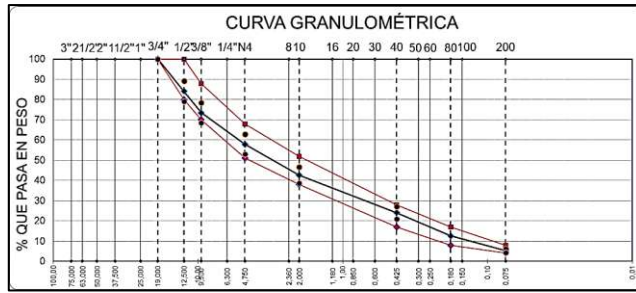


Fig. 26. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 0.5% de elastómero y plastómero

Según la Fig. 26. el análisis granulométrico y la composición de los mismos, dichos porcentajes con la inclusión de 0.5% de elastómero y plastómero está dentro del huso granulométrico MAC-2 siendo la composición de A. Grueso 40 % + A. fino 60 %.

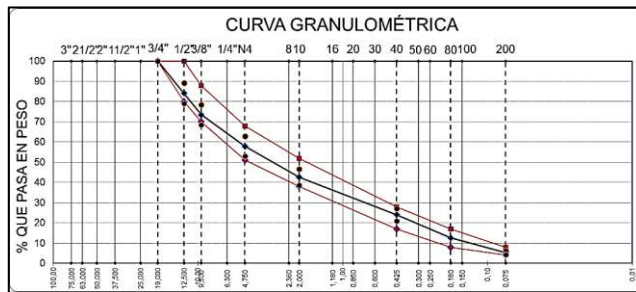


Fig. 27. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 1.0% de elastómero y plastómero

Según la Fig. 27. el análisis granulométrico y la combinación de los mismos dichos porcentajes con la introducción de 1.0% de elastómero y plastómero está dentro del límite del huso granulométrico MAC-2 siendo la composición de A. Grueso 40 % + A. fino 60 %.

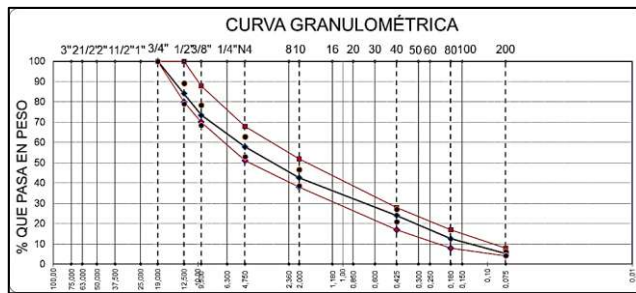


Fig. 28. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 1.5% de elastómero y plastómero

Según la Fig. 28. el análisis granulométrico y la composición de los mismos dichos porcentajes con la inclusión de 1.5% de elastómero y plastómero cumple con el huso granulométrico MAC-2 siendo la combinación de A. Grueso 40% + A. fino 60 %.

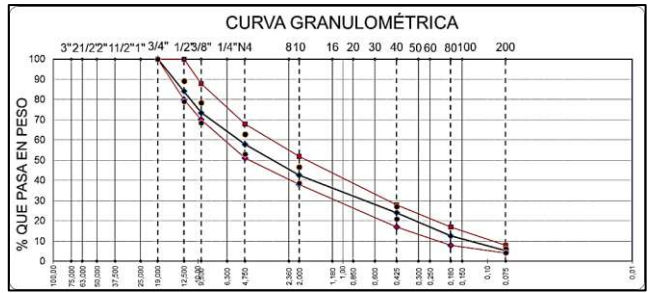


Fig. 29. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 2.0% de elastómero y plastómero

Según la Fig. 29. el análisis granulométrico y la composición de los mismos dichos porcentajes con la añadidura de 2.0% de elastómero y plastómero cumple con el huso granulométrico MAC-2 siendo la combinación de A. Grueso 40 % + A. fino 60 %.

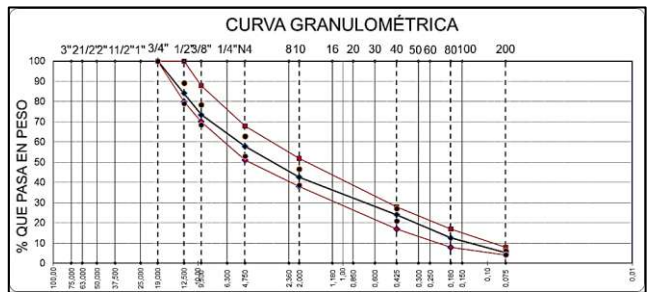


Fig. 30. Combinación de mezcla asfáltica caliente para 2.5% de elastómero y plastómero

Según la Fig. 30. el análisis granulométrico y la composición de los mismos dichos porcentajes con la inclusión de 2.5% de elastómero y plastómero está adentro de los términos del huso granulométrico MAC-2 siendo la mezcla de A. Grueso 40% + A. fino 60%.

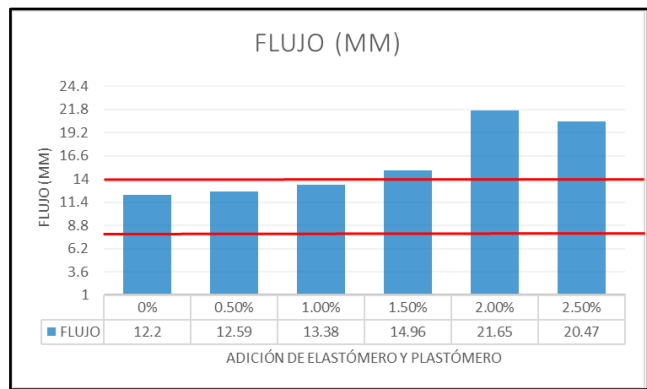


Fig. 31. Comparación del flujo con la adición de elastómero y plastómero

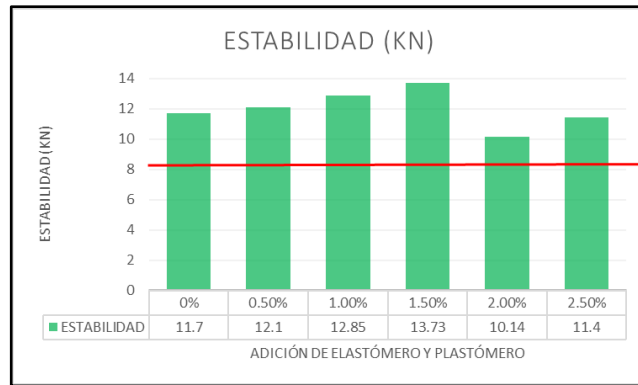


Fig. 32. Comparación de la estabilidad con la adición de elastómero y plastómero

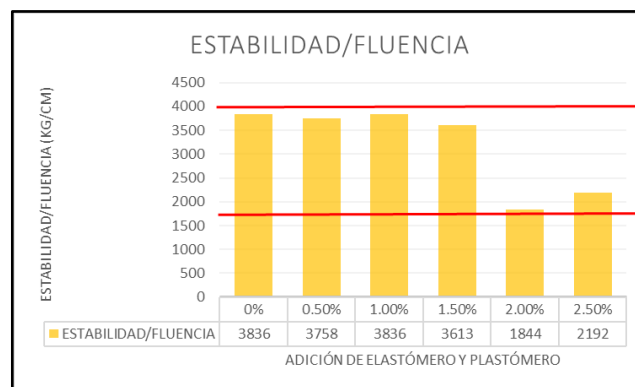


Fig. 33. Comparación estabilidad/fluencia

Tabla XIII

Resultado y comparación de mezclas asfálticas para tránsito pesado

Porcentaje de elastómero y plastómero	Tránsito pesado A						Especificaciones técnicas
	0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	
N° de golpes	75	75	75	75	75	75	
% C. A	5.55	5.60	5.80	5.90	6.10	6.00	
Vacíos (%)	4.40	4.20	4.20	4.00	5.00	4.40	3-5%
VMA (%)	18.10	18.00	17.90	17.90	18.90	18.40	
VLCA (%)	75.70	77.00	76.70	78.00	74.90	76.10	Mín. 75%
Flujo (mm)	12.20	12.59	13.38	14.96	21.65	20.47	Entre 8 – 14
Estabilidad corregida (kn)	11.70	12.10	12.85	13.73	10.14	11.40	Mín. 8.15 KN
Rel.	3836.00	3758.00	3836.00	3613.00	1844.00	2192.00	1700-4000
Estabilidad/Fluencia (kg/cm)							

De la las Fig. 31; 32; 33 y la tabla XII, se observa los estudios realizados a la mezcla asfáltica fueron procesados en Excel para un tránsito pesado respecto a la mezcla patrón, en

todos los porcentajes añadidos el elastómero y plastómero cumplen con los requisitos para una MAC-2, sin embargo se puede apreciar que una vez excedido en 2.5% la mezcla asfáltica deja de cumplir los parámetros que exige el MTC y la metodología Marshall en cuanto al Flujo y su relación estabilidad/fluencia tiende a disminuir, por lo que realizando un correcto análisis el porcentaje óptimo es en 1% de elastómero y plastómero mejorando así la relación estabilidad/fluencia.

Resultado del objetivo N° 3

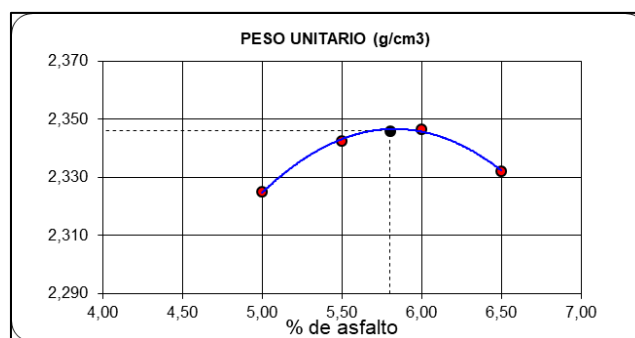


Fig. 34. Peso unitario de la mezcla asfáltica

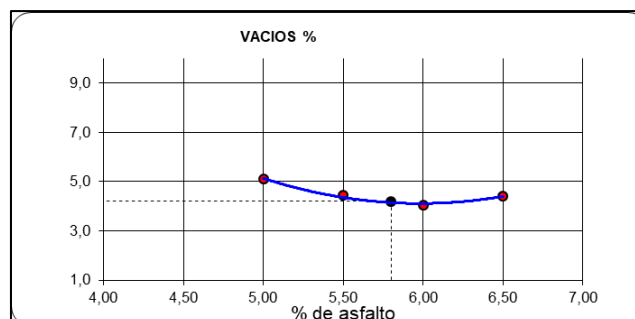


Fig. 35. Porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica

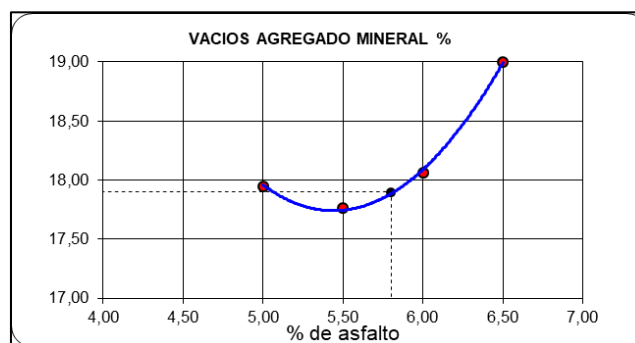


Fig. 36. Porcentaje de vacíos en el agregado mineral de la mezcla asfáltica

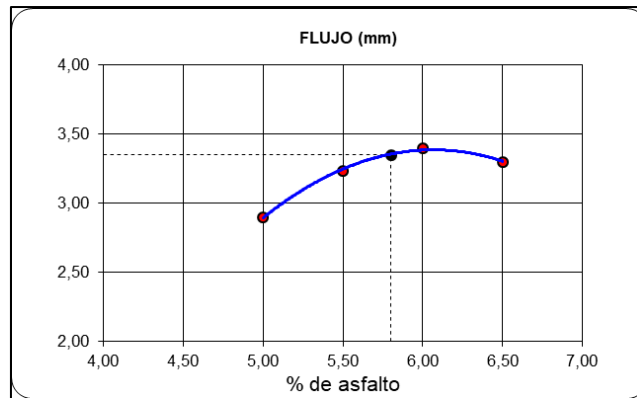


Fig. 37. Relación de flujo de la mezcla asfáltica

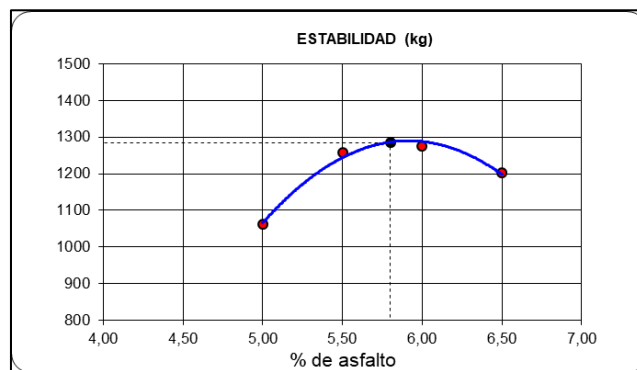


Fig. 38. Relación de estabilidad de la mezcla asfáltica

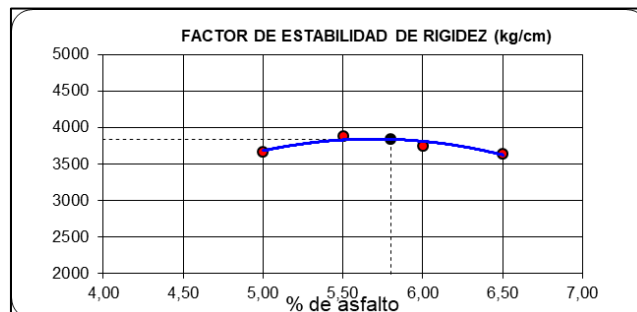


Fig. 39. Factor de relación estabilidad/fluencia

De los ensayos realizados se la fig. 33; 34; 35; 36; 37 y 38 y los distintos porcentajes de adición de elastómero y plastómero se define que el óptimo porcentaje a adicionar es 1.0% con esta adición la mezcla asfáltica presenta mejor comportamiento teniendo una relación de estabilidad/fluencia de 3836.00 kg/cm.

3.2. Discusión

Respecto a la caracterización de los materiales seleccionados cumplieron con los parámetros instituidos según el MTC, y los agregados no necesitaron de un incorporador de adherencia, motivo por el cual se pudo desarrollar el correcto diseño de las mezclas asfálticas corroborando así con investigaciones como la de Álvarez y Carrera [32] en las cual tanto sus agregados como su plastómero muestran propiedades que se encuentran dentro de lo que la normativa establece.

Respecto a la segunda discusión tenemos que los resultados conseguidos en el ensayo, nos muestra que el porcentaje de sustitución que arrojó el mejor valor relacionado al flujo fueron los tratamientos 0.5% y 1.0% con valores de 12.59 y 13.38, asimismo, en porcentaje de asfalto que dio el mejor valor en flujo fue el 5.8% de asfalto con 13.38 mm, lo que nos refiere que el incremento en el nivel de sustitución del polímero plástico, influye sobre el flujo de la mezcla asfáltica. Tal como lo corrobora, Islam [9] quien nos dice que, al unir el GCR a la mezcla asfáltica, la estabilidad de Marshall reduce, muy por el contrario el flujo, contenido de vacíos y ligante acrecientan. Del mismo modo, Fonseca [28] nos dice que la fluencia dinámica se repite en el hormigón asfáltico y provoca el desarrollo de roderas, evidenciándose en el módulo de fluencia que este acrecienta con el aumento del porcentaje de plástico hasta el 8% de plástico y luego disminuye; mientras que la estabilidad muestran que el tratamiento de sustitución que arrojó el mejor valor de estabilidad sobre la mezcla asfáltica, fue el 1.5% con 13.73, asimismo, el porcentaje de asfalto que demostró un buen nivel de estabilidad fue el 5.90%, lo que nos permite inferir que la incorporación del polímero plástico, mejoró la estabilidad de la mixtura asfáltica. Tal como lo menciona Islam [9] quien nos dijo que el betún modificado con un solo tipo de polímero muestra una buena estabilidad ya que muestra una diferencia significativa en el punto de reblandecimiento, también la estabilidad de la mezcla betún-polímero es el uso futuro de la mezcla bituminosa Parámetros fundamentales, ya que, si la composición se mantiene homogénea a lo largo tiempo, las propiedades del ligante se transferirán a toda la mezcla asfáltica y se certificarán hasta el final.

De acuerdo con la tercera discusión tenemos a Fonseca [28], quien nos refiere que la estabilidad del 4% de plástico es la más alta, disminuyendo ligeramente con su aumento sobre la añadidura de la mezcla asfáltica, del mismo modo, se identifica una gran diferencia entre la estabilidad de la mezcla asfáltica normal y la del hormigón asfáltico modificado con plástico (es decir, más del 100%). Del mismo modo, Wulf [25] nos dicen que la adición de un 5% de HDPE y un 10% de CRP aumentaba la estabilidad Marshall y el valor MQ de la mezcla asfáltica no modificada en un 32,92% y un 57,84%, respectivamente. Por consiguiente, el factor de estabilidad/fluencia nos dicen que el nivel de sustitución que arrojó el mejor valor en relación a la rigidez fue el tratamiento de 1.0% el cual dio un valor de 3836.00, en comparación con el patrón y los tratamientos 0.5%, 1.5% y 2.0%, quienes fueron similares estadísticamente. Asimismo, en el porcentaje de asfalto el tratamiento que dio el mejor valor en relación a la rigidez fue el 5.8% con 3836.00 kg/cm. Datos que nos permiten inferir que, la incorporación de polímeros mejora la rigidez de la mezcla asfáltica. Datos que se corroboran con Ramos [13], quien nos dice que, la incorporación de polímeros, mejora la rigidez de la composición asfáltica, ofreciendo mejor conducta mecánica, ya que ofrece una mayor rigidez.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se lograron caracterizar los agregados para la mezcla asfáltica, evidenciándose en los ensayos realizados, que estos cumplieron con las características recomendadas para la fabricación de mezcla asfáltica, y que sus agregados no necesitaron de un incorporador de adherencia, todo esto en cumplimiento estricto de las normas técnicas empleadas para el debido proceso de cada ensayo.
- Se realizó la comparación de estabilidad y flujo de Marshall de la mezcla asfáltica con adición de elastómeros y plastómeros frente a la mezcla asfáltica patrón, evidenciando que influyó a todos los parámetros evaluados (peso unitario, % de vacío, % de vacío del agregado mineral, % de vacíos llenados con CA, flujo de la mezcla asfáltica, estabilidad y rigidez).
- Se logró obtener el porcentaje óptimo de elastómeros y plastómeros, evidenciándose que el mejor tratamiento para las pruebas realizadas el nivel de sustitución fue 1.0%, ya que arrojó el mejor valor % de vacío 4.20, % de vacío del agregado mineral 17.90, % de vacíos llenados con CA con 76.70 %, flujo con 13.38 mm, estabilidad con 12.85 Kn y rigidez de 3836.00 kg/cm.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda seguir el proceso correcto para los ensayos de los agregados y según los parámetros que establece la norma técnica peruana del MTC, del mismo modo verificar si los agregados obtenidos de canteras distintas a la estudiada requieren de algún aditivo incorporador de adherencia.
- Cambiar el tamaño de las partículas de elastómero y plastómero, bajo el mismo estudio y verificar si se obtiene resultados diferentes al de la presente investigación, centrándose siempre en la variación que pueda sufrir la estabilidad, flujo y factor rigidez de la mezcla siendo estas propiedades de suma importancia en el funcionamiento de un pavimento flexible.
- Investigar la incorporación de elastómeros y plastómeros con los mismos niveles de sustitución y/o porcentajes cercanos a esta investigación, para contribuir en la generación de antecedentes del estudio indicando mediante investigaciones que el 1% es el óptimo porcentaje para el buen funcionamiento de las mezclas asfálticas.

REFERENCIAS

- [1] A. Ullauri, N. Friend y J. Barzola, «Análisis físico-mecánico de morteros asfálticos compuestos a partir de materiales reciclados,» *Universidad y Sociedad*, vol. 10, nº 1, pp. 245-254, 2018.
- [2] Z. Leng y R. Kumar, «Producción de un material de pavimentación sostenible mediante el reciclaje químico de residuos de PET en asfalto modificado con caucho granulado,» *Revista de Producción Más Limpia*, vol. 180, nº 10, pp. 682-688, 2018.
- [3] H. Mohammed, «Sustainability of Asphalt Paving Materials Containing Different Waste Materials,» *Materials Science and Engineering*, vol. 454, nº 1, pp. 1-11, 2018.
- [4] F. Reyes, «Mezclas asfálticas modificadas con un elastómero (caucho) y un plastómero (tiras de bolsas de leche con asfalto 80-100),» *Infraestructura Vial*, vol. 9, nº 17, pp. 25-34, 2007.
- [5] R. Maharaj, C. Maharaj y M. Mahase, «The performance and durability of polyethylene terephthalate and crumb rubber–modified road pavement surfaces,» *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, vol. 35, nº 1, pp. 3-22, 2019.
- [6] J. Zhang, H. Li, P. Liu, M. Liang, H. Jiang, Z. Yao y G. Airey, «Exploración experimental de la influencia de los componentes de polímeros reciclados en la resistencia al ahuellamiento y el comportamiento a la fatiga de mezclas asfálticas,» *Revista de Materiales en Ingeniería Civil*, vol. 32, nº 6, pp. 2-15, 2020.
- [7] H. Bustos, P. Sosa, N. Rodríguez y J. Calderón, «Fundamentos micro y macroscópicos de la modificación del asfalto convencional con polímeros: una revisión,» *UNIMINUTO*, vol. 13, nº 24, pp. 58-77, 2018.
- [8] A. Islam y R. Mohamed, «Beneficios de la utilización del reciclaje de materiales plásticos de tereftalato de polietileno como modificador de mezclas asfálticas,» *Construction and Building Materials*, vol. 219, pp. 81-90, 2019.
- [9] Y. Yang y Y. Cheng, «Preparación y rendimiento de compuestos asfálticos modificados con residuos de caucho granulado y residuos de polietileno,» *Avances en ciencia e ingeniería de materiales*, vol. 2016, pp. 1-6, 2016.
- [10] S. Haider, I. Hafeez y R. Ullah, «Sustainable use of waste plastic modifiers to strengthen the adhesion properties of asphalt mixtures,» *Construction and Building Materials*, vol. 235, 2020.

- [11] A. Figueroa, E. Fonseca y F. Reyes, «Caracterización fisicoquímica y morfológica de asfaltos modificados con material reciclado,» *Ingeniería y Universidad*, vol. 13, nº 1, pp. 45-70, 2019.
- [12] R. Marcozzi y F. Morea, «MEZCLAS ASFÁLTICAS SEMICALIENTES ELABORADAS CON ADITIVOS TENSOACTIVOS. ESTUDIOS COMPARATIVOS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO RESPECTO A LAS MEZCLAS EN CALIENTE CONVENCIONALES,» *Ciencia y Tecnología de los Materiales*, pp. 13-29, 2011.
- [13] F. Goicochea, «Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, Chachapoyas – Amazonas – 2017,» Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, 2019.
- [14] J. Ramadhansy, Y. Haryati y H. Norhidayah, «Efecto del plástico residual como betún modificado en una mezcla asfáltica,» *Researchgate*, pp. 1-7, 2017.
- [15] S. Imran y F. Majed, «Diseño de asfalto utilizando plástico reciclado y residuos de caucho desmenuzado para la construcción de pavimentos sostenibles,» *Procedia Engineering*, vol. 145, nº 1, pp. 1557-1564, 2016.
- [16] A. Awad y F. Al-Adday, «Utilización de plásticos de desecho para mejorar el rendimiento de mezclas asfálticas modificadas en caliente,» *Researchgate*, vol. 13, nº 40, pp. 132-139, 2017.
- [17] H. P. C. Gibreil, «Efectos del polietileno de alta densidad y el polvo de caucho granulado como modificadores sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente,» *Materiales de Construcción y Construcción*, vol. 142, nº 1, pp. 101-108, 2017.
- [18] A. Azam, B. Sherif y R. Alabasse, «Evaluation of asphalt mixtures modified with polymer and wax,» *Springer Link*, vol. 4, nº 43, pp. 23-34, 2019.
- [19] UNIFORT, «<https://www.unifort.es/>,» UNIFORT PAVIMENTOS INDUSTRIALES, [En línea]. Available: <https://www.unifort.es/pavimentos-asfalto/pavimentos-flexibles-rigidos/>. [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [20] N. Aliyu, M. Hartadi, N. Zainab y A. Usman, «A Comprehensive Overview of the Utilization of Recycled Waste Materials and Technologies in Asphalt Pavements: Towards Environmental and Sustainable Low-Carbon Roads,» *MDPI*, vol. 11, nº 7, pp. 1-18, 2023.
- [21] K. Capcha, «Diseño de mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado, Tacna 2018,» Universidad Cesar Vallejo, Tacna, 2018.

- [22] C. Ramos, J. Rivera, B. Salazar y F. Escobar, «Efecto de la adición de materiales compuestos de estireno-butadieno/plumas de pollo en la modificación de asfaltos,» *Revista de Ingeniería Civil*, vol. 3, nº 9, pp. 1-6, 2019.
- [23] P. Gonzales, «Estudio de la influencia de la Adición de Neumático reciclado en Mezclas Asfálticas en Caliente, en la Ciudad de Juliaca,» Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez, Arequipa, 2019.
- [24] P. Singh, A. Kumar, S. Singh, R. Rajeev y C. Sing, «Use of Plastic Waste in Flexible Pavement-Green Highway,» *IJERT*, vol. 9, nº 9, 2020.
- [25] TDM, «TDM Más Allá Siempre,» grupo TDM, 2014. [En línea]. Available: <https://www.tdm.com.pe/casos-historicos-details-33/>. [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [26] La Industria, «laindustriadechiclayo,» La Industria, 05 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://laindustriadechiclayo.pe/noticia/1559855928-agosto-b-leguia-la-avenida-de-la-basura>. [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [27] RPP, «RPP,» RPP, 24 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/chiclayo-la-ciudad-donde-el-tratamiento-de-la-basura-fracaso-por-la-corrupcion-noticia-1182592>. [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [28] ADI PERÚ, «ADIPERÚ,» ADIPERÚ, 07 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://adiperu.pe/noticias/mcv-evalua-nueva-planta-de-emulsion-asfaltica/#:~:text=Confianza%20en%20la%20reactivaci%C3%B3n%20de,construcci%C3%B3n%20de%20una%20nueva%20planta..> [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [29] H. Rondón, W. Gómez y W. Castro, «Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla densa en caliente modificada con un desecho de polietileno de baja densidad (PEBD),» *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 25, nº 1, pp. 83-94, 2010.
- [30] Delgado y Solano, «Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019,» Lima, 2019.
- [31] L. Canta y J. Vivas, «"Diseño de mezclas asfálticas adicionando elastómeros y PET reciclado para cargas de tránsito pesado en vías metropolitanas, Lima 2018. ",» Lima, 2018.
- [32] L. Alvarez y E. Carrera, «Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica,» UPAO, Trujillo, 2017.
- [33] S. Salazar, «Incorporación de caucho reciclado en las mezclas asfálticas para

mejorar pavimentos flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019,» Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2020.

- [34] M. Bravo y C. Montalvo, «Desarrollo de una mezcla asfáltica en caliente con adición de caucho: caracterización del nuevo material,» CHICLAYO, 2019.
- [35] J. Navarro, «Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET,» Pimentel, 2017.
- [36] C. Ballena, «Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas,» Lambayeque, 2016.
- [37] J. Silva, «INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE EN LA CIUDAD DE CHICLAYO 2018,» UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, TRUJILLO, 2018.
- [38] N. Tejada, «DISEÑO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA ECOLÓGICA USANDO POLIETILENO DE TEREFTALATO (PET) RECICLADO Y CAUCHO MOLIDO,» Universidad Señor de Sipan, Chiclayo, 2022.
- [39] M. EG, Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, Lima: Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2013.
- [40] A. Fonseca, «Ingeniería de pavimentos para carreteras.,» Agora Editores, 2002.
- [41] J. Choque, «Estudio comparativo del método PCI y el Manual de Conservación Vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, tramo Emp. PE-3S-Atuncolla, 2017,» UNA, Puno, 2019.
- [42] C. Armijos, «Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja.,» Loja, 2009.
- [43] E. Rodríguez, «Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla.,» UDEP, Piura, 2009.
- [44] W. Cuba, «Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia – Distrito de San Juan de Luriganchó,» UCV, Lima, 2017.
- [45] H. Gibreil y C. Feng, «Efectos del polietileno de alta densidad y el polvo de caucho granulado como modificadores sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente,» *Construction and Building Materials*, vol. 142, nº 1, pp. 101-108, 2017.

- [46] F. Wulf, «Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímeros,» UACH, Valdivia, 2008.
- [47] L. e. Lastra et al., «Analysis of the skid resistance and adherence between layers of asphalt,» *Scopus*, vol. 133, pp. 163-170, 16 Diciembre 2016.
- [48] C. Palma, J. Ortiz, F. Ávalos y A. Castañeda, «Modificación de asfalto con elastómeros para su uso en pavimentos,» *Afinidad LXXIII*, pp. 1-6, Junio 2016.
- [49] Minaya y Ordóñez, *Diseño moderno de pavimento asfáltico*, ICG, Ed., Lima, Lima: Instituto de la Gerencia y Construcción, 2006.
- [50] M. Borja, «Metodología de la investigación científica para ingenieros,» Chiclayo, 2012.
- [51] Universidad Señor de Sipán, «Código de Ética en investigación de la Universidad Señor de Sipán S.A.C,» Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2023.

ANEXOS

**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE
DATOS**

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

A & C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Mz 3, Lote 59, Asentamiento Humano Ampliación Saúl Cantoral Huaman, distrito y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-aci-O6P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 12 de agosto de 2022

Fecha de Vencimiento: 11 de agosto de 2025



Cédula N° : 314-2022-INACAL/DA
Contrato N° : 031-2022-INACAL-DA
Registro N° : LE-187

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 22 de agosto de 2022



El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y sólo es de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/areas/acreditacion/acreditadas, y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (DMLA) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-aci-O1P-02M Ver: 03



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 067 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	2637-2023
2. Solicitante	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL
3. Dirección	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO -
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO MARSHALL
Capacidad	50 kN
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STM-5
Número de Serie	10122
Procedencia	PERU
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.01 kN
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-06-15

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-06-15

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 067 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillón lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	75 % HR	75 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 067 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	500	500.8	499.9	500.3	500.5
20	1000	1001.7	1000.6	1000.6	1001.1
30	1500	1502.3	1500.4	1500.7	1501.4
40	2000	2002.4	2002.3	2000.8	2002.0
50	2500	2501.1	2501.1	2502.1	2501.4
60	3000	3002.4	3001.9	3001.4	3002.1
70	3500	3503.1	3505.7	3502.7	3503.7
80	4000	4002.5	4006.0	4004.0	4003.7
90	4500	4504.2	4507.2	4505.2	4505.2
100	5000	5003.4	5008.4	5006.4	5005.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa r (%)	
500	-0.09	0.18	-0.18	0.00	0.35
1000	-0.11	0.11	-0.11	0.00	0.35
1500	-0.10	0.13	-0.13	0.00	0.35
2000	-0.10	0.08	0.00	0.00	0.34
2500	-0.06	0.04	0.00	0.00	0.34
3000	-0.07	0.03	-0.02	0.00	0.34
3500	-0.10	0.09	0.07	0.00	0.34
4000	-0.09	0.09	0.09	0.00	0.34
4500	-0.12	0.07	0.07	0.00	0.34
5000	-0.11	0.10	0.10	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Certificado de Calibración

LMB22-0713

<p>ORDEN DE TRABAJO : OT22-0701</p> <p>CLIENTE : A & C EXPLORACION GEOTÉCNICA MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.</p> <p>DIRECCIÓN : Nro. M-03 Int. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE - PERÚ</p> <p>LUGAR DE CALIBRACIÓN : ÁREA LABORATORIO</p> <p>INSTRUMENTO : BALANZA</p> <p>CLASIFICACIÓN : NO AUTOMÁTICA</p> <p>TIPO : ELECTRÓNICA</p> <p>MARCA / FABRICANTE : OHAUS</p> <p>MODELO : R31P30</p> <p>NÚMERO DE SERIE : 8339380044</p> <p>PROCEDENCIA : CHINA</p> <p>IDENTIFICACIÓN : 016-A&C-2022</p> <p>CAPACIDAD MÁXIMA : 30 000 g</p> <p>CAPACIDAD MÍNIMA : NO INDICA</p> <p>DIV. DE ESCALA (d) : 1 g</p> <p>DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g</p> <p>CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA</p> <p>ΔT LOCAL : 5 °C</p> <p>COEF. DERIVA TÉRMICA : 1E-05 °C⁻¹</p> <p>FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-11-11</p> <p>FECHA DE EMISIÓN : 2022-11-11</p>	<p>El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.</p>
--	--

Sello



Director de Laboratorio
Dante Abelino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC: 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

TRAZABILIDAD

Fuente de Trazabilidad	Nombre del Patrón	Certificado de Calibración
INACAL-DM	Juego de pesas desde 1 mg hasta 500 g Clase E2	LM-C-310-2022 / LM-C-353-2022
INACAL-DM	Pesa de 1 kg Clase E2	LM-C-274-2022
INACAL-DM	Pesa de 2 kg Clase E2	LM-C-302-2022
INACAL-DM	Pesa de 2 kg Clase E2	LM-C-305-2022
INACAL-DM	Pesa de 5 kg Clase E2	LM-C-307-2022
METROIL	Pesa de 10 kg Clase F1	1AM-0075-2022
INACAL-DM	Pesa de 20 kg Clase F1	LM-C-317-2022

MÉTODO - PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011 - Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - SNM - INDECOPI Edición 04 Abril 2010

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	: CONFORME	Escala	: NO TIENE
Oscilación libre	: CONFORME	Cursor	: NO TIENE
Plataforma	: CONFORME	Nivelación	: CONFORME
Sistema de traba	: NO TIENE	Función de ajuste (CAL)	: Interna: <input type="checkbox"/> Externa: <input checked="" type="checkbox"/> No tiene: <input type="checkbox"/>

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

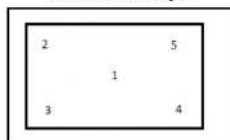
Temp. Ambiente Inicial = 20,2 °C Humedad (%) Inicial = 73,8 %
Final = 20,2 °C Final = 73,8 %

Medición N°	Carga L ₁ = 14999,99940 g			Carga L ₂ = 29999,99200 g			
	I g	ΔL g	E ₁ g	I g	ΔL g	E ₂ g	
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2	
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3	
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3	
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3	
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3	
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3	
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2	
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2	
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3	
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3	
$\Delta E_1 = \text{Max } E_1 - \text{Min } E_1 =$			0,1 g	$\Delta E_2 = \text{Max } E_2 - \text{Min } E_2 =$			0,1 g
EMP para L ₁ =			± 2,0 g	EMP para L ₂ =			± 3,0 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura Ambiente Inicial = 20,2 °C Humedad (%) Inicial = 73,8 %
Final = 20,3 °C Final = 72,7 %

Posición de la carga	Determinación de E ₀				Determinación de error corregido E _c				
	Carga mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E _c g
1	10,00001	10	0,6	-0,1	9 999,99600	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,7	-0,2		10 000	0,8	-0,3	-0,1
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,2	0,0
4		10	0,8	-0,3		10 001	0,7	0,8	1,1
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,8	-0,3	-0,1
Posición de las cargas					EMP para carga E _c en excentricidad = ± 2,0 g				



Vista Frontal

NOMENCLATURA

I : Indicación de la balanza
E₁ : Error en ensayo de repetibilidad carga L₁
E₂ : Error en ensayo de repetibilidad carga L₂

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC: 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Certificado de Calibración
LMB22-0713

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura Ambiente Inicial = 20,3 °C Humedad (%) Inicial = 72,7 %
Final = 20,3 °C Final = 73,8 %

Carga L g	Cargas crecientes				Cargas decrecientes				EMP ± g
	I g	ΔL g	E g	E _c g	I g	ΔL g	E g	E _c g	
10,00001	10	0,7	-0,2						
49,99996	50	0,7	-0,2	0,0	50	0,7	-0,2	0,0	1,0
500,00002	500	0,7	-0,2	0,0	500	0,7	-0,2	0,0	1,0
1 000,00040	1 000	0,7	-0,2	0,0	1 000	0,8	-0,3	-0,1	1,0
5 000,00340	5 000	0,8	-0,3	-0,1	5 000	0,7	-0,2	0,0	1,0
9 999,99800	10 000	0,7	-0,2	0,0	10 000	0,7	-0,2	0,0	2,0
14 999,99940	15 000	0,7	-0,2	0,0	15 000	0,6	-0,1	0,1	2,0
19 999,99600	20 000	0,6	-0,1	0,1	20 000	0,6	-0,1	0,1	2,0
23 999,99750	24 000	0,7	-0,2	0,0	24 000	0,6	-0,1	0,1	3,0
27 999,99960	28 000	0,7	-0,2	0,0	28 000	0,7	-0,2	0,0	3,0
29 999,99200	30 000	0,9	-0,4	-0,2	30 000	0,9	-0,4	-0,2	3,0

NOMENCLATURA

- L : Carga aplicada utilizando pesas patrón.
I : Indicación de la balanza.
E : Error obtenido de calcular $I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$
ΔL: Carga incrementada
- E_c : Error corregido resultante de calcular $E - E_0$
E₀ : Error en cero
EMP : Error Máximo Permissible

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL RESULTADO DE UNA PESADA

$$R_{CORREGIDA} = R + 8,584E-07 R$$

$$U_R = 2 \times \sqrt{1,698E-01 + 1,219E-09 \times R^2} \text{ g}$$

NOMENCLATURA

- R : Lectura obtenida de la indicación de la balanza en las unidades que se visualiza.
R_{CORREGIDA} : Lectura corregida de la balanza.
U_R : Incertidumbre expandida del resultado de una pesada.

INDICACIONES ADICIONALES

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva que indica el estado de la calibración.
- La capacidad mínima para esta clase de balanza según la NMP-003-2009 es de **50 g**
- La clase de exactitud de esta balanza según la NMP-003-2009 es **Alta II**
- El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo a la consideración PC-011: Ed. 04; Acápites 10.2
- Previo al inicio de la calibración se realizó una verificación obteniéndose:

Carga aplicada g	I g	E g	EMP g
30 000	29 998	-2	3

Debido a los errores obtenidos en la verificación, se hizo el ajuste con la función:

- CAL interna No se hizo ajuste
- CAL externa Indicar pesa utilizada

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AV-0447-2023



EXP.: 1A15670

Página 1 de 2

Fecha de Emisión: 2023-06-20

1. **Solicitante** : A & C EXPLORACIÓN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.
2. **Dirección** : N° M-03 Int. L-59 P. J. Saul Cantoral - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque
3. **Instrumento de medición** : **MATRAZ**
 - **Marca** : PYREX
 - **Código** : 041-L-A&C ⁽¹⁾
 - **Material** : Vidrio
 - **Clase** : No indica
 - **Procedencia** : U.S.A.
 - **Valor nominal** : 500 ml
 - **Temperatura de ref.** : 20 °C
 - **Tipo** : IN
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Volumen y Densidad de METROIL S.A.C. - Sede Lima
5. **Fecha de calibración** : 2023 - 06 - 20
6. **Método de calibración**
La calibración se realizó usando el método gravimétrico, según el PC-015 Edición 5°: 2017 INACAL, "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio y Plástico" del INACAL - DM.
7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IM-1111/ 1AIDE-0004	Balanza Analítica Clase : II	1AMC-0086-2023 / METROIL S.A.C.
IT-431/ 1AIDE-0014	Termómetro Digital con U = 0,06 °C	1AT-0090-2023 / METROIL S.A.C.

8. **Condiciones de calibración**
 - Temperatura ambiental : Inicio : 21,3 °C ; Final : 21,0 °C
 - Humedad ambiental : Inicio : 56,0 % H.R. ; Final : 54,0 % H.R.
 - Presión ambiental : 999,7 mbar

MÓNICA A. SALAZAR RODRÍGUEZ
Laboratorio de Calibración

⁽¹⁾ Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5556 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



9. Resultados

Indicación ml	Volumen Contenido ml	Corrección ml	Incertidumbre ml	Error Máximo Permisible (*) ± ml
500	500,06	0,06	0,05	0,5

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva en el instrumento con la indicación "CALIBRADO" y con identificación N° 1AMA-20873 .
- (*) Error máximo permisible Según Norma ISO 1042:1998 "Laboratory Glassware- One Mark Volumetric Flask".
- Los resultados están dados a la temperatura de referencia de 20 °C
- El volumen convencionalmente verdadero (volumen contenido) es igual a la indicación más la corrección correspondiente.
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de la medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

(FIN DEL DOCUMENTO)

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739

Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181

Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843

Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5556 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-28217-001 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo TAMIZ 8 in.

Instrument

Fabricante PINZUAR

Manufacturer

Modelo GRANOTEST

Model

Número de Serie 79305

Serial Number

Identificación Interna 001-L-A&C-2020

Internal Identification

Malla 3 in.

Mesh

Solicitante A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y
 MECANICA DE SUELOS SRL

Customer

Dirección NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL
 (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A
 FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO -
 CHICLAYO

Address

Ciudad CHICLAYO

City

Fecha de Calibración 2023 - 01 - 20

Date of calibration

Fecha de Emisión 2023 - 01 - 25

Date of issue

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03

Number of pages of the certificate and documents attached

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR
 LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver Arnulfo López
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR
 LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Francisco Adelfo Durán
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-123-01 R13.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-001 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	3 in.
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	75 mm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	75 mm ± 1,999 mm	75,29 mm	0,19 mm	2,00
Abertura Máxima X	77,779 mm	75,38 mm		
Desviación Estándar Máxima	No Aplica	0,13 mm	Aberturas medidas	all

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	6,30 mm	6,283 mm	30 µm	2,28
Diámetro Máximo	7,20 mm			
Diámetro Mínimo	5,40 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES.

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,77 mm	0,72 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,04 mm	0,13 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,5 mm	2,3 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-001 R0

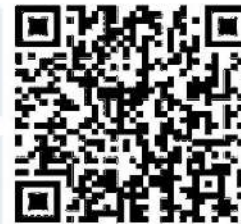
Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-001**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**L-28217-002 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8 in.	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	67184	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	002-L-A&C-2020	
Malla <i>Mesh</i>	2 in.	
Solicitante <i>Customer</i>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL	
Dirección <i>Address</i>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
Ciudad <i>City</i>	CHICLAYO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 01 - 20	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 01 - 25	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Tecg. Jaiver Arnulfo López
 Metrologo Laboratorio de Metrología



Tecg. Francisco Adelfo Durán
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R13.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**L-28217-002 R0**

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	2 in.
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	50 mm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	50 mm ± 1,344 mm	49,80 mm	0,15 mm	2,00
Abertura Máxima X	52,06 mm	49,93 mm		
Desviación Estándar Máxima	No Aplica	0,16 mm	Aberturas medidas	all

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	5,00 mm			
Diámetro Máximo	5,80 mm	4,918 mm	20 µm	2,01
Diámetro Mínimo	4,30 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES.

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,513 mm	0,057 mm	2,66
Altura Nominal	50,8 mm	49,76 mm	0,27 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,60 mm	0,20 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones**CONDICIONES AMBIENTALES**

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-002 R0

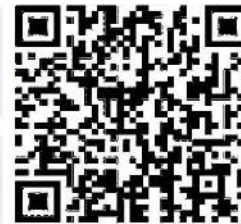
Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-002**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**L-28217-003 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo TAMIZ 8 in.*Instrument***Fabricante** PINZUAR*Manufacturer***Modelo** GRANOTEST*Model***Número de Serie** 67913*Serial Number***Identificación Interna** 003-L-A&C-2020*Internal Identification***Malla** 1 ½ in.*Mesh***Solicitante** A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y
MECANICA DE SUELOS SRL*Customer***Dirección** NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL
(FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A
FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO -
CHICLAYO*Address***Ciudad** CHICLAYO*City***Fecha de Calibración** 2023 - 01 - 20*Date of calibration***Fecha de Emisión** 2023 - 01 - 25*Date of issue***Número de páginas del certificado, incluyendo anexos***Number of pages of the certificate and documents attached*

03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado*Signatures Authorizing the Certificate*

Tecg. Jaiver Arnulfo López
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Adelfo Durán
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-123-01 R13.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-003 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	1 ½ in.
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	37,5 mm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	37,5 mm ± 1,014 mm	38,24 mm	0,21 mm	2,00
Abertura Máxima X	39,167 mm	38,77 mm		
Desviación Estándar Máxima	No Aplica	0,36 mm	Aberturas medidas	all

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	4,50 mm	3,991 mm	20 µm	2,01
Diámetro Máximo	5,20 mm			
Diámetro Mínimo	3,80 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES.

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,68 mm	0,35 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,37 mm	0,36 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,61 mm	0,13 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

L-28217-003 R0

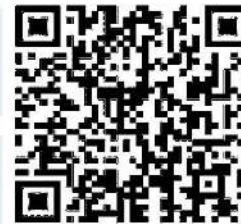
Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-003**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-28217-005 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8 in.	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	67901	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	005-L-A&C-2020	
Malla <i>Mesh</i>	¾ in.	
Solicitante <i>Customer</i>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL	
Dirección <i>Address</i>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
Ciudad <i>City</i>	CHICLAYO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 01 - 20	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 01 - 25	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Francisco Adelfo Durán
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-123-01 R13.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-005 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	¾ in.
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	19 mm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	19 mm ± 0,522 mm	19,052 mm	30 µm	2,00
Abertura Máxima X	20,013 mm	19,185 mm		
Desviación Estándar Máxima	0,393 mm	0,062 mm	Aberturas medidas	30

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	3,15 mm	3,003 mm	20 µm	2,01
Diámetro Máximo	3,60 mm			
Diámetro Mínimo	2,70 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES:

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,43 mm	0,25 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,12 mm	0,29 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,72 mm	0,46 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-005 R0

Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-005**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017
 IT-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**L-28217-007 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8 in.	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	67335	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	007-L-A&C-2020	
Malla <i>Mesh</i>	No. 4	
Solicitante <i>Customer</i>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL	
Dirección <i>Address</i>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
Ciudad <i>City</i>	CHICLAYO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 01 - 20	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 01 - 25	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Tecg. Jaiver Arnulfo López
 Metrologo Laboratorio de Metrología



Tecg. Francisco Adelfo Durán
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R13.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

L-28217-007 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	No. 4
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	4,75 mm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	4,75 mm ± 0,135 mm	4,751 mm	32 µm	2,00
Abertura Máxima X	5,123 mm	4,865 mm		
Desviación Estándar Máxima	0,118 mm	0,070 mm	Aberturas medidas	30

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	1,60 mm	1,409 mm	20 µm	2,01
Diámetro Máximo	1,90 mm			
Diámetro Mínimo	1,30 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES.

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,01 mm	0,47 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	49,79 mm	0,24 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,16 mm	0,34 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017
 IT-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**L-28217-008 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo
Instrument TAMIZ 8 in.

Fabricante
Manufacturer PINZUAR

Modelo
Model GRANOTEST

Número de Serie
Serial Number 68373

Identificación Interna
Internal Identification 008-L-A&C-2020

Malla
Mesh No. 10

Solicitante
Customer A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y
 MECANICA DE SUELOS SRL

Dirección
Address NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL
 (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A
 FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO -
 CHICLAYO

Ciudad
City CHICLAYO

Fecha de Calibración
Date of calibration 2023 - 01 - 20

Fecha de Emisión
Date of issue 2023 - 01 - 25

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached 03

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Tecg. Jaiver Arnulfo López
 Metrólogo Laboratorio de Metrología



Tecg. Francisco Adelfo Durán
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-FC-12-F-01 R13.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-008 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	No. 10
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	2 mm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K_{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	2 mm ± 0,059 mm	1969,1 µm	6,5 µm	2,00
Abertura Máxima X	2,204 mm	1988,6 µm		
Desviación Estándar Máxima	0,064 mm	9,2 µm	Aberturas medidas	50

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K_{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	0,900 mm	882,8 µm	2,8 µm	2,00
Diámetro Máximo	1,040 mm			
Diámetro Mínimo	0,770 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES:

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K_{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,52 mm	0,57 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,16 mm	0,14 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,69 mm	0,93 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**L-28217-008 RO**

Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Reglilla Micrométrica	No presenta	S1-5269 del INM
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-008**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-007 R0

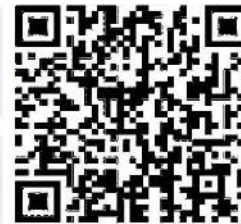
Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-007**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**L-28217-009 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo
Instrument TAMIZ 8 in.

Fabricante
Manufacturer PINZUAR

Modelo
Model GRANOTEST

Número de Serie
Serial Number 70222

Identificación Interna
Internal Identification 009-L-A&C-2020

Malla
Mesh No. 20

Solicitante
Customer A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y
 MECANICA DE SUELOS SRL

Dirección
Address NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL
 (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A
 FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO -
 CHICLAYO

Ciudad
City CHICLAYO

Fecha de Calibración
Date of calibration 2023 - 01 - 20

Fecha de Emisión
Date of issue 2023 - 01 - 25

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR
 LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver Arnulfo López
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR
 LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Francisco Adelfo Durán
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-12-P-01 R13.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-009 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	No. 20
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	850 μ m		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K_{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	850 μ m \pm 26,198 μ m	844,3 μ m	5,4 μ m	2,00
Abertura Máxima X	963,891 μ m	855,7 μ m		
Desviación Estándar Máxima	35,25 μ m	6,1 μ m	Aberturas medidas	80

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K_{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	0,500 mm	492,8 μ m	5,6 μ m	2,01
Diámetro Máximo	0,580 mm			
Diámetro Mínimo	0,430 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES:

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K_{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,56 mm	0,30 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,23 mm	0,31 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,38 mm	0,42 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**L-28217-009 R0**

Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Reglilla Micrométrica	No presenta	S1-5269 del INM
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-009**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**L-28217-010 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo TAMIZ 8 in.

Instrument

Fabricante PINZUAR

Manufacturer

Modelo GRANOTEST

Model

Número de Serie 67636

Serial Number

Identificación Interna 010-L-A&C-2020

Internal Identification

Malla No. 40

Mesh

Solicitante A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y

Customer

MECANICA DE SUELOS SRL

Dirección NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL

Address

(FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRETA
 FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO -
 CHICLAYO**Ciudad** CHICLAYO

City

Fecha de Calibración 2023 - 01 - 21

Date of calibration

Fecha de Emisión 2023 - 01 - 25

Date of issue

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

03

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Tecg. Jaiver Arnulfo López
 Metrologo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Adelfo Durán
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-010 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	No. 40
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	425 µm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	425 µm ± 13,992 µm	414,9 µm	2,8 µm	2,00
Abertura Máxima X	497,508 µm	419,9 µm		
Desviación Estándar Máxima	22,43 µm	2,2 µm	Aberturas medidas	120

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	0,280 mm	279,5 µm	2,8 µm	2,00
Diámetro Máximo	0,320 mm			
Diámetro Mínimo	0,240 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES:

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,54 mm	0,37 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,30 mm	0,47 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,61 mm	0,22 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**L-28217-011 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8 in.	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the international System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	74781	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	011-L-A&C-2020	
Malla <i>Mesh</i>	No. 60	
Solicitante <i>Customer</i>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL	
Dirección <i>Address</i>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
Ciudad <i>City</i>	CHICLAYO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 01 - 21	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 01 - 25	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Tecg. Jaiver Arnulfo López
 Metrólogo Laboratorio de Metrología



Tecg. Francisco Adelfo Durán
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-011 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	No. 60
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	250 µm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	250 µm ± 8,902 µm	244,0 µm	2,5 µm	2,00
Abertura Máxima X	302,038 µm	253,1 µm		
Desviación Estándar Máxima	16,11 µm	4,0 µm	Aberturas medidas	160

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	0,160 mm	164,5 µm	2,4 µm	2,00
Diámetro Máximo	0,190 mm			
Diámetro Mínimo	0,130 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES:

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	K _{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,67 mm	0,80 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,06 mm	0,20 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,5 mm	1,0 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-011 R0

Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Reglilla Micrométrica	No presenta	S1-5269 del INM
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-011**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-010 R0

Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Reglilla Micrométrica	No presenta	S1-5269 del INM
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-010**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 17-LAC-034

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-28217-013 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8 in. PARA LAVADO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST
Número de Serie <i>Serial Number</i>	61091
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	013-L-A&C-2022
Malla <i>Mesh</i>	No. 200
Solicitante <i>Customer</i>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL
Dirección <i>Address</i>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL (FRENTE GRIFO ROSARIO-CARRET.A FERRENAFE) LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Ciudad <i>City</i>	CHICLAYO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 01 - 21
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 01 - 25

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

03

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se saquen de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Francisco Adelfo Durán
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-127-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

L-28217-013 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Designación	No. 200
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenció defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1. Resultados de la calibración de la malla.

	Abertura Nominal	75 µm		
	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	75 µm ± 3,733 µm	74,3 µm		
Abertura Máxima X	100,886 µm	78,7 µm	1,3 µm	2,00
Desviación Estándar Máxima	8,04 µm	1,8 µm	Aberturas medidas	250

Tabla 2. Resultado de la medición del diámetro del alambre

	Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	0,050 mm			
Diámetro Máximo	0,058 mm	55,0 µm	1,3 µm	2,01
Diámetro Mínimo	0,043 mm			

Tabla 3. Resultados de la medición del marco. Medición informativa, VER OBSERVACIONES.

	Valor Nominal ²	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k _{p=95,45 %}
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,46 mm	0,26 mm	3,32
Altura Nominal	Altura No Estándar	98,505 mm	0,048 mm	2,88
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,2 mm	1,8 mm	3,32

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

² Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2. Ver Observaciones

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,9 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,9 °C	Humedad Mínima:	52 %

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

L-28217-013 R0

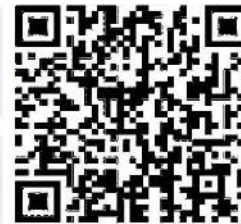
Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración
Reglilla Micrométrica	Olympus	5362 del INM
Pie de rey	No presenta	L-26979-001 de Pinzuar
Pie de rey medición interiores	Insize	L-26979-002 de Pinzuar
Pie de rey medición profundidad	No presenta	L-26979-003 de Pinzuar

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Los resultados de la calibración del marco del tamiz, relacionados en la hoja 2 de este certificado, no están cubiertos por el alcance acreditado. Su medición se realiza de manera informativa
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-28217-013**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Pimentel, 10 de agosto de 2023

Quien suscribe:

Sr. Cristhian Miguel Arrunategui Brown

REPRESENTANTE LEGAL DE – A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L. Ltda.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado:

INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Por el presente, el que suscribe, Cristhian Miguel Arrunategui Brown representante legal de A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L. Ltda., AUTORIZO al estudiante: Cabrera Rocha Oscar Alin, identificado con DNI N° 74558408, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y autor del trabajo de investigación denominado INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como plantillas para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de investigación, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Cristhian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR

Atentamente.

Cristhian Miguel Arrunategui Brown: DNI N° 17452720

Representate legal.



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos

-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolg . Av. Chiclayo Mz. "3" Lt. "59" – Ampliación Saúl Cantoral, Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque - Perú

Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804

www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

AUTOR:

OSCAR ALIN CABRERA ROCHA
(ORCID 0000-0001-9773-2440)

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS – A&C EXPLORAION GEOTECNICA

PROYECTO:

**INFLUENCIA DE UN
INCORPORADOR DE ADHERANCIA
PARA UNA MEZCLA ASFALTICA
MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y
PLASTÓMERO RECICLADOS**

OBJETIVO:

**TESIS PARA OBTENER EL
TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**



“AÑO DE LA UNIDAD, PAZ Y DESARROLLO” - 2023



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolong. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt "59" - Ampliación Saúl Cantoral, Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque - Perú

Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804

www.aycexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

ENSAYOS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES A UTILIZARSE EN LOS DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE, PROCEDENTES DE LA CANTERA TRES TOMAS, ARENA Y PIEDRA



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

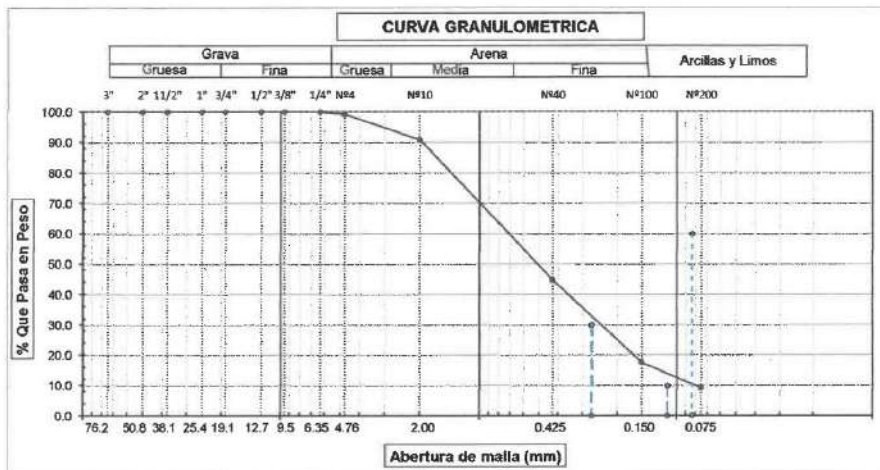
Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(N.T.P. 339.128 / ASTM - D422)

SOLICITANTE : INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA
 PROYECTO : CON ELASTOMERO Y PLASTOMERO RECICLADO.
 UBICACION : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
 : OSCAR ALIN CABRERA (ORCID : 0000 0001 9773 2440)
 FECHA : 1/07/2023
 CANTERA : ARENA DE LA CANTERA TRES TOMAS - PARA DISEÑOS DE MEZCLAS DE ASFALTO
 CALICATA N° : MUESTRA N°: M - 1 PROFUNDIDAD :

ABERTURA MALLA		PESO		% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)	RETENIDO	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	
3"	76.200						PESO TOTAL : 100.1 g
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO : 9.1 g
2"	50.800						0.00
1 1/2"	38.100						LIMITE LIQUIDO : N° P° %
1"	25.400					100.0	LIMITE PLASTICO : N° P° %
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICIDAD : N° P° %
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO :
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS :
1/4"	6.350	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCION DEL SUELO :
N°4	4.760	0.80	0.80	0.8	0.8	99.2	
N°8	2.380	5.30	5.30	5.3	6.1	93.9	
N°10	2.000	3.10	3.10	3.1	9.2	90.8	
N°16	1.190	14.20	14.20	14.2	23.4	76.6	
N°20	0.840	10.00	10.00	10.0	33.4	66.6	
N°30	0.590	12.90	12.90	12.9	46.3	53.7	
N°40	0.425	9.20	9.20	9.2	55.5	44.6	
N°50	0.300	9.90	9.90	9.9	65.3	34.7	
N°80	0.180	9.00	9.00	9.0	74.3	25.7	
N°100	0.150	8.20	8.20	8.2	82.5	17.5	MODULO DE FINEZA
N°200	0.075	8.40	8.40	8.4	90.9	9.1	Coef. Uniformidad
< N° 200	FONDO	9.10	9.10	9.1	100.0	0.0	Coef. Curvatura



Observaciones:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saui Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID : 0000-0001-9773-2440)

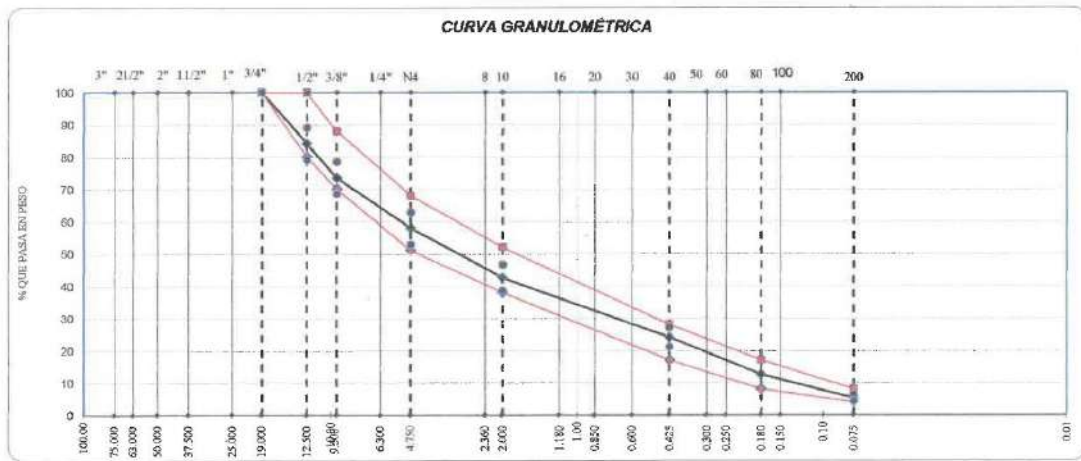
Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

MEZCLA ARENA 60 % + 40 % DE PIEDRA CHANCADA PARA MÉSCLA ASFALTICA EN CALIENTE - CANTERA TRES TOMAS

COMBINACIONES - MEZCLA ASFALTICA CALIENTE

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada 3/4"	Arena Zarandeada 1/4"	Cal (Filler)	Total %	Especificaciones		OBSERVACIONES
						MAC 2	VARIACION PERMISIBLE	
% Combinaciones		40	60	0	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	100	
1/2"	12.500	60.3	100.0		84.1	80 - 100	78.1 89.1	
3/8"	9.500	33.8	100.0		73.5	70 - 88	68.5 78.5	
1/4"	6.300							
Nº4	4.750	2.5	84.8		57.8	51 - 68	52.9 62.9	
Nº8	2.360							
Nº10	2.000	0.5	70.7		42.6	38 - 52	38.6 46.6	% Agregados
Nº16	1.180							
Nº20	0.850							% Grava 42.1
Nº30	0.600							% Arena 57.9
Nº40	0.425		40.0		24.0	17 - 28	21.0 27.0	% Fino 5.2
Nº50	0.300							
Nº60	0.250							
Nº80	0.180		20.8		12.6	8 - 17		
Nº100	0.150							
Nº200	0.075		8.7		5.2	4-8	4.2 6.2	
PASA								



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arruategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arruategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174570



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saúl Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

**RESISTENCIA DE ABRASION (MAQUINA LOS ANGELES)
 AASHTO - T - 96 ASTM -131**

TESIS : "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS"
OBJETIVO : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
AUTOR : OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)
MATERIAL : PIEDRA DE 3/4" DE LA CANTERA TRES TOMAS- PARA FABRICACION ASFALTO EN CALIENTE
FECHA : 1/07/2023

MUESTRA N°	1			
GRADUACION	"B"			
PESO MUESTRA	5000			
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"	2500			
1/2" - 3/8"	2500			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N°4 - N° 8				
Total Desgaste	1008			
Ret. N° 12				
500 Vueltas				
Ret. N° 12	3992			
% Desgaste	20.2%			
PROMEDIO				

MUESTRA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

 Miguel A. Arrunategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

 Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO DE DURABILIDAD							
INALTERABILIDAD DE ARIDOS POR EL							
USO DE SULFATOS DE MAGNESIO MTC E 209							
METODO : AASHTO T-104							
SOLICITA	:	INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA					
OBJETIVO	:	CON ELASTOMERO Y PLASTOMERO RECICLADOS					
MUESTRA	:	TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL					
AUTOR	:	OSCAR ELIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)					
FECHA	:	1/07/2023					
TRES TOMAS DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO EN SOLUCION DE MgSO₄							
T. de MALLAS Pasa Ret.	Escala de Orig.	Peso de Fracción Original	Peso de Fracción desp. de Ensayo	Pérdida desp. de Ensayo	% Pérdida desp. de Ensayo	% de Pérdida Corregidas	
3/8" N° 4	7.97	100	96.4	3.6	3.60	0.29	
N° 4 N° 8	11.48	100	93.2	6.8	6.80	0.78	
N° 8 N° 16	11.18	100	90.3	9.7	9.70	1.08	
N° 16 N° 30	19.33	100	93.5	6.5	6.50	1.26	
N° 30 N° 50	29.76	100	86.4	13.6	13.60	4.05	
N° 100	0.00						
TOTALES						7.46	
TRES TOMAS DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCION DE MgNa₄							
T. de MALLAS	Escala de Orig.	Peso de Fracción Original	Peso de Fracción desp. de Ensayo	Pérdida desp. de Ensayo	% Pérdida desp. de Ensayo	% de Pérdida Corregidas	
2" 1 1/2"							
1 1/2" 1"	3.64	1050	1010	40.00	3.81	0.14	
1" 3/4"	10.30	450	420.00	30.00	6.67	0.69	
3/4" 1/2"	40.17	670	614.80	55.20	8.24	3.31	
1/2" 3/8"	21.60	330	289.00	41.00	12.42	2.66	
3/8" 4"	24.40	300	278.80	21.20	7.07	1.72	
TOTALES	100.11					8.54	
CANTERA :							
OBSERVACIONES: A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.							
 Miguel A. Armat LABORATORISTA				 Christian Miguel Arrunategui Brown INGENIERO SUPERVISOR			

A&C-182 D - 2023



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS										
ASTM - D 4791 - MTC E211										
TESIS		INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTOMERO Y PLASTOMERO RECICLADOS								
OBJETIVO		TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL								
AUTOR		OSCAR ALIN CABRERA (ORCID 0000-0001-9773-2440)								
MATERIAL		PARA BASE Y SUB BASE				MATERIAL: GRUESO				
FECHA		1/07/2023								
		CANTERA TRES TOMAS								
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS		ALARGADAS			
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETE.	% RET.	% PASA	PESO	%	PESO	%		
PULG.	(mm)									
2"	50.000									
1 1/2"	37.500	265	21.63	78.37	1.63	0.62	1.60	0.66		
1"	25.000	252	20.57	57.80	1.70	0.67	1.50	0.60		
3/4"	19.000	185	15.10	42.69	1.77	0.96	1.40	0.76		
1/2"	12.500	302	24.65	18.04	1.60	0.53	1.20	0.40		
3/8"	9.500	125	10.20	7.84	1.123	0.90	1.00	0.80		
1/4"	6.300	96	7.84		1.0	0.90	1.15	1.20		
		1225			4.57		4.4			
PESO TOTAL DE LA MUESTRA					gr.	1225				
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					%	9.00				
Observaciones :										
.....										
.....										
.....										
.....										
A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L. Miguel A. Arrunategui Chuman LABORATORISTA					A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L. Cristian Miguel Arrunategui Brown INGENIERO SUPERVISOR					



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

PARTICULAS CON UNA Y DOS CARAS DE FRACTURA
MTC-E 210 - ASTM - D5821

PROYECTO : INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA
 MODIFICADA CON ELASTOMERO Y PLASTOMERO RECICLADOS

OBJETIVO TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR OSCAR ALIN CABRERA (ORCID : 0000 0001 - 9773- 2440)

CANTERA FECHA: 1/07/2023

A CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO

PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	A (g)	B (g)	C ((b/A)*100)	D (%)	E C*D	
1 1/2"	1"	2000	2000	100.00	26.5	26.5	
1"	3/4"	1500	1500	100.00	32.9	32.9	
3/4"	1/2"	1200	1199	99.92	26.3	26.3	
1/2"	3/8"	300	299	99.67	14.4	14.4	
		5000			100		
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA					:	%	100.0

B CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO

PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	A (g)	B (g)	C ((b/A)*100)	D (%)	E C*D	
1 1/2"	1"	2000	1290	64.50	26.5	17.09	
1"	3/4"	1500	1100	73.33	32.9	24.13	
3/4"	1/2"	1200	988.0	82.33	26.3	21.65	
1/2"	3/8"	300	188.0	62.67	14.4	9.02	
					100		
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS					:	%	71.90

Observaciones

.....

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.



Miguel A. Arruñaga Chuanan
LABORATORISTA

.....

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.



Cristian Miguel Arruñaga Brown
INGENIERO SUPERVISOR
REG. CIP. Nº 174574



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

DETERMINACION DE SALES SOLUBLES
MTC - E219 - 2000

TESIS : INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTOMERO Y PLASTOMERO RECICLADO.
OBJETIVO : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
AUTOR : OSCAR ALIN CABRERA (ORCID : 0000 0001 9773-2440)
MUESTRA : PIEDRA DE 3/4" DE LA CANTERA TRES TOMAS
FECHA : 1/07/2023

CANTERA	A	B		
PROGRESIVA (Km)				
PROFUNDIDAD (m)		---		
(1) PESO DEL TARRO	23.500	23.599		
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	73.500	73.598		
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.519	23.62		
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.019	0.021		
(5) PESO AGUA (2 - 3)	49.981	49.98		
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.038%	0.042%		
PROMEDIO	0.040%			

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Miguel A. Arrunategui Chacón
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Cristhian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR
DEC 010 Nº 1745

Reg. Marca INDECOPI - C-00033437



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Cimentaciones
- Concreto
- Laboratorio
- Asfalto
- Canteras
- Roturas de testigos
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

METODO DE ENSAYO ABSORCION ASTM -C 128

PROYECTO : INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS "

OBJETIVO : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR : OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

MUESTRA : PIEDRA DE 3/4" DE LA CANTERA TRES TOMAS- PARA FABRICACION ASFALTO

CERTIFICADO : A&C- AC - 62 - 23 FECHA : 1/07/2023

PIEDRA DE LA CANTERA TRES TOMAS PARA FABRICACION DE MEZCLAS ASFALTICAS

ESPECIMEN N°	1	2	3
PESO SECO, Wd (Kg)	401.26	402.1	419.1
PESO SATURADO, Ws (Kg)	404.57	405.34	422.5
ABSORCION, (%)	0.82%	0.81%	0.81%
ABSORCION PROMEDIO, (%)	0.814%		

Observaciones:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Miguel A. Arramategui Chuman
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Cristhian Miguel Arramategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

EQUIVALENTE DE ARENA ASTM - D2419

TESIS : "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON EL ASTÓMERO Y EL ASTÓMERO RECICLADOS "
OBJETIVO : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVL
AUTOR : OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)
MATERIAL : PIEDRA DE 3/4" DE LA CANTERA TRES TOMAS- PARA FABRICACION ASFALTO EN CALIENTE
FECHA : 1/07/2023

Tamaño Máximo mm.	4.75	4.75		
Muestra N°	M - 1	M - 2		
Hora de Entrada	8.30	9.35		
Hora de Salida	8.40	8.45		
Hora de Entrada	9.00	9.00		
Hora de Salida	9.20	9.30		
Altura máx. del mat. Fino cm.	5.8	5.9		
Altura máx. de la Arena cm.	3.8	3.7		
Equivalente de Arena	65.5	62.7		
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO :	64.1 %			

OBSERVACIONES :

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Miguel A. Arrunategui Chuman
LABORATORISTA

Reg. Marca INDECOPI - C-00033437

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Cristhian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318

PROYECTO : INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS "

TESISTA : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

MUESTRA : ARENA PARA FABRICACION DE ASFALTO PASANTE MALLA N° 200

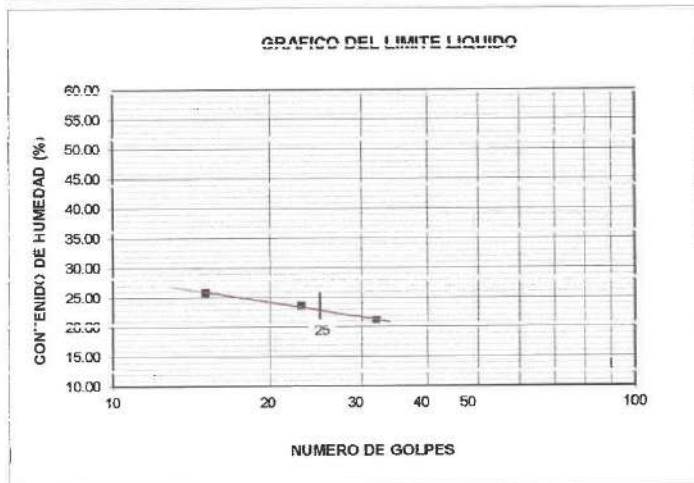
FECHA : 1/07/2023

LIMITE LIQUIDO

MUESTRA N°	M - 1			---		
MATERIAL						
Número de golpes	15	23	32	---	---	---
1. Recipiente N°	1	16	25	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	26.94	48.96	52.52	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	24.05	42.28	45.59	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	13.09	12.51	13.48	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	2.89	6.68	6.93	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	10.96	29.77	32.13	---	---	---
7. Humedad (%)	26.37	22.44	21.57	---	---	---

LIMITE PLASTICO

MUESTRA N°	M - 1			---		
MATERIAL						
1. Recipiente N°	14	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	20.01	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	19.02	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	13.93	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	0.99	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	5.09	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	19.45	---	---	---	---	---



MUESTRA		
M - 1	---	---
LL	23.00	---
L.P.	20.36	---
I.P.	2.64	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
---	---	---

Observaciones:

Reg. Marca Indecopi - C-00033437 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L

Miguel A. Arraiza
 Miguel A. Arraiza Chumán
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L
Cristhian Miguel Arraiza Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

DETERMINACION DE SALES SOLUBLES

MTC - E219 - 2000

TESIS : INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA
: MODIFICADO CON ELASTOMERO Y PLASTOMERO RECICLADO.
OBJETIVO : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
AUTOR : OSCAR ALIN CABRERA (OIRCID : 0000 0001 9773-2440)
MUESTRA : ARENA DE LA CANTERA TRES TOMAS
FECHA : 1/07/2023

CANTERA	A	B		
PROGRESIVA (Km)				
PROFUNDIDAD (m)		---		
(1) PESO DEL TARRO	23.500	23.598		
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	73.500	73.598		
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.511	23.61		
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.011	0.012		
(5) PESO AGUA (2 - 3)	49.989	49.99		
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.022%	0.024%		
PROMEDIO	0.023%			

CANTERA	A	B		

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Miguel A. Arrunategui Chucuan
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Cristhian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR



Reg. Marca INDECOPI - C-00033437



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

METODO DE ENSAYO ABSORCION ASTM -C 128																							
PROYECTO	: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA : CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS"																						
OBJETIVO	TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL																						
AUTOR	: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)																						
MUESTRA	: PIEDRA DE 3/4" DE LA CANTERA TRES TOMAS- PARA FABRICACION ASFALTO																						
CERTIFICADO	A&C- AC - 66 - 23	FECHA : 1/07/2023																					
<p style="color: red; font-weight: bold;">ARENA DE LA CANTERA TRES TOMAS PARA FABRICACION DE MEZCLAS ASFALTICAS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ESPECIMEN N°</th> <th style="width: 15%;">1</th> <th style="width: 15%;">2</th> <th style="width: 15%;">3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO SECO, Wd (Kg)</td> <td style="text-align: center;">231.92</td> <td style="text-align: center;">239.1</td> <td style="text-align: center;">265.15</td> </tr> <tr> <td>PESO SATURADO, W_h (Kg)</td> <td style="text-align: center;">233.06</td> <td style="text-align: center;">240.30</td> <td style="text-align: center;">266.3</td> </tr> <tr> <td>ABSORCION, (%)</td> <td style="text-align: center;">0.49%</td> <td style="text-align: center;">0.50%</td> <td style="text-align: center;">0.43%</td> </tr> <tr> <td>ABSORCION PROMEDIO, (%)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">0.476%</td> </tr> </tbody> </table>				ESPECIMEN N°	1	2	3	PESO SECO, Wd (Kg)	231.92	239.1	265.15	PESO SATURADO, W _h (Kg)	233.06	240.30	266.3	ABSORCION, (%)	0.49%	0.50%	0.43%	ABSORCION PROMEDIO, (%)	0.476%		
ESPECIMEN N°	1	2	3																				
PESO SECO, Wd (Kg)	231.92	239.1	265.15																				
PESO SATURADO, W _h (Kg)	233.06	240.30	266.3																				
ABSORCION, (%)	0.49%	0.50%	0.43%																				
ABSORCION PROMEDIO, (%)	0.476%																						
Observaciones:																							
 Miguel A. Arrunategui Chuanan LABORATORISTA		 Cristian Miguel Arrunategui Brown INGENIERO SUPERVISOR																					

Reg. Marca -C-00033437

A&C- AC - 66 - 23



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

TESIS : INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA
SOLICITA : MODIFICADA CON ELASTOMERO Y PLASTOMERO RECICLADO,
OBJETIVO : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
AUTOR : OSCAR ALIN CABRERA (ORCID: 0000 0001 9773 2440)
UBICACIÓN : MOTUPE - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 14/11/2018

ENSAYO DE ADHERENCIA (PIEDRA)

MTC - 220

PIEDRA CHANCADA PARA ASFALTO Y MESCLAS DE CONCRETO

CANTERA	Tipo de Asfalto	Revestimiento (%)	Aditivo Sin Aditivo
TRES TOMAS	60/70	95	

ENSAYO DE ADHERENCIA (ARENA)

RIEDEL WEBER D.E.E - MA8 MTC 220

ARENA NATURAL PARA ASFALTO Y MESCLAS DE CONCRETO

CANTERA	Tipo de Asfalto	Aditivo (%) Sin aditivo	Grado
TRES TOMAS	60/70	0	4

Observación : DE ACUERDO AL ENSAYO REALIZADO NO ES NECESARIO COLOCAR ADHERENTE.

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR
REG. CIP. N° 174530



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolong. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt "59" – Ampliación Saúl Cantoral, Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque – Perú
Teléf. 074 - 226446 / Cel: 978175503 / 944670804
www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS SIN ADITIVO



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

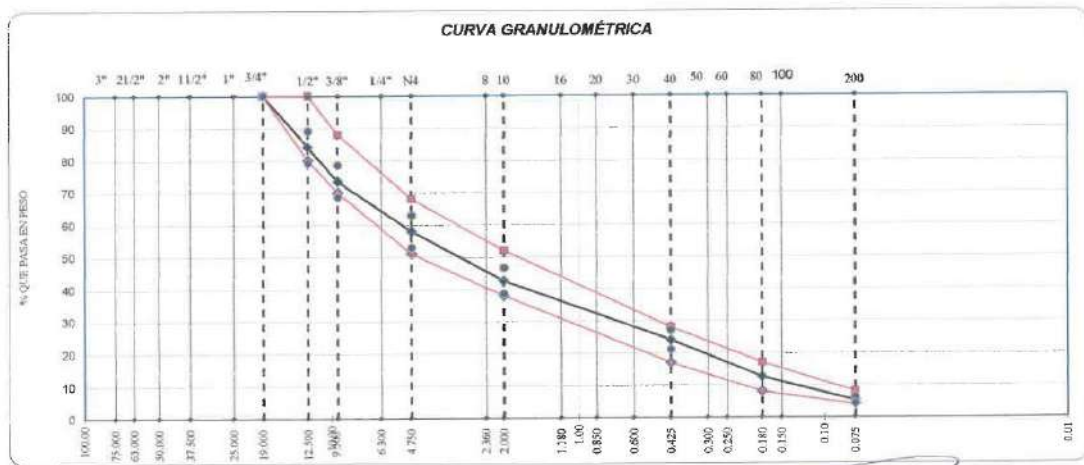
Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTOMERO Y PLASTOMERO RECICLADOS
Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID : 0000-0001-9773-2440)
Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 5/07/2023
 MEZCLA ARENA 60 % + 40 % DE PIEDRA CHANCADA PARA MESCCLA ASFALTICA EN CALIENTE - CANTERA TRES TOMAS

COMBINACIONES - MEZCLA ASFALTICA CALIENTE

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada 3/4"	Arena Zarandeada 1/4"	Cal (Filler)	Total %	Especificaciones		OBSERVACIONES
						MAC 2	VARIACION PERMISIBLE	
% Combinaciones		40	60	0	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	100	
1/2"	12.500	80.3	100.0		84.1	80 - 100	79.1 89.1	
3/8"	9.500	33.6	100.0		73.5	70 - 88	68.5 78.5	
1/4"	6.300							
Nº4	4.750	2.6	94.8		57.9	51 - 68	52.9 62.9	
Nº8	2.360							
Nº10	2.000	0.5	70.7		42.6	38 - 52	38.6 46.6	% Agregados
Nº16	1.180							
Nº20	0.850							% Grava 42.1
Nº30	0.600							% Arena 57.9
Nº40	0.425		40.0		24.0	17 - 28	21.0 27.0	% Fino 5.2
Nº50	0.300							
Nº60	0.250							
Nº80	0.180		20.9		12.5	8 - 17		
Nº100	0.150							
Nº200	0.075		8.7		5.2	4 - 8	4.2 6.2	
PASA								



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP Nº 174510



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicarsl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicarsl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID : 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 05/07/2023
 DISEÑO NATURAL

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	4.60	4.60	4.60		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	38.20	38.20	38.20		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	57.30	57.30	57.30		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Paso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.20	6.30	6.30		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1198.0	1198.0	1200.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1202.4	1201.3	1202.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	882.0	881.0	882.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	520.4	520.3	520.0		520.2
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.304	2.304	2.308		2.305
17 Peso Especifico Máximo (Rice)	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100((1/6+2/7+3/8+5/10))$	gr/cc.	2.506	2.506	2.506		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	6.0	5.9	5.8		5.9
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.682	2.682	2.682		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	18.3	18.2	18.1		18.2
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	67.4	67.4	68.0		67.6
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17-1/6))$	gr/cc.	2.624	2.624	2.624		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	2.60	2.50	2.60		2.57
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	930.0	890.0	945.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	930.0	890.0	945.0		921.7
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3578.9	3560.0	3634.6		3590.9
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.48
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174570



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz 3 Lt 59 - Saul Cantora | Telf. 074 - 228446 Rm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN GABRERA ROCHA (ORCID : 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE
 DISEÑO NATURAL

Fecha: 05/07/2023

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	5.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	38.00	38.00	38.00		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	57.00	57.00	57.00		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.40	6.30	6.30		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1198.0	1199.0	1199.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1200.0	1202.0	1197.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	685.0	687.0	680.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	515.0	515.0	517.0		515.7
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.326	2.326	2.319		2.325
17 Peso Especifico Máximo (Rice)	gr/cc.	2.451	2.451	2.451		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/((1/6+2/7+3/8+5/10))$	gr/cc.	2.487	2.487	2.487		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	5.1	5.0	5.4		5.2
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	17.9	17.8	18.2		18.0
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	71.6	71.9	70.4		71.3
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17-1/6))$	gr/cc.	2.647	2.647	2.647		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	2.90	2.80	2.80		2.83
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1076.0	1090.0	1105.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1076.0	1090.0	1105.0		1091.0
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3717.2	3862.9	3846.4		3850.6
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.20
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miquel A. Arrunategui Chiruan
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174530



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 - Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID : 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 05/07/2023

DISEÑO NATURAL

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.80	5.50	5.50		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.80	37.80	37.80		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.70	56.70	56.70		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.10	6.30	6.40		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1199.0	1200.0	1199.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1201.0	1202.0	1202.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	697.0	688.0	680.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	514.0	514.0	512.0		513.3
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.333	2.335	2.342		2.336
17 Peso Especifico Máximo (Rica) ASTM D-2041	gr/cc.	2.445	2.445	2.445		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100((1/6+2/7+3/8+5/10))$	gr/cc.	2.469	2.469	2.469		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	4.6	4.5	4.2		4.4
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	18.1	18.0	17.6		18.0
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	74.6	75.0	76.3		75.3
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17-1/6))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.00	2.90	3.10		3.00
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1174.0	1173.0	1156.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1174.0	1173.0	1156.0		1167.7
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3913.3	4044.8	3729.0		3892.2
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.03
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arrunategui Cheaman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. GIP. N° 174639



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID : 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N*	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.60	37.60	37.60		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.40	56.40	56.40		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.30	6.30	6.20		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1201.0	1202.0	1200.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1203.0	1203.0	1201.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	690.0	682.0	688.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	513.0	521.0	513.0		515.7
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.341	2.307	2.339		2.329
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.440	2.440	2.440		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	4.1	5.4	4.1		4.5
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10)$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	18.2	19.4	18.3		18.7
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	77.8	72.0	77.4		75.7
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.679	2.679	2.679		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.30	3.10	3.20		3.20
25 Estabilidad sin corregir	Kg	1125.0	1143.0	1139.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1125.0	1143.0	1139.0		1135.7
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3409.1	3687.1	3559.4		3549
29 Relación Polvo/Cemento	%					0.90
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chuanan
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTCE - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

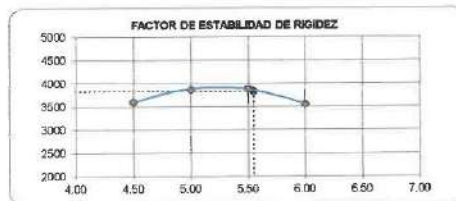
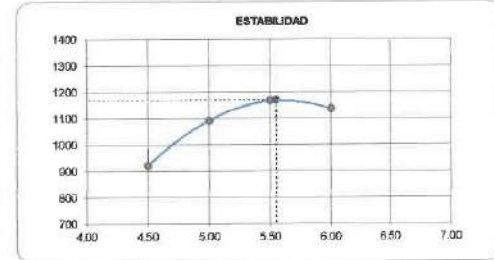
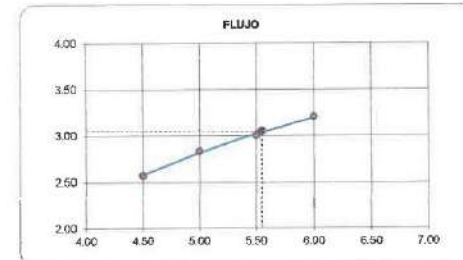
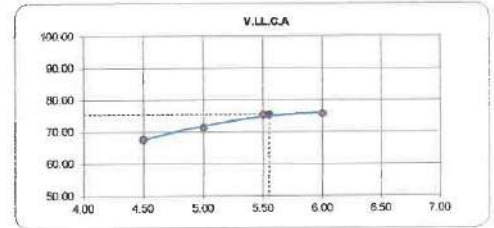
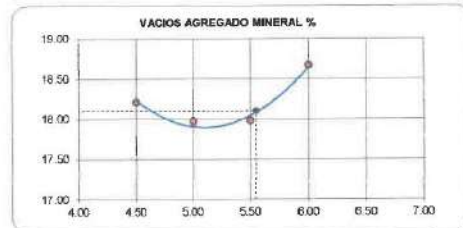
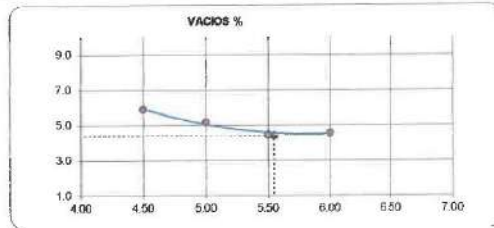
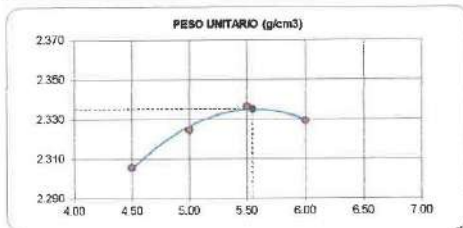
Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIJ CABRERA ROCHA (ORCID : 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

DISEÑO NATURAL



RESULTADOS OBTENIDOS		ESPEC.	RESULTADOS OBTENIDOS		ESPEC.
OPTIMO CONTENIDO C.A (%)	5.55	-	FLUJO (mm)	3.1	2 - 4
CAL HIDRATADA OPTIMA (%)	9.0	-	ESTABILIDAD (kg)	1170	MIN 915
PESO UNITARIO (gr/cm³)	2.335	-	INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	3836	1700 - 4000
VACIOS (%)	4.4	3 - 5			
V.L.L.G.A	75.0	MIN 14			

Miguel A. Arrunategui Chumana
 LABORATORISTA

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolong. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt "59" – Ampliación Saúl Cantoral, Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque - Perú
Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804
www.aycexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON ELASTOMERO y PLASTOMERO 0.5%



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2430)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

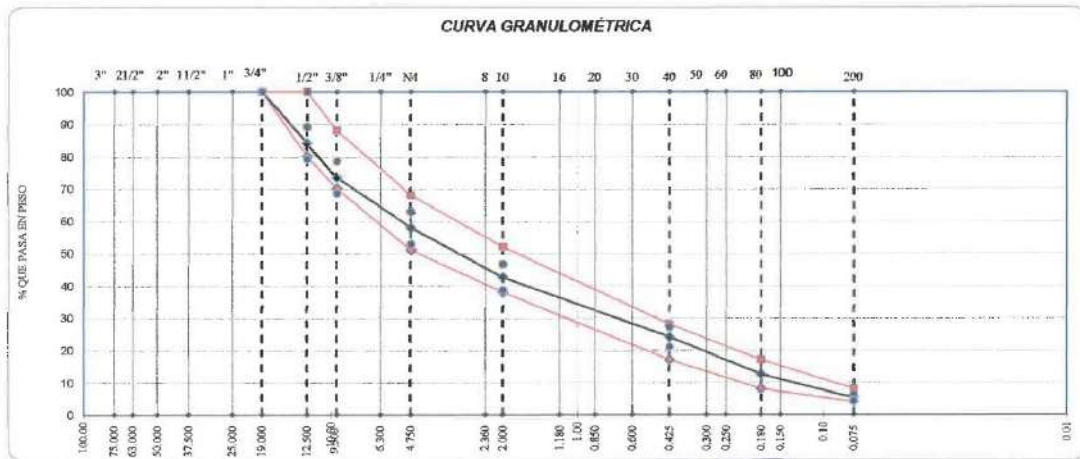
Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 0.5%

COMBINACIONES - MEZCLA ASFALTICA CALIENTE

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada 3/4"	Arena Zarandeada 1/4"	Cal (Filler)	Total %	Especificaciones		OBSERVACIONES
						MAC 2	VARIACION PERMISIBLE	
% Combinaciones		40	60	0	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	100	
1/2"	12.500	60.3	100.0		84.1	80 - 100	78.1 89.1	
3/8"	9.500	33.6	100.0		73.5	70 - 88	68.5 78.5	
1/4"	6.300							
Nº4	4.750	2.5	94.8		57.9	51 - 68	52.9 62.9	
Nº8	2.380							
Nº10	2.000	0.5	70.7		42.6	38 - 52	38.6 46.6	% Agregadas
Nº16	1.180							
Nº20	0.850							% Grava 42.1
Nº30	0.600							% Arena 57.9
Nº40	0.425		40.0		24.0	17 - 28	21.0 27.0	% Fino 5.2
Nº50	0.300							
Nº60	0.250							
Nº80	0.180		20.9		12.5	8 - 17		
Nº100	0.150							
Nº200	0.075		8.7		5.2	4-8	4.2 6.2	
PASA								

CURVA GRANULOMETRICA



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 - Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS"

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2430)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 0.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	50.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	4.50	4.50	4.50		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	36.20	36.20	36.20		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	57.30	57.30	57.30		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.690	2.690	2.690		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.40	6.40	6.50		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1188.0	1200.0	1188.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1200.0	1201.3	1201.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	683.0	683.0	682.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	517.0	518.3	519.0		518.1
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.317	2.315	2.308		2.314
17 Peso Especifico Máximo (Rica)	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100(16+2/7+3/8+5/10)$	gr/cc.	2.506	2.506	2.506		
19 % de Vacíos $((1-16)/17)*100$	%	5.4	5.5	5.8		5.6
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/(2/7+3/8+4/9+5/10)$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	17.8	17.9	18.1		17.9
22 % vacíos llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	69.5	69.2	68.1		68.9
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.624	2.624	2.624		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	2.80	2.80	2.70		2.77
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	980.0	1012.0	1020.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg	980.0	1012.0	1020.0		1004.0
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg/cm.	3500.0	3614.3	3777.8		3628.9
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.48
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arrinataga Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrinataga Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 C.O.T. N° 172793



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E- 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2430)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 0.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	5.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	38.00	38.00	38.00		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	57.00	57.00	57.00		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.50	6.40	6.30		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1200.0	1201.0	1196.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1202.0	1202.0	1200.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	688.0	688.0	687.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	516.0	514.0	513.0		514.3
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.326	2.337	2.335		2.332
17 Peso Especifico Máximo (Rico)	gr/cc.	2.451	2.451	2.451		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100((1/6+2/7+3/8+5/10))$	gr/cc.	2.487	2.487	2.487		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	5.1	4.7	4.7		4.8
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	17.9	17.5	17.6		17.7
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	71.5	73.4	73.2		72.7
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.647	2.647	2.647		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.00	3.10	2.90		3.00
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1092.0	1141.0	1168.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1092.0	1141.0	1168.0		1133.7
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3640.0	3680.6	4027.6		3778.9
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.20
30 Número de Golpes por Cepa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arranategui Chuinan
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arranategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP N° 174570



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2430)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 0.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.80	37.80	37.80		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.70	56.70	56.70		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.30	6.40	6.40		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1188.0	1200.0	1187.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1202.0	1202.0	1200.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	680.0	680.0	688.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	512.0	512.0	512.0		512.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.340	2.344	2.338		2.340
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.445	2.445	2.445		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.469	2.469	2.469		
19 % de Vacíos	%	4.3	4.1	4.4		4.3
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	%	17.9	17.7	17.9		17.8
22 % vacíos llenados con C.A.	%	75.9	76.8	75.6		76.0
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.662	2.662	2.662		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.20	3.30	3.30		3.27
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1206.0	1218.0	1229.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1206.0	1218.0	1229.0		1217.7
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3768.8	3690.9	3724.2		3727.6
29 Relación Puzo/Cemento	%					1.03
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arranategui Chumán
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristhian Miguel Arranategui Br.
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo - Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 LL 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2430)

Materia: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adicion: ELASTOMERO y PLASTOMERO 0.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (FEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.60	37.60	37.60		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.40	56.40	56.40		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.30	6.30	6.40		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1201.0	1202.0	1200.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1203.0	1199.0	1203.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	688.0	686.0	689.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	515.0	513.0	514.0		514.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.332	2.343	2.335		2.337
17 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/cc.	2.440	2.440	2.440		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
19 % de Vacios	%	4.4	4.0	4.3		4.2
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.682	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	18.6	18.2	18.5		18.4
22 % vacios llenados con C.A.	%	76.2	78.2	76.6		77.0
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.679	2.679	2.679		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.30	3.10	3.20		3.20
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1186.0	1173.0	1196.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1186.0	1173.0	1196.0		1185.0
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3593.9	3783.9	3737.5		3703
29 Relación Polvo/Cemento	%					0.90
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel Arrunategui
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. Nº 474839



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTCE - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

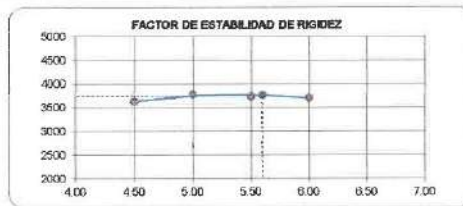
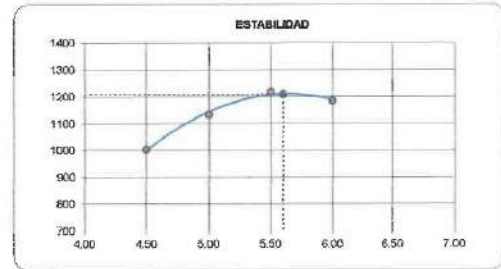
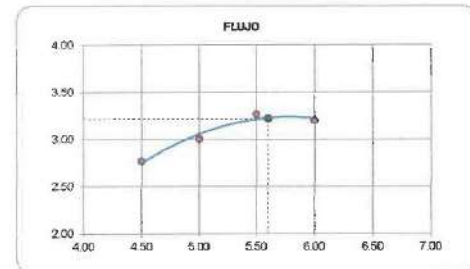
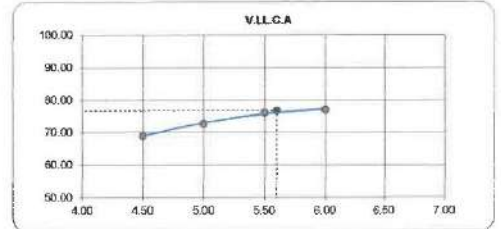
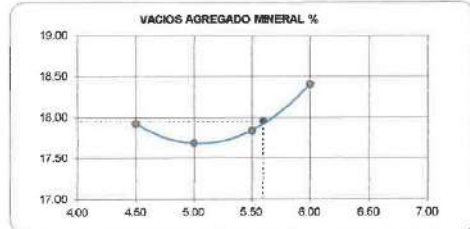
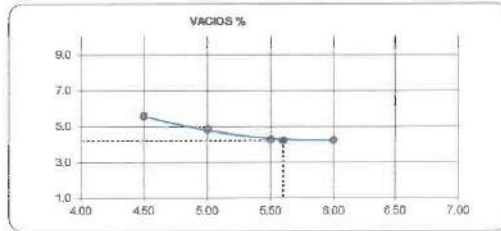
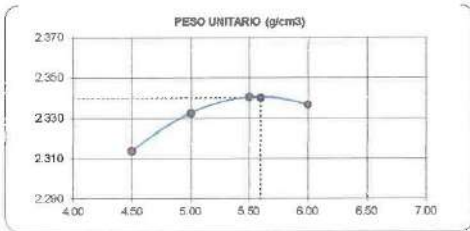
Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2430)

Materia: DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 0.5%



RESULTADOS OBTENIDOS		ESPEC.	RESULTADOS OBTENIDOS		ESPEC.
OPTIMO CONTENIDO G.A (%)	5.60	-	FLUJO (mm)	3.2	2 - 4
CAL HIDRATADA OPTIMA (%)	0.0	-	ESTABILIDAD (kg)	1210	MIN 815
PESO UNITARIO (gr / cm³)	2.340	-	INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	3788	1700 - 4000
VACIOS (%)	4.2	3 - 6			
V.M.A (%)	18.0	MIN 14			

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolong. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt "59" – Ampliación Saúl Cantoral, Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque - Perú
Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804
www.aycexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON ELASTOMERO y PLASTOMERO 1%



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID-0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

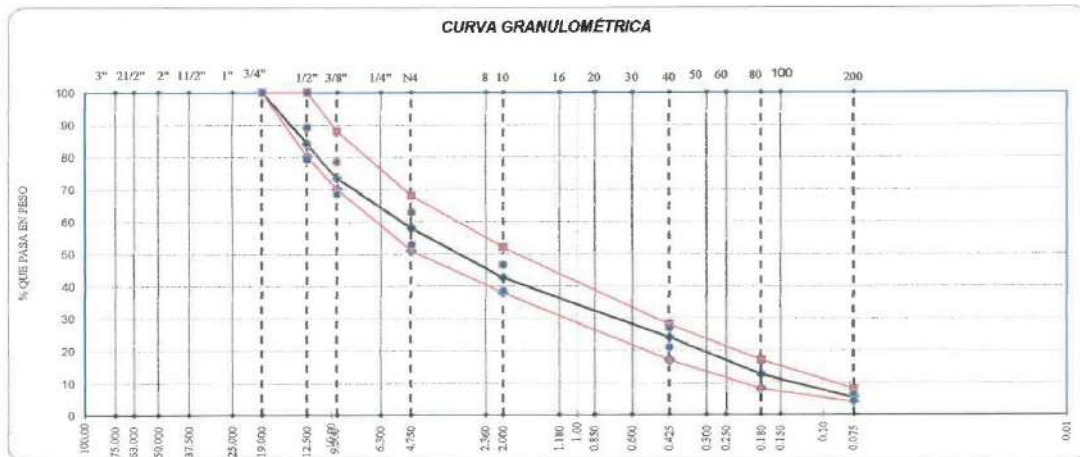
Fecha: 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 1.0%

COMBINACIONES - MEZCLA ASFALTICA CALIENTE

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada 3/4"	Arena Zarandeada 1/4"	Ciel (Filer)	Total %	Especificaciones		OBSERVACIONES
						MAC 2	VARIACION PERMISIBLE	
% Combinaciones		40	60	0	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	100	
1/2"	12.500	60.3	100.0		94.1	80 - 100	79.1 89.1	
3/8"	9.500	33.8	100.0		73.5	70 - 88	68.5 78.5	
1/4"	6.300							
Nº4	4.750	2.5	94.8		57.9	51 - 68	52.9 62.9	
Nº8	2.360							
Nº10	2.000	0.5	70.7		42.6	38 - 52	38.6 46.6	% Agregados
Nº16	1.180							
Nº20	0.850							% Grava 42.1
Nº30	0.600							% Arena 57.9
Nº40	0.425		40.0		24.0	17 - 28	21.0 27.0	% Fino 5.2
Nº50	0.300							
Nº60	0.250							
Nº80	0.180		20.9		12.5	8 - 17		
Nº100	0.150							
Nº200	0.075		8.7		5.2	4 - 8	4.2 6.2	
PASA								

CURVA GRANULOMÉTRICA



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arrunategui Chuman
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID-0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 1.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
∑ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

5

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	38.00	38.00	38.00		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla		57.00	57.00	57.00		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.660	2.660	2.660		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.40	6.50	6.50		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1201.0	1199.0	1199.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1203.0	1201.0	1202.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	687.0	686.0	685.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	516.0	515.0	517.0		516.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.328	2.328	2.319		2.325
17 Peso Especifico Máximo (Rico)	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100 \cdot (1/6 + 2/7 + 3/8 + 5/10)$	gr/cc.	2.487	2.487	2.487		
19 % de Vacios $((1-16)/17) \cdot 100$	%	5.0	5.0	5.3		5.1
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5) / ((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 \cdot (2+3+4+5) \cdot 1/8 \cdot 20$	%	17.9	17.8	18.2		18.0
22 % vacios llenados con C.A. $100 \cdot ((21-19)/21)$	%	72.0	72.1	70.6		71.6
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5) / ((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.646	2.646	2.646		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	2.90	3.00	2.90		2.90
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1024.0	1066.0	1094.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1024.0	1066.0	1094.0		1061.3
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3531.0	3553.3	3907.1		3659.8
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.20
30 Número de Golpes por Cape		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNIA S.R.L.

Miguel A. Arranategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNIA S.R.L.

Cristian Miguel Arranategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

ENSAYO MARSHALL

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com
 MTC E- 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN GABRERA ROCHA (ORCID -0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Añición: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 1.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.80	37.60	37.80		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.70	56.70	56.70		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.50	6.40	6.50		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1198.0	1201.0	1198.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1201.0	1202.0	1200.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	688.0	680.0	688.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	512.0	512.0	512.0		512.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.340	2.346	2.342		2.342
17 Peso Especifico Máximo (Físico)	gr/cc.	2.451	2.451	2.451		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.469	2.469	2.469		
19 % de Vacios ((1-18)/17)*100	%	4.5	4.3	4.5		4.4
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10)	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral 100-(2+3+4+5)*16/20	%	17.9	17.7	17.6		17.8
22 % vacios llenados con C.A. 100*((21-19)/21)	%	74.6	75.7	75.0		75.1
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5)/((100/17 -1/6))	gr/cc.	2.670	2.670	2.670		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.20	3.30	3.20		3.23
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1266.0	1268.0	1218.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1266.0	1268.0	1218.0		1257.3
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	4018.8	3842.4	3806.3		3888.7
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.01
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNIA S.R.L.

Miguel A. Arrunategui Churruarín
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNIA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTCE - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID-0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 1.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.60	37.60	37.60		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.40	56.40	56.40		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.660	2.660	2.660		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.50	6.50	6.60		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1202.0	1201.0	1201.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1203.0	1203.0	1202.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	691.0	690.0	691.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	512.0	513.0	511.0		512.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.348	2.341	2.350		2.348
17 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/cc.	2.445	2.445	2.445		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/(1/6+2/7+3/8+5/10)$	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
19 % de Vacios $((1-1/6)/17)*100$	%	4.0	4.2	3.8		4.0
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/(2/7+3/8+4/9+5/10)$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	18.0	18.2	17.9		18.1
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	77.9	76.7	78.4		77.7
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.685	2.685	2.685		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.40	3.30	3.50		3.40
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1245.0	1289.0	1290.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1245.0	1289.0	1290.0		1274.7
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3661.8	3906.1	3685.7		3749.0
29 Relación Polvo/Cemento	%					0.88
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arrunategui Chaman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174530



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: "INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID-0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 1.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	8.50	8.50	8.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.40	37.40	37.40		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.10	56.10	56.10		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.50	6.40	6.40		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1199.0	1198.0	1199.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1201.0	1198.0	1200.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	887.0	886.0	885.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	514.0	513.0	515.0		514.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.333	2.335	2.328		2.332
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.440	2.440	2.440		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.432	2.432	2.432		
19 % de Vacios ((1-16)/17)*100	%	4.4	4.3	4.6		4.4
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total ((2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10)	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral 100 (2+3+4+5)*16/20	%	19.0	18.9	19.1		19.0
22 % vacios llenados con C.A. 100*((21-19)/21)	%	76.8	77.3	76.0		76.7
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5)/((100/17 - 1/8))	gr/cc.	2.702	2.702	2.702		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.30	3.40	3.20		3.30
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1176.0	1181.0	1196.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1204.0	1147.0	1256.0		1202.3
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3648.5	3373.5	3925.0		3643
29 Relación Polvo/Cemento	%					0.79
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

Miguel A. Arrunategui Chuanan
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTCE - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

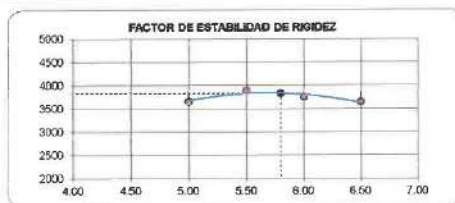
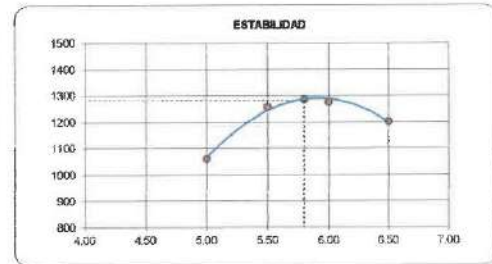
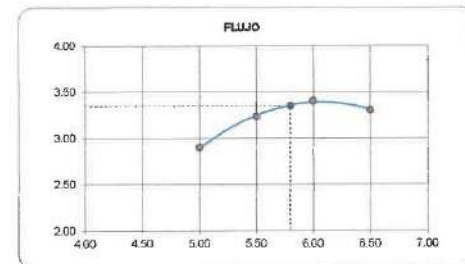
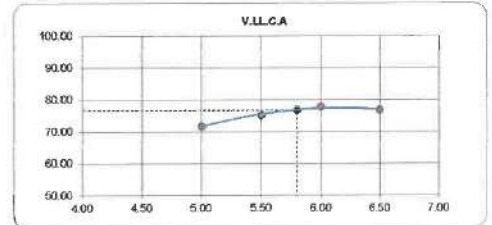
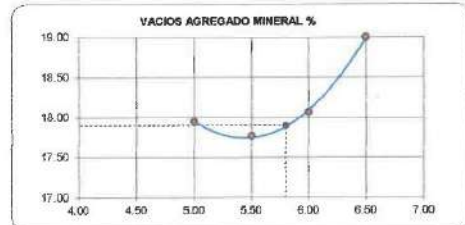
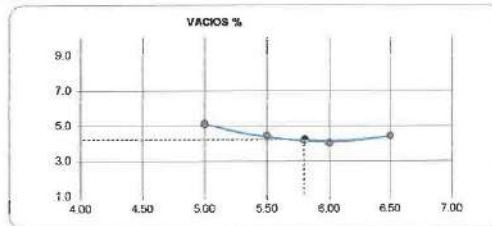
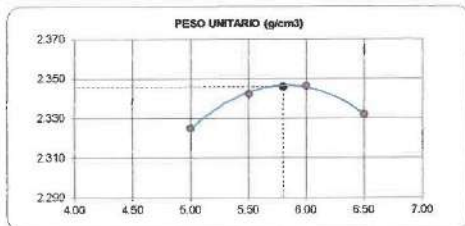
Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID -0000-0001-9773- 2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 1.0%



RESULTADOS OBTENIDOS	ESPEC.	RESULTADOS OBTENIDOS	ESPEC.
OPTIMO CONTENIDO C.A (%)	5.80	FLUJO (mm)	3.4
CAL HIDRATADA OPTIMA (%)	0.0	ESTABILIDAD (kg)	1285
PESO UNITARIO (gr/cm³)	2.346	INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	3836
VACIOS (%)	4.2		
V.M.A (%)	17.9		

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chauran
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 D.E.C. CIP N° 1741 00



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolong. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt "59" – Ampliación Saúl Cantoral, Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque - Perú
Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804
www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON ELASTOMERO y PLASTOMERO 1.5%



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Protg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

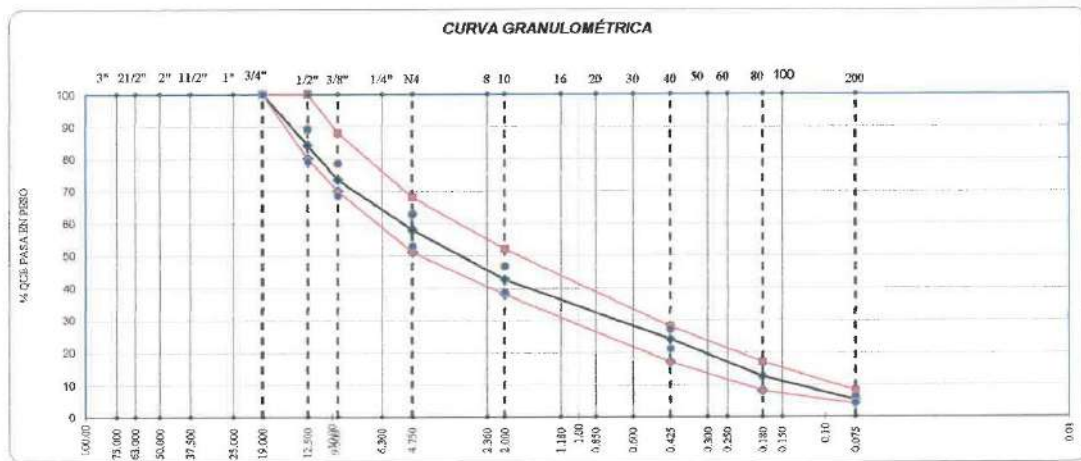
Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 1.5%

COMBINACIONES - MEZCLA ASAFALTICA CALIENTE

Tamiz	Aberturas (mm)	Piedra Chancada 3/4"	Arena Zarandeada 1/4"	Cal (Filler)	Total %	Especificaciones		OBSERVACIONES
						MAC 2	VARIACION PERMISIBLE	
% Combinaciones		40	60	0	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	100	
1/2"	12.500	80.3	100.0		84.1	80 - 100	79.1 89.1	
3/8"	9.500	33.8	100.0		73.5	70 - 88	68.5 78.5	
1/4"	6.300							
Nº4	4.750	2.5	84.8		57.9	51 - 68	52.9 62.9	
Nº8	2.360							
Nº10	2.000	0.5	70.7		42.6	38 - 52	38.6 46.6	% Agregados
Nº16	1.180							
Nº20	0.850							% Grava 42.1
Nº30	0.600							% Arena 57.9
Nº40	0.425		40.0		24.6	17 - 28	21.0 27.0	% Fino 5.2
Nº50	0.300							
Nº60	0.250							
Nº80	0.180		20.9		12.5	8 - 17		
Nº100	0.150							
Nº200	0.075		6.7		5.2	4-8	4.2 6.2	
PASA								



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L

Miguel A. Arrunategui Chuanan
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L
 Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174870



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 - Cementaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 1.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probatas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00		
2 %do Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	38.00	38.00	38.00		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla		57.00	57.00	57.00		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.60	6.60	6.60		
12 Peso de la briketa en el Aire	gr.	1203.0	1201.0	1200.0		
13 Peso de la briketa Saturada	gr.	1204.0	1203.0	1202.0		
14 Peso de la briketa en el Agua	gr.	687.0	688.0	685.0		
15 Volumen de la briketa por desplazamiento (13-14)	c.c.	517.0	515.0	517.0		516.3
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.327	2.332	2.321		2.327
17 Peso Especifico Máximo (Rice)	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.487	2.487	2.487		
19 % de Vacios ((1-16)/17)*100	%	5.0	4.8	5.3		5.0
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5)/((2/7+3/6+4/6+5/10)	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral 100-(2+3+4+5)*16/20	%	17.9	17.7	18.1		17.9
22 % vacios llenados con C.A. 100*((21-19)/21)	%	71.9	72.8	70.9		71.9
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5)/((100/17 - 1/6)	gr/cc.	2.646	2.646	2.646		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.20	3.10	2.90		3.07
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1136.0	1121.0	1125.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1136.0	1121.0	1125.0		1128.0
28 Indica de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3556.3	3616.1	3879.3		3678.3
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.20
30 Número de Golpes por Caps		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chaman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. C.T.R. N° 174530



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228448 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adicion: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 1.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.80	37.80	37.80		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.70	56.70	56.70		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.60	6.60	6.50		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1201.0	1199.0	1188.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1202.0	1201.0	1200.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	689.0	690.0	699.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	513.0	511.0	511.0		511.7
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.341	2.346	2.344		2.344
17 Peso Especifico Máximo (Rice)	gr/cc.	2.451	2.451	2.451		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100(1/6+2/7+3/8+5/10)$	gr/cc.	2.469	2.469	2.469		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	4.5	4.3	4.3		4.4
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	17.8	17.6	17.7		17.7
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	74.8	75.8	75.4		75.4
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17-1/6))$	gr/cc.	2.670	2.670	2.670		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.80	3.80	3.80		3.67
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1322.0	1328.0	1348.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1322.0	1328.0	1348.0		1332.7
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3672.2	3494.7	3744.4		3634.5
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.01
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arranategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arranategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL
MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

Adicion: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 1.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.40	37.40	37.40		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.10	56.10	56.10		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.50	6.60	6.60		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1199.0	1198.0	1199.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1201.0	1199.0	1200.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	689.0	687.0	687.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	512.0	512.0	513.0		512.3
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.342	2.340	2.337		2.340
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.440	2.440	2.440		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.432	2.432	2.432		
19 % de Vacios $((1-16/17)*100)$	%	4.0	4.1	4.2		4.1
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	18.7	18.7	18.8		18.7
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	78.4	78.1	77.6		78.0
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 -1/6))$	gr/cc.	2.702	2.702	2.702		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	3.60	3.70	3.90		3.73
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1176.0	1207.0	1196.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1204.0	1257.0	1296.0		1252.3
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	3344.4	3397.3	3323.1		3354
29 Rotación Polvo/Cemento	%					0.79
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

Miguel A. Arrunategui Brown
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA S.R.L.

 Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978176503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTCE - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

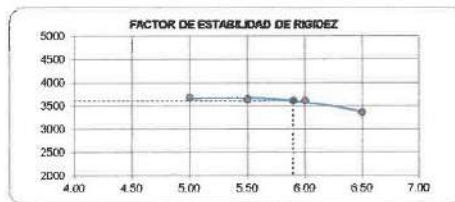
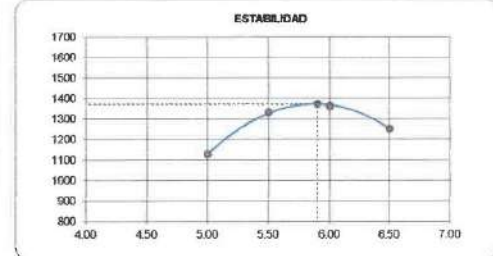
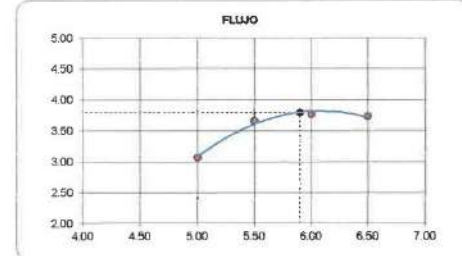
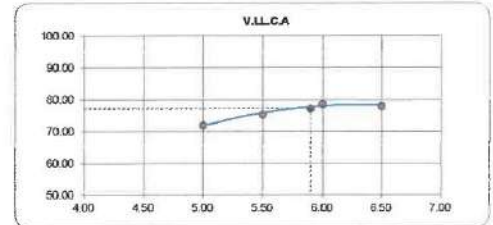
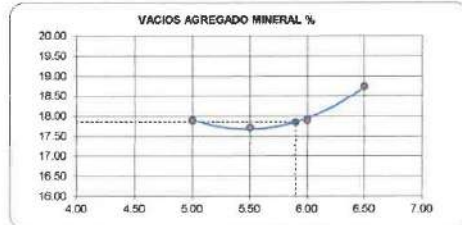
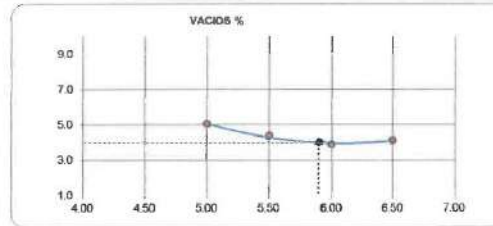
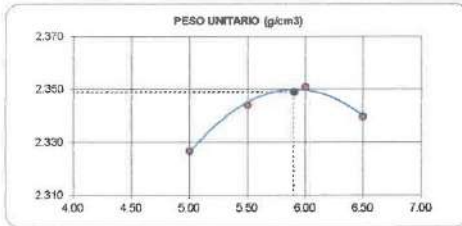
Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 1.5%



RESULTADOS OBTENIDOS	ESPEC.	RESULTADOS OBTENIDOS	ESPEC.
OPTIMO CONTENIDO C.A. (%)	5.90	FLUJO (mm)	3.8
CAL HIDRATADA OPTIMA (%)	0.0	ESTABILIDAD (kg)	1373
PESO UNITARIO (gr/cm³)	2.349	INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	3613
VACIOS (%)	4.0		
V.M.A (%)	17.9		
			MIN 815
			1700 - 4000
			MIN 14

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Amunátegui Chuman
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arruñadugu Broten
INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolong. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt "59" – Ampliación Saúl Cantoral, Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque - Perú
Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804
www.aycexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON ELASTOMERO y PLASTOMERO 2%



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

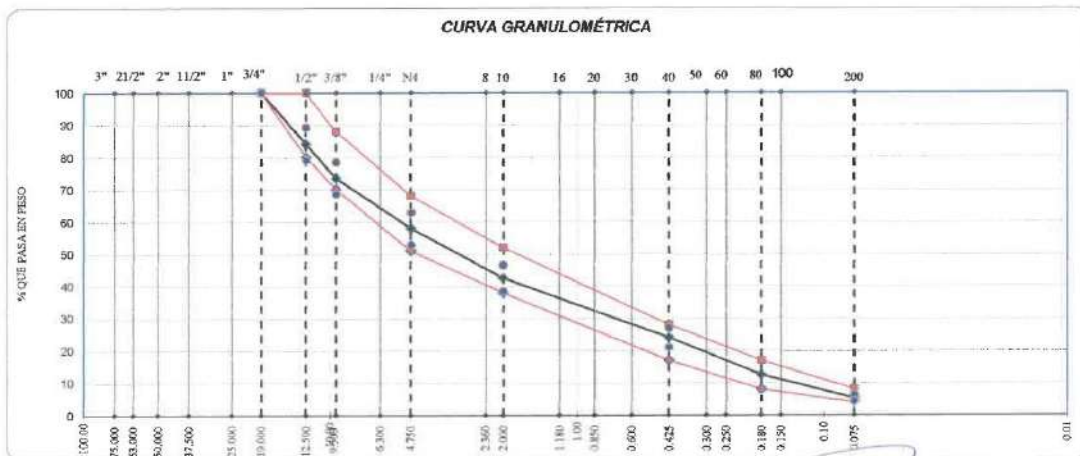
Fecha: 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 2.5%

COMBINACIONES - MEZCLA ASAFALTICA CALIENTE

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada 3/4"	Arena Zarandeada 1/4"	Cal (Filler)	Total %	Especificaciones		OBSERVACIONES
						MAC 2	VARIACION PERMISIBLE	
% Combinaciones		40	60	0	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	100	
1/2"	12.500	60.3	100.0		84.1	80 - 100	79.1 88.1	
3/8"	9.500	33.8	100.0		73.5	70 - 88	68.3 78.5	
1/4"	6.300							
Nº4	4.750	2.5	94.8		57.9	51 - 68	52.8 62.8	
Nº8	2.360							
Nº10	2.000	0.5	70.7		42.6	38 - 52	38.6 46.8	% Agregados
Nº16	1.180							
Nº20	0.850							% Grava 42.1
Nº30	0.600							% Arena 57.9
Nº40	0.425		40.0		24.0	17 - 28	21.0 27.0	% Fino 5.2
Nº50	0.300							
Nº60	0.250							
Nº80	0.180		20.9		12.5	8 - 17		
Nº100	0.150							
Nº200	0.075		8.7		5.2	4-8	4.2 6.2	
PASA								

CURVA GRANULOMÉTRICA



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arrunategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP Nº 13455



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 2.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

5

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	5.00	6.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	38.00	38.00	38.00		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla		57.00	57.00	57.00		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.80	6.80	6.70		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1202.0	1199.0	1200.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1203.0	1202.0	1202.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	676.0	681.0	679.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	525.0	521.0	523.0		523.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.280	2.301	2.294		2.295
17 Peso Especifico Máximo (Rice)	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100(1/6+2/7+3/8+5/10)$	gr/cc.	2.487	2.487	2.487		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	6.6	6.1	6.3		6.3
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	19.2	18.8	19.0		19.0
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	65.9	67.7	66.6		66.7
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.646	2.646	2.646		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	4.60	4.50	4.30		4.47
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	843.0	853.0	815.0		
26 Factor de Estabilidad		0.96	1.00	0.96		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	808.3	853.0	782.4		814.9
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	1758.3	1885.6	1819.5		1824.4
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.20
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arranategui Churruarín
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arranategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 2.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.60	6.60	6.60		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.80	37.80	37.80		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.70	56.70	56.70		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.80	6.80	6.80		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1201.0	1189.0	1188.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1204.0	1202.0	1201.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	683.0	685.0	684.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	521.0	517.0	517.0		518.3
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.305	2.319	2.317		2.314
17 Peso Especifico Máximo (Rice)	gr/cc.	2.451	2.451	2.451		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100((1/6+2/7+3/8+5/10))$	gr/cc.	2.469	2.469	2.469		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	5.9	5.4	5.5		5.6
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*18/20$	%	19.1	18.6	18.7		18.8
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	68.6	71.1	70.7		70.2
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.670	2.670	2.670		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	5.10	4.80	5.00		4.97
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	948.0	974.0	935.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	948.0	974.0	935.0		952.3
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	1856.8	2029.2	1870.0		1917.4
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.01
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrinatégui Chumar
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrinatégui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 2.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.80	37.80	37.80		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.70	56.70	56.70		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.80	6.80	6.80		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1201.0	1189.0	1188.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1204.0	1202.0	1201.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	683.0	685.0	684.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	521.0	517.0	517.0		518.3
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.305	2.319	2.317		2.314
17 Peso Especifico Máximo (Rice)	gr/cc.	2.451	2.451	2.451		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100((1/6+2/7+3/8+5/10))$	gr/cc.	2.469	2.469	2.469		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	5.9	5.4	5.5		5.6
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*18/20$	%	19.1	18.6	18.7		18.8
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	68.6	71.1	70.7		70.2
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.670	2.670	2.670		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	5.10	4.80	5.00		4.97
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	948.0	974.0	935.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	948.0	974.0	935.0		952.3
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	1856.8	2029.2	1870.0		1917.4
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.01
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrinatégui Chumar
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrinatégui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Proig. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.aycexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL
MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS
Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)
Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE Fecha: 05/07/2023
Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 2.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.60	37.60	37.60		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.40	56.40	56.40		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.80	6.80	6.90		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1200.0	1197.0	1199.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1202.0	1200.0	1201.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	687.0	686.0	685.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	515.0	514.0	516.0		515.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.330	2.329	2.324		2.326
17 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/cc.	2.445	2.445	2.445		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100/(1/6+2/7+3/8+5/10)$	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
19 % de Vacíos $((1-16)/17)*100$	%	4.7	4.8	5.0		4.8
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/(2/7+3/8+4/9+5/10)$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	18.6	18.7	18.9		18.7
22 % vacíos llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	74.8	74.8	73.7		74.3
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17-1/6))$	gr/cc.	2.685	2.685	2.685		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	5.70	5.40	5.60		5.57
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1016.0	986.0	1031.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1016.0	986.0	1031.0		1011.0
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg/cm.	1782.5	1825.9	1841.1		1816.2
29 Relación Polvo/Comento	%					0.88
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arranategui Chusman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristhian Miguel Arranategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174530



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Materia: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 2.5%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.40	37.40	37.40		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.10	56.10	56.10		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.90	6.80	6.80		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1198.0	1200.0	1198.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1201.0	1203.0	1201.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	686.0	689.0	684.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	515.0	517.0	517.0		516.3
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.326	2.321	2.317		2.322
17 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.440	2.440	2.440		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100 \cdot (1/6+2/7+3/8+5/10)$	gr/cc.	2.432	2.432	2.432		
19 % de Vacios $((1-16)/17) \cdot 100$	%	4.7	4.9	5.0		4.9
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 \cdot (2+3+4+5) \cdot 16/20$	%	19.2	19.4	19.5		19.4
22 % vacios llenados con C.A. $100 \cdot ((21-19)/21)$	%	75.7	74.9	74.2		74.9
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.702	2.702	2.702		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	5.60	5.70	5.30		5.53
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	956.0	968.0	967.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25/26)		956.0	968.0	967.0		970.3
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	1707.1	1688.2	1862.3		1754
29 Relación Polvo/Cemento	%					0.79
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chumac
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTCE - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

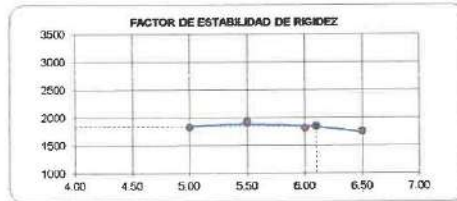
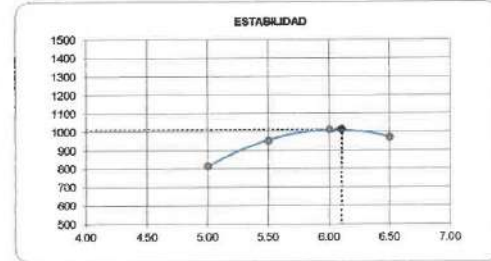
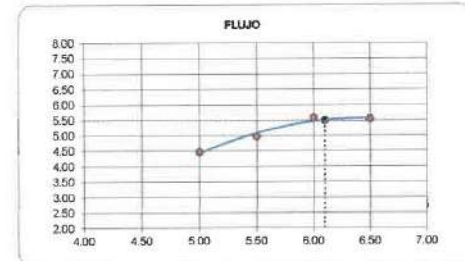
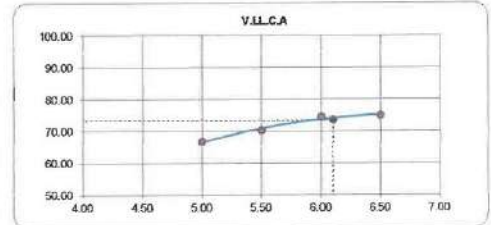
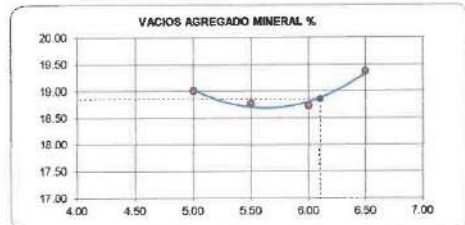
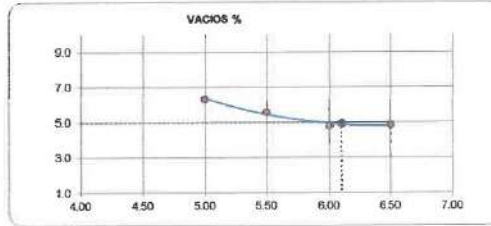
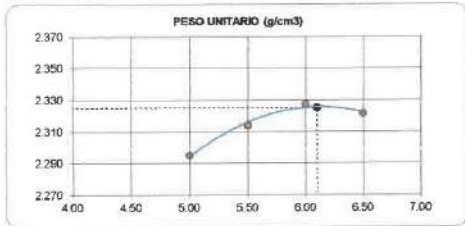
Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO y PLASTOMERO 2.5%



RESULTADOS OBTENIDOS	ESPEC.	RESULTADOS OBTENIDOS	ESPEC.
OPTIMO CONTENIDO C.A (%)	6.10	FLUJO (mm)	5.5
CAL HIDRATADA OPTIMA (%)	0.0	ESTABILIDAD (kg)	1014
PESO UNITARIO (g/ cm³)	2.325	INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	1844
VACIOS (%)	5.0		1700 - 4000
V.M.A (%)	18.9		MIN 815

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Miguel A. Arrunategui Chunan
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
 Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyecto de Carreteras

Prolong. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt "59" – Ampliación Saúl Cantoral, Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque – Perú
Teléf. 074 - 228446 / Cel: 978175503 / 944670804
www.aycexploraciongeotecnicasrl.com aycexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON ELASTOMERO y PLASTOMERO 2.5%



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
- Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID . 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

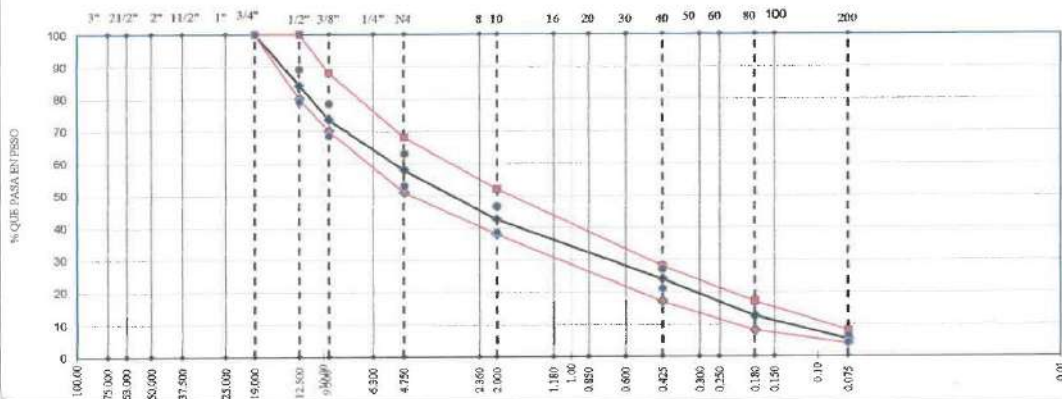
Fecha: 5/07/2023

Adicion: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 2.0%

COMBINACIONES - MEZCLA ASAFALTICA CALIENTE

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada 3/4"	Arena Zarandeada 1/4"	Cal (Filler)	Total %	Especificaciones		OBSERVACIONES
						MAC 2	VARIACION PERMISIBLE	
% Combinaciones		40	60	0	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	100	
1/2"	12.500	60.3	100.0		84.1	80 - 100	78.1 89.1	
3/8"	9.500	33.8	100.0		73.5	70 - 88	68.5 78.5	
1/4"	6.300							
Nº4	4.750	2.5	94.8		57.9	51 - 68	52.0 62.9	
Nº8	2.360							
Nº10	2.000	0.5	70.7		42.0	38 - 52	38.6 46.6	% Agregados
Nº16	1.180							
Nº20	0.850							% Grava 42.1
Nº30	0.600							% Arena 57.9
Nº40	0.425		40.0		24.0	17 - 28	21.0 27.0	% Fino 5.2
Nº50	0.300							
Nº60	0.250							
Nº90	0.180		20.9		12.5	8 - 17		
Nº100	0.150							
Nº200	0.075		8.7		5.2	4 - 8	4.2 6.2	
PASA								

CURVA GRANULOMÉTRICA



A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L

Miguel A. Arrunategui Chuzman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L

Cristhian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174530



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERENCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID . 0000-0001-9773-2440)

Material:

Fecha: 05/07/2023

Adicion: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 2.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
∑ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

5

Número de Pruebas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	38.00	38.00	38.00		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla		57.00	57.00	57.00		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.					
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.70	6.80	6.60		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1197.0	1200.0	1199.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1199.0	1202.0	1202.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	682.0	685.0	683.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	517.0	517.0	519.0		517.7
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.315	2.321	2.310		2.316
17 Peso Especifico Máximo (Rica)	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.487	2.487	2.487		
19 % de Vacíos	%	5.5	5.3	5.7		5.5
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	%	18.3	18.1	18.5		18.3
22 % vacíos llenados con C.A.	%	69.9	70.9	69.1		70.0
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.646	2.646	2.646		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	4.10	4.30	4.40		4.27
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	954.0	943.0	953.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25/26)	Kg.	954.0	943.0	953.0		950.0
28 Indico de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	2326.8	2193.0	2165.9		2226.6
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.20
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arranategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arranategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174579



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 -Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolog. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 avceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.avceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID - 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO 2.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.60	5.60	5.60		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.80	37.80	37.80		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.70	56.70	56.70		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.680	2.680	2.680		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del Filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.70	6.70	6.60		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1200.0	1197.0	1199.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1202.0	1201.0	1201.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	687.0	688.0	687.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	515.0	513.0	514.0		514.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.330	2.333	2.333		2.332
17 Peso Especifico Máximo (Rico)	gr/cc.	2.451	2.451	2.451		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100(1/6+2/7+3/8+5/10)$	gr/cc.	2.469	2.469	2.469		
19 % de Vacíos $((1-16)/17)*100$	%	4.9	4.8	4.8		4.9
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/(2/7+3/8+4/9+5/10)$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	18.2	18.1	18.1		18.1
22 % vacíos llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	72.9	73.5	73.3		73.2
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.670	2.670	2.670		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	4.90	5.00	4.70		4.87
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1073.0	1044.0	1087.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1073.0	1044.0	1087.0		1068.0
28 Indico de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	2199.8	2088.0	2312.8		2194.6
29 Relación Polvo/Cemento	%					1.01
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arriandegui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Cristhian Miguel Arriandegui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174570



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
 - Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID . 0000-0001-9773-2440)

Materia: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Fecha: 05/07/2023

Adición: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 2.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.60	37.60	37.60		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.40	56.40	56.40		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.690	2.690	2.690		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.60	6.70	6.60		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1199.0	1200.0	1198.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1202.0	1203.0	1201.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	690.0	689.0	689.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	512.0	515.0	512.0		513.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.342	2.330	2.340		2.337
17 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/cc.	2.445	2.445	2.445		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico) $100(1/6+2/7+3/8+5/10)$	gr/cc.	2.450	2.450	2.450		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	4.2	4.7	4.3		4.4
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/(2/7+3/8+4/9+5/10)$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	18.2	18.6	18.3		18.4
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	76.8	74.8	76.5		76.0
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 - 1/6))$	gr/cc.	2.685	2.685	2.685		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	5.30	5.40	5.20		5.30
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1114.0	1132.0	1156.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1114.0	1132.0	1156.0		1134.0
28 Indice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	2101.9	2096.3	2223.1		2139.6
29 Relación Polvo/Cemento	%					0.88
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Miguel A. Arrunategui Chuman
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.

Christham Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 REG. CIP. N° 174510



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecanica de Suelos - Concreto - Asfalto - Roturas de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
ayceploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL

MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID . 0000-0001-9773-2440)

Materia: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 2.0%

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	40.0%
Arena Zarandeada	60.0%
Arena Chancada	0.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	37.40	37.40	37.40		
3 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	56.10	56.10	56.10		
4 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
5 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.710	2.710	2.710		
8 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.690	2.690	2.690		
9 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.724	2.724	2.724		
10 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
11 Altura Promedio de la Probeta	cm.	6.60	6.70	6.70		
12 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1199.0	1199.0	1200.0		
13 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1201.0	1201.0	1202.0		
14 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	687.0	687.0	685.0		
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	514.0	514.0	517.0		515.0
16 Peso Especifico de la Probeta (12/15)	gr/cc.	2.331	2.333	2.321		2.328
17 Peso Especifico Máximo (Rico) ASTM D-2041	gr/cc.	2.440	2.440	2.440		
18 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.432	2.432	2.432		
19 % de Vacios $((1-16)/17)*100$	%	4.5	4.4	4.9		4.6
20 Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5)/((2/7+3/8+4/9+5/10))$	gr/cc.	2.692	2.692	2.692		
21 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100-(2+3+4+5)*16/20$	%	19.0	19.0	19.4		19.1
22 % vacios llenados con C.A. $100*((21-19)/21)$	%	76.5	76.8	74.9		76.1
23 Poso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5)/((100/17 -1/6))$	gr/cc.	2.702	2.702	2.702		
24 Flujo (0.01 mm)	cm.	5.30	5.20	5.50		5.33
25 Estabilidad sin corregir	Kg.	1086.0	1134.0	1122.0		
26 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
27 Estabilidad corregida (25*26)	Kg.	1086.0	1134.0	1122.0		1114.0
28 Índice de Rigidez (27/24)	Kg./cm.	2049.1	2180.8	2040.0		2089
29 Relación Polvo/Cemento	%					0.79
30 Número de Golpes por Capa		75	75	75		

OBSERVACIONES:

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Miguel A. Arrunategui Chuman
LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
Cristhian Miguel Arrunategui Brown
INGENIERO SUPERVISOR
RPM - 978175503



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Asfalto
- Roturas de testigos
- Cimentaciones
- Laboratorio
- Canteras
- Proyectos de Carreteras

Chiclayo Prolg. Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 59 - Saul Cantoral Telf. 074 - 228446 Rpm 978175503
 ayceexploraciongeotecnicasrl@hotmail.com - www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

ENSAYO MARSHALL
 MTC E - 504 - ASTM D 1559 - AASHTO T 245

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

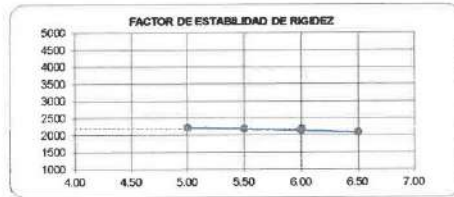
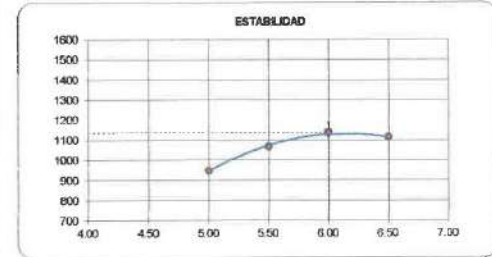
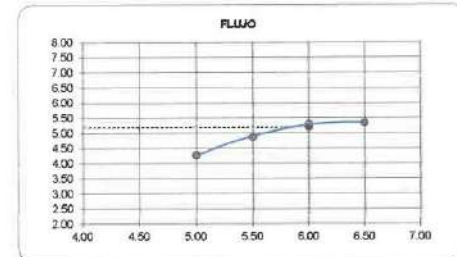
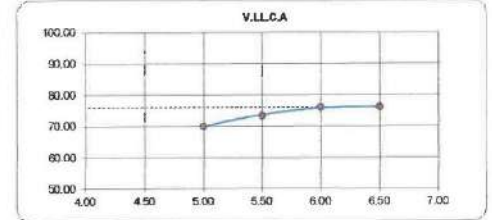
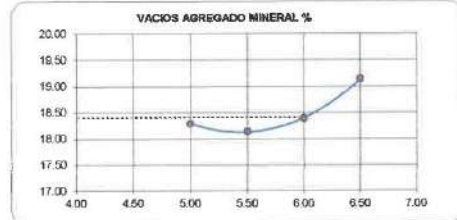
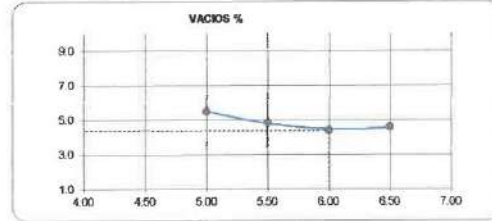
Tesis: INFLUENCIA DE UN INCORPORADOR DE ADHERANCIA PARA UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON ELASTÓMERO Y PLASTÓMERO RECICLADOS

Objetivo: TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Autor: OSCAR ALIN CABRERA ROCHA (ORCID . 0000-0001-9773-2440)

Material: DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE **Fecha:** 5/07/2023

Adición: ELASTOMERO Y PLASTOMERO 2.0%



RESULTADOS OBTENIDOS		ESPEC.	RESULTADOS OBTENIDOS		ESPEC.
OPTIMO CONTENIDO C.A. (%)	6.00	-	FLUJO (mm)	5.2	2 - 4
CAL HIDRATADA OPTIMA (%)	0.0	-	ESTABILIDAD (kg)	1140	MIN 815
PESO UNITARIO (g/ cm³)	2.337	-	INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	2192	1700 - 4000
VACIOS (%)	4.4	3 - 5			
V.M.A (%)	18.4	MIN 14			

A&C EXPLORACION GEOTECNIA S.R.L.
 Oscar Alin Cabrera Rocha
 LABORATORISTA

A&C EXPLORACION GEOTECNIA S.R.L.
 Cristian Miguel Arrunategui Brown
 INGENIERO SUPERVISOR
 R.C. CIP. Nº 778530

Panel fotográfico



Foto. 1: granulometría de agregados



Foto. 2: cuarteo de agregados



Foto. 3: Cuarteo de agregados



Foto. 4: Ensayo de agregado al desgaste



Foto. 5: Briquetas de mezcla asfáltica



Foto. 6: Mezcla asfáltica a 140 °C



Foto. 7: Compactación de mezcla asfáltica 75 golpes



Foto. 8: Briqueta ensayada por Marshall



Galaxy S23 Ultra

Foto. 9: selección de agregados para ensayo de adherencia



Galaxy S23 Ultra

Foto. 10: Proceso de ensayo de Adherencia – método Riedel Weber



Galaxy S23 Ultra

Foto. 11: Visualización del agregado bañado en asfalto Pen 60/70



Galaxy S23 Ultra

Foto. 12: agregado puesto en agua destilada para la definición del ensayo

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA
VALIDACIÓN DE RESULTADOS.**

Colegiatura N° 278584

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Calva Herrera Leyner Oswaldo	Formulador y Evaluador de Expedientes Técnicos – MPJ	Método Marshall (estabilidad y flujo)	Cabrera Rocha Oscar Alin
Título de la Investigación: Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME
3	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructor	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Tránsito pesado Tipo (A)								
1	Flujo	X		X		X		X	
2	Estabilidad	X		X		X		X	
3	Estabilidad/Fluencia	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Calva Herrera Leyner Oswaldo.

Especialidad: Ing. Civil


LEYNER OSWALDO CALVA HERRERA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 278584


Luis Arturo Montenegro Camacho
LIC. ESTADÍSTICA
M.G. INVESTIGACIÓN
DR. EDUCACIÓN
GOESPE 282

JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 235876

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Perez Silva Herles	Consultor y Ejecutor de Obras Civiles (HPS Constructores SAC)	Método Marshall (estabilidad y flujo)	Cabrera Rocha Oscar Alin
Título de la Investigación: Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME
3	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructor	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Tránsito pesado Tipo (A)								
1	Flujo	X		X			X	X	
2	Estabilidad	X		X		X		X	
3	Estabilidad/Fluencia		X		X	X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Perez Silva Herles.

Especialidad: Ing. Civil


HPS CONSTRUCTORES SAC
Ing. Herles Perez Silva
 REPRESENTANTE LEGAL


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACION
 D.R. EDUCACION
 COESPE 262

JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 302515

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Fernández Huamán Timoteo	Formulador y Evaluador de Expedientes Técnicos – MDP	Método Marshall (estabilidad y flujo)	Cabrera Rocha Oscar Alin
Título de la Investigación: Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME
3	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructor	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Tránsito pesado Tipo (A)								
1	Flujo	X		X		X		X	
2	Estabilidad	X		X		X		X	
3	Estabilidad/Fluencia	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Calva Herrera Leyner Oswaldo.

Especialidad: Ing. Civil


Fernando Fernández Huamán
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 302515


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 225358

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Holguin Vargas Augusto Evelyn	Area de Estudios y Proyectos Gobierno Regional de Lambayeque	Método Marshall (estabilidad y flujo)	Cabrera Rocha Oscar Alin
Título de la Investigación: Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME
3	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructor	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Tránsito pesado Tipo (A)								
1	Flujo		X	X		X		X	
2	Estabilidad	X		X		X		X	
3	Estabilidad/Fluencia	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Holguin Vargas Augusto Evelyn.

Especialidad: Ing. Civil



INGENIERO CIVIL
REG. CIP 225358



LIC. ESTADÍSTICA
MG. INVESTIGACIÓN
DR. EDUCACIÓN
COESPE 262

JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 320512

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Gamonal Vargas Marlon	Jefe de defensa civil e infoobras – MDCH	Método Marshall (estabilidad y flujo)	Cabrera Rocha Oscar Alin
Título de la Investigación: Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME
3	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructor	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Tránsito pesado Tipo (A)								
1	Flujo	X		X		X		X	
2	Estabilidad	X		X			X		X
3	Estabilidad/Fluencia	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Gamonal Vargas Marlon.

Especialidad: Ing. Civil



MARLON GAMONAL VARGAS
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 320512

JUEZ EXPERTO

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO SOBRE EL MÉTODO MARSHALL PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD Y FLUJO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL FRENTE A LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA

CLARIDAD			
Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			
TRÁNSITO PESADO TIPO A			
	Flujo	Estabilidad	Estabilidad/Fluencia
JUEZ 1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	0
JUEZ 3	1	1	1
JUEZ 4	0	1	1
JUEZ 5	1	1	1
S	4	5	4
n	5		
c	2		
V de Aiken por pregunta	0.8	1	0.8
V de Aiken por criterio	0.866		

CONTEXTO			
Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			
TRÁNSITO PESADO TIPO A			
	Flujo	Estabilidad	Estabilidad/Fluencia
JUEZ 1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	0
JUEZ 3	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1
S	5	5	4
n	5		
c	2		
V de Aiken por pregunta	1	1	0.8
V de Aiken por criterio	0.933		

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 GOESPE 262

CONGRUENCIA			
Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			
TRÁNSITO PESADO TIPO A			
	Flujo	Estabilidad	Estabilidad/Fluencia
JUEZ 1	1	1	1
JUEZ 2	0	1	1
JUEZ 3	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1
JUEZ 5	1	0	1
S	4	4	5
n	5		
c	2		
V de Aiken por pregunta	0.8	0.8	1
V de Aiken por criterio	0.866		

DOMINIO DEL CONSTRUCTOR			
Influencia de un incorporador de adherencia para una mezcla asfáltica modificada con elastómero y plastómero reciclados			
TRÁNSITO PESADO TIPO A			
	Flujo	Estabilidad	Estabilidad/Fluencia
JUEZ 1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1
JUEZ 5	1	0	1
S	5	4	5
N	5		
C	2		
V de Aiken por pregunta	1	0.8	1
V de Aiken por criterio	0.933		


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

TABLA RESUMEN DE V DE AIKEN POR CRITERIO	
CLARIDAD	0.866
CONTEXTO	0.933
CONGRUENCIA	0.866
DOMINIO DEL CONSTRUCTOR	0.933

V_x VALIDACIÓN POR 5 EXPERTOS = **0.8995**

INTERPRETACIÓN. El V_x de validación por 5 expertos es mayor a 0.8, por lo cual nuestros instrumentos son confiables para ser utilizado en las tomas de datos en el laboratorio



Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

III. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.1 Criterios de Rigor Científico

Estos se incrementan con la calidad de la investigación, por su validez interna, ya que los resultados obtenidos tienen sustento técnico y teórico. De esta manera, se puede determinar que se realizará la presente investigación con total autenticidad y originalidad, mediante un análisis y evaluación detallada de los datos obtenidos, para así brindar los aportes necesarios mediante una validación y certificación del responsable del laboratorio (Noreña et al., 2017).

A. Peso unitario

Tabla 4.

Análisis de Varianza para determinar el peso unitario según porcentaje de sustitución

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	293,403	1	293,403	171456,279	,000
	Error	,003	2	,002 ^a		
Tratamientos	Hipótesis	,005	5	,001	17,228	,000
	Error	,003	46	5,580E-5 ^b		
Porcentajes	Hipótesis	,003	2	,002	30,667	,000
	Error	,003	46	5,580E-5 ^b		

Tabla 5.

Prueba de comparación de medias "TUKEY"

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Asfalto 2.5%	9	2,31211		
Asfalto 2.0%	9		2,32856	
Patrón	9		2,33000	2,33000
Asfalto 0.5%	9		2,33667	2,33667
Asfalto 1.0%	9		2,33800	2,33800
Asfalto 1.5%	9			2,34044
Sig.		1,000	,099	,051


 Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 GOESPE 262

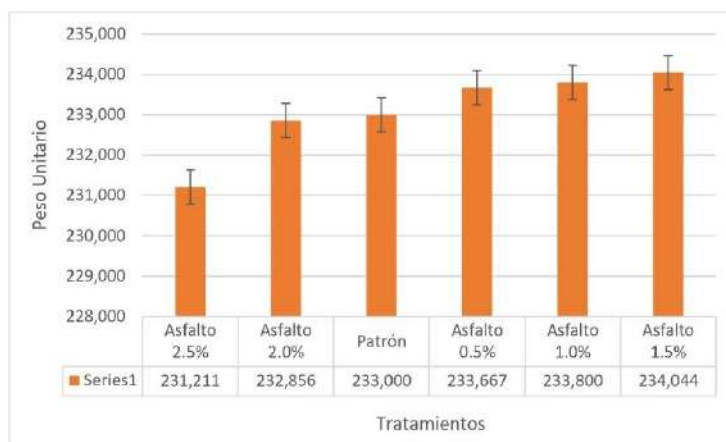


Fig. 8. Peso unitario según porcentaje de sustitución.

En la Tabla 4, ANOVA de ponderación unitaria según porcentaje de sustitución, podemos observar un P-valor (0.000) de < 0.005 , lo que lleva al rechazo de H_0 , por lo que se concluye que los tratamientos en estudio, es decir, asfalto Diferentes porcentajes de sustitución de una mezcla afectan su respuesta por unidad de peso. De igual forma, en la Tabla 5, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos observar que los tratamientos que produjeron los mayores valores por unidad de peso fueron 1.5%, 1.0%, 0.5%, y las modas fueron 2,340, 2,338, 2,336 y 2,330, respectivamente, en Estadísticamente similar también, por otro lado podemos observar que el tratamiento que menor valor produjo fue el 2,5% con un peso de 2.312.

Tabla 6.

Análisis de Varianza del peso unitario según porcentaje de asfalto en la mezcla

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	293,403	1	293,403	305208,903	,000
	Error	,005	5	,001		
Porcentajes	Hipótesis	,003	2	,002	30,667	,000
	Error	,003	46	5,580		
Tratamientos	Hipótesis	,005	5	,001	17,228	,000
	Error	,003	46	5,580		



 Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACION
 DR. EDUCACION
 COESPE 262

Tabla 7.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de asfalto en la mezcla

Porcentaje	N	Subconjunto	
		1	2
5.0 % de asfalto	18	2,31983	
5.5% de asfalto	18		2,33506
6.0% de asfalto	18		2,33800
Sig.		1,000	,469

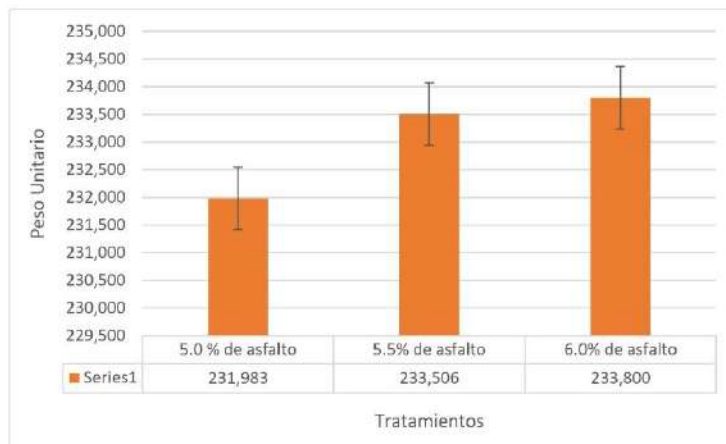


Fig. 9. Peso Unitario por porcentaje de asfalto

En la Tabla 6, el ANOVA que muestra los pesos unitarios determinados según el porcentaje de sustitución del betún, podemos observar un P-valor (0.000) de <0.005 , lo que lleva a rechazar H_0 , llevándonos a concluir que el tratamiento en estudio, que Distintos porcentajes de sustitución sobre el betún afectan a su respuesta por unidad de peso. Asimismo, en la Tabla 7, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos observar que los tratamientos que produjeron los mayores valores por unidad de peso fueron 6.0% y 5.5%, 2,338, 2,335, respectivamente, y, por otro lado, fueron estadísticamente similares, podemos ver que el tratamiento que produjo el valor más bajo fue el 5,0%, con un peso de 2,319.

Luis Arturo Montenegro Carracho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 GOESPE 262

B. % de vacio

Tabla 8.

Análisis de Varianza para determinar el % de vacio según porcentaje de sustitución

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	1225,987	1	1225,987	254,755	,004
	Error	9,625	2	4,812		
Tratamientos	Hipótesis	8,910	5	1,782	23,100	,000
	Error	3,549	46	,077		
Porcentaje	Hipótesis	9,625	2	4,812	62,384	,000
	Error	3,549	46	,077		

Tabla 9.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de sustitución

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Asfalto 1.5%	9	4,4111		
Asfalto 0.5%	9	4,4444		
Asfalto 1.0%	9	4,5222	4,5222	
Patrón	9	4,7111	4,7111	
Asfalto 2.0%	9		4,9111	
Asfalto 2.5%	9			5,5889
Sig.		,218	,050	1,000

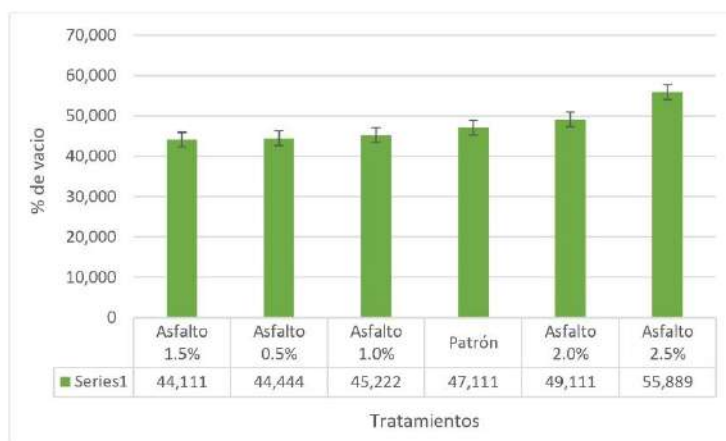


Fig. 10. % de vacio según porcentaje de sustitución.

Luis Arturo Montenegro Concha
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 COESPE 262

En la Tabla 8, el ANOVA que muestra el porcentaje de vacíos determinado según el porcentaje de reemplazo de betún, podemos observar un valor P (0.004) de < 0.005 , lo que lleva al rechazo de H_0 , lo que nos lleva a concluir que el tratamiento bajo estudio, es decir, los diferentes porcentajes de sustitución del betún afectan su respuesta al porcentaje de vacío. Asimismo, en la Tabla 9, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos ver que el tratamiento que arrojó el mayor valor de % de vacío fue el 2,5% con 5,58, seguido del 2,0%, la Moda y el 1,0%. Los valores son 4,91, 4,71 y 4,52, que también son similares estadísticamente, por otro lado, podemos ver que el tratamiento que produjo el valor más bajo fue el 1,5% y la tasa de invalidez fue 4,41.

Tabla 10.

Análisis de Varianza del % de vacío según porcentaje de asfalto en la mezcla

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	1225,987	1	1225,987	687,998	,000
	Error	8,910	5	1,782		
Porcentaje	Hipótesis	9,625	2	4,812	62,384	,000
	Error	3,549	46	,077		
Tratamientos	Hipótesis	8,910	5	1,782	23,100	,000
	Error	3,549	46	,077		

Tabla 11.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de asfalto en la mezcla

Porcentaje de asfalto	N	Subconjunto		
		1	2	3
6.0% de asfalto	18	4,3111		
5.5% de asfalto	18		4,6556	
5.0 % de asfalto	18			5,3278
Sig.		1,000	1,000	1,000


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

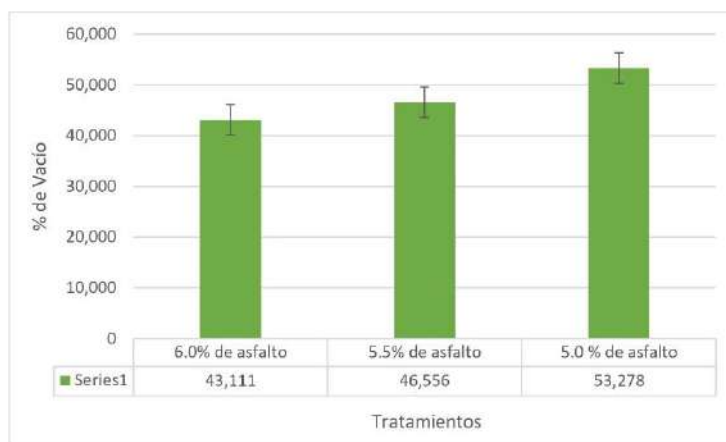


Fig. 11. % de vacío según porcentaje de asfalto.

En la Tabla 10, ANOVA que muestra la porosidad determinada según el porcentaje de reemplazo de betún, podemos observar un valor P (0.000) de < 0.005 , lo que conduce al rechazo de H_0 , lo que lleva a concluir que los tratamientos en estudio, es decir, diferentes los porcentajes de sustitución del betún afectan su respuesta a la porosidad. Asimismo, en la Tabla 11, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos observar que el tratamiento con mayor porcentaje de vacíos es el 6,0% (5,32), seguido del tratamiento con el 5,5% (4,65). Por otro lado, podemos ver que el tratamiento que dio el valor más bajo fue el 6,0%, con una tasa de invalidez de 4,31.

C. % de vacío del agregado mineral

Tabla 12.

Análisis de Varianza para determinar el % de vacío del agregado mineral según porcentaje de sustitución

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	17836,036	1	17836,036	38946,460	,000
	Error	,916	2	,458 ^a		
Tratamientos	Hipótesis	6,037	5	1,207	17,086	,000
	Error	3,251	46	,071 ^b		
Porcentaje	Hipótesis	,916	2	,458	6,480	,003
	Error	3,251	46	,071 ^b		

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

Tabla 13.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de sustitución

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Asfalto 1.5%	9	17,8333		
Asfalto 1.0%	9	17,9333	17,9333	
Asfalto 0.5%	9	17,9778	17,9778	
Patrón	9	18,1889	18,1889	
Asfalto 2.0%	9		18,2667	
Asfalto 2.5%	9			18,8444
Sig.		,069	,103	1,000

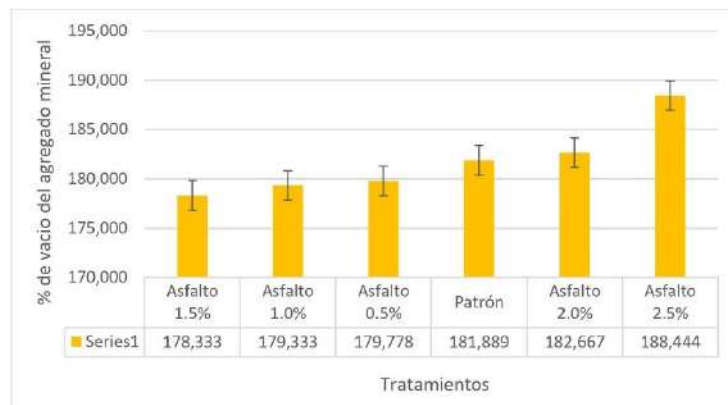


Fig. 12. % de vacío del agregado mineral según porcentaje de sustitución

En la Tabla 12, la porosidad del agregado fue determinada por ANOVA, dependiendo del porcentaje de sustitución de betún, podemos ver que el P-valor (0.000) es <0.005, lo que lleva al rechazo de H0, llevándonos a la conclusión que el método de tratamiento estudiado, es decir, diferentes porcentajes de sustitución de betún, afectó su respuesta a la fracción vacía del agregado. También en la Tabla 13, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos ver que el tratamiento con mayor porcentaje de vacíos agregados fue el 2.5% con 18.84, seguido del tratamiento 2.0. 0.5% y 1.0% con 18.26, 18.18, 17.97 y 17.93, también muestran similitud estadística, por otro lado podemos ver que el tratamiento que produjo menor valor fue el 1.5% e incrementó el % vacío de 17.83.

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

Tabla 14.

Análisis de Varianza del % de vacío del agregado mineral según porcentaje de asfalto en la mezcla.

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	17836,036	1	17836,036	14772,177	,000
	Error	6,037	5	1,207		
Porcentaje	Hipótesis	,916	2	,458	6,480	,003
	Error	3,251	46	,071		
Tratamientos	Hipótesis	6,037	5	1,207	17,086	,000
	Error	3,251	46	,071		

Tabla 15.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de asfalto en la mezcla

Porcentaje de asfalto	N	Subconjunto	
		1	2
5.5% de asfalto	18	18,0389	
5.0 % de asfalto	18	18,1333	
6.0% de asfalto	18		18,3500
Sig.		,540	1,000

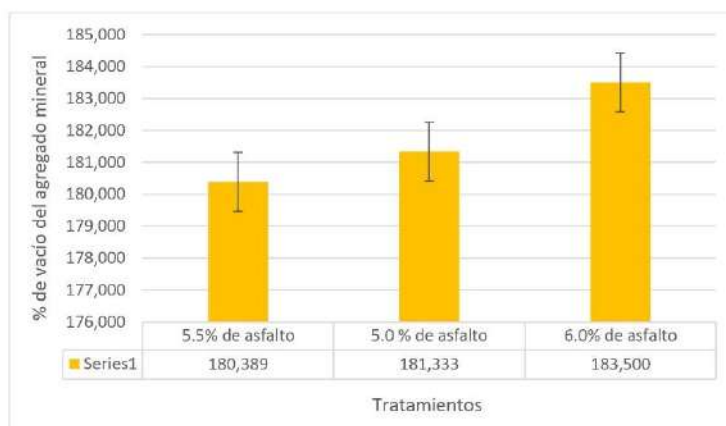


Fig. 13. % de vacío del agregado mineral según porcentaje del asfalto.

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

En la Tabla 14 se utilizó el ANOVA para determinar la porosidad del agregado, y de acuerdo al porcentaje de sustitución bituminosa en la mezcla, podemos ver que el valor P (0.000) es < 0.005 , lo que hace que rechace H_0 , llevándonos para concluir que, El tratamiento en estudio, es decir diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla asfáltica, afectó su respuesta al porcentaje de vacíos del agregado. Asimismo, en la Tabla 15, que muestra la Prueba de Comparación de Medias (TUKEY), podemos observar que los tratamientos con mayor porcentaje de vacíos de agregados son 6,0% y 18,35, seguidos de 5,0% y 5,5%. 18.13 y 18.03, también mostraron similitud estadística.

D. % de vacios llenados con CA

Tabla 16.

Análisis de Varianza para determinar el % de vacio llenado con CA según porcentaje de sustitución

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	294033,965	1	294033,965	1905,926	,001
	Error	308,547	2	154,274		
Tratamientos	Hipótesis	157,381	5	31,476	22,688	,000
	Error	63,817	46	1,387		
Porcentaje	Hipótesis	308,547	2	154,274	111,201	,000
	Error	63,817	46	1,387		

Tabla 17.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de sustitución

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Asfalto 2.5%	9	70,3889		
Asfalto 2.0%	9		72,9889	
Patrón	9		74,1111	74,1111
Asfalto 1.0%	9			74,7778
Asfalto 1.5%	9			75,2333
Asfalto 0.5%	9			75,2444
Sig.		1,000	,347	,336


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

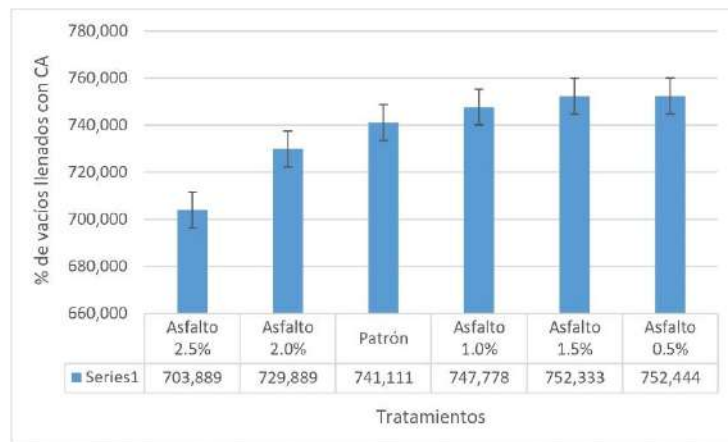


Fig. 14. % de vacíos llenados con CA según porcentaje de sustitución.

En la Tabla 16 se muestra el ANOVA para determinar el porcentaje de vacíos llenados por CA, podemos ver que el P-valor (0.001) es <0.005 según el porcentaje de reemplazo de asfalto, lo que lleva al rechazo de H_0 , llevándonos para concluir que el método de tratamiento en estudio, es decir, diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla asfáltica afectó su respuesta al porcentaje de vacíos llenados con CA. Asimismo, en la Tabla 17, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos observar que los tratamientos que arrojan los valores más altos en el porcentaje de vacíos llenados por CA son 0.5%, 1.5%, 1.0%, respectivamente, y el los patrones son 75.24, 75.23, 74.77 y 74.11, también parecen ser estadísticamente similares, por otro lado, vemos que los tratamientos que produjeron los valores más bajos son 2.5% y 70.38.

Tabla 18.

Análisis de Varianza del % de vacío llenado con CA según porcentaje de asfalto en la mezcla.

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	294033,965	1	294033,965	9341,474	,000
	Error	157,381	5	31,476		
Porcentaje	Hipótesis	308,547	2	154,274	111,201	,000
	Error	63,817	46	1,387		
Tratamientos	Hipótesis	157,381	5	31,476	22,688	,000
	Error	63,817	46	1,387		

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

Tabla 19.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de asfalto en la mezcla

Porcentaje de asfalto	N	Subconjunto		
		1	2	3
5.0 % de asfalto	18	70,6889		
5.5% de asfalto	18		74,1778	
6.0% de asfalto	18			76,5056
Sig.		1,000	1,000	1,000

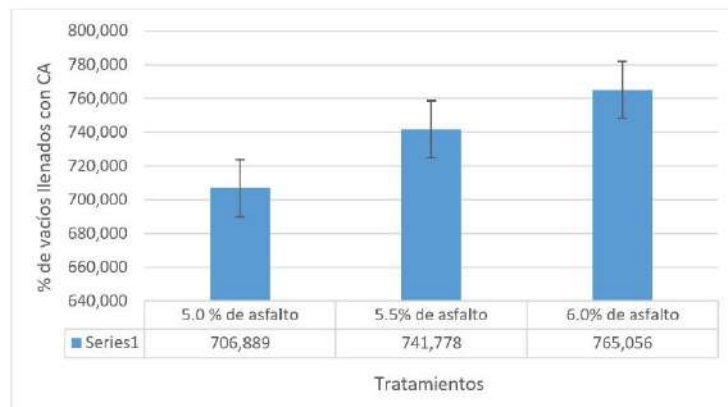


Fig. 15. % de vacíos llenados con CA según porcentaje de asfalto

En la Tabla 18 se muestra el ANOVA para determinar el porcentaje de vacíos llenados por CA, dependiendo del porcentaje de sustitución asfáltica en la mezcla, podemos ver que el valor P (0.000) es < 0.005 , lo que hace rechazar H_0 , llevándonos a concluir, El tratamiento en estudio, es decir, diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla bituminosa, afectó su respuesta a la fracción vacía del agregado. Asimismo, en la Tabla 19, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos observar que el tratamiento con mayor porcentaje de vacíos de agregado fue el 6,0% a las 18,35, seguido del 5,0% y 5,5%. 18.13 y 18.03, también mostraron similitud estadística.

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

E. Flujo

Tabla 20.

Análisis de Varianza para determinar el flujo según porcentaje de sustitución

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	769,911	1	769,911	395,691	,003
	Error	3,891	2	1,946		
Tratamientos	Hipótesis	35,763	5	7,153	197,720	,000
	Error	1,664	46	,036		
Porcentaje	Hipótesis	3,891	2	1,946	53,786	,000
	Error	1,664	46	,036		

Tabla 21.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de sustitución

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Patrón	9	3,0111		
Asfalto 0.5%	9	3,1556		
Asfalto 1.0%	9	3,1778		
Asfalto 1.5%	9		3,5000	
Asfalto 2.0%	9			4,8111
Asfalto 2.5%	9			5,0000
Sig.		,440	1,000	,302

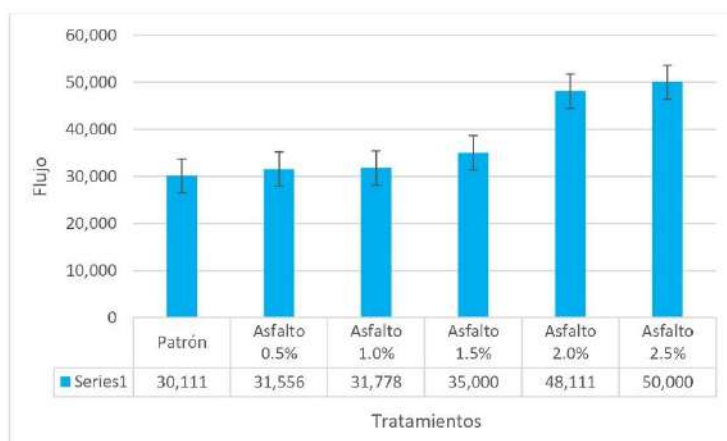


Fig. 16. Flujo según porcentaje de sustitución.

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

En la Tabla 20 se muestra el ANOVA para la determinación del flujo, podemos observar un P-valor (0.003) de < 0.005 según el porcentaje de reposición del betún, lo que lleva al rechazo de H_0 , llevándonos a concluir que el tratamiento bajo estudio, es decir, diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla asfáltica afectan su respuesta de flujo. De igual forma, en la Tabla 21, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos ver que los tratamientos que produjeron los valores más altos en el proceso fueron 2.5% y 2.0%, 5.00 y 4.81 respectivamente, seguidos del tratamiento 1.5% , 3,50. Por otro lado, se puede observar que el tratamiento que da menor valor es la moda con 3,01.

Tabla 22.

Análisis de Varianza del flujo según porcentaje de asfalto en la mezcla.

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	769,911	1	769,911	107,640	,000
	Error	35,763	5	7,153		
Porcentaje	Hipótesis	3,891	2	1,946	53,786	,000
	Error	1,664	46	,036		
Tratamientos	Hipótesis	35,763	5	7,153	197,720	,000
	Error	1,664	46	,036		

Tabla 23.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de asfalto en la mezcla

Porcentaje de asfalto	N	Subconjunto		
		1	2	3
5.0 % de asfalto	18	3,4222		
5.5% de asfalto	18		3,8333	
6.0% de asfalto	18			4,0722
Sig.		1,000	1,000	1,000


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. EDUCACIÓN
 COESPE 262

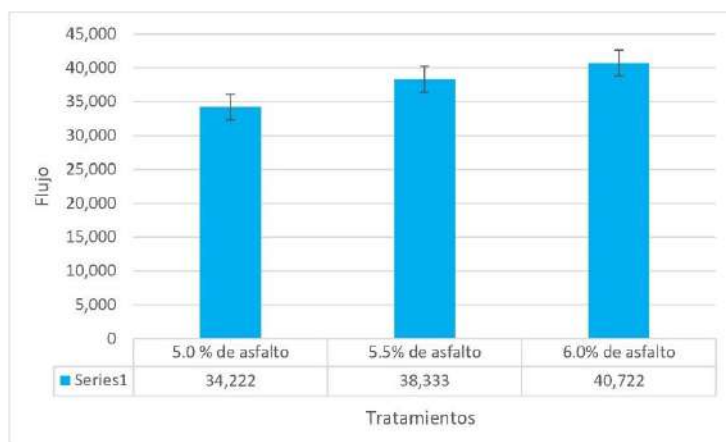


Fig. 17. Flujo según porcentaje de asfalto

En la Tabla 22 se muestra el análisis de varianza para la determinación del caudal, dependiendo del porcentaje de sustitución de betún en la mezcla podemos observar un valor de P (0.000) de < 0.005 , lo que lleva al rechazo de H_0 , permitiéndonos para concluir que el método de tratamiento estudiado, es decir, diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla asfáltica, afecta su respuesta de flujo. Asimismo, en la Tabla 23, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos ver que el tratamiento que produjo el valor más alto al 6,0% del caudal fue 4,07, seguido del tratamiento al 5,5% con 3,83, que presentó el valor más bajo. el valor al 5,0% es 3,42.

F. Estabilidad

Tabla 24.

Análisis de Varianza para determinar la estabilidad según porcentaje de sustitución

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	68523192,63	1	68523192,63	537,251	,002
	Error	255088,029	2	127544,015		
Tratamientos	Hipótesis	679920,601	5	135984,120	81,116	,000
	Error	77114,989	46	1676,413		
Porcentaje	Hipótesis	255088,029	2	127544,015	76,082	,000
	Error	77114,989	46	1676,413		

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

Tabla 25.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de sustitución

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
Asfalto 2.5%	9	926,078				
Asfalto 2.0%	9		1050,667			
Patrón	9			1131,444		
Asfalto 0.5%	9			1178,778	1178,778	
Asfalto 1.0%	9				1197,778	
Asfalto 1.5%	9					1274,111
Sig.		1,000	1,000	,160	,921	1,000

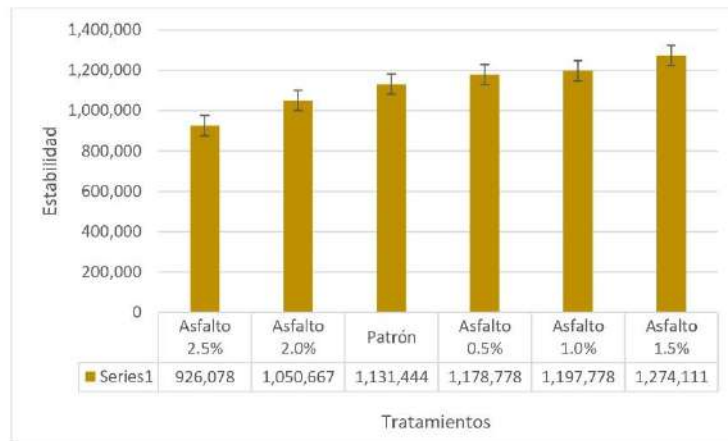


Fig. 18. Estabilidad según porcentaje de sustitución

En la Tabla 25 se muestra el ANOVA para determinar la estabilidad, y de acuerdo al porcentaje de reemplazo de betún, podemos observar un P-valor (0.002) de < 0.005 , lo que lleva al rechazo de H_0 , llevándonos a concluir que el tratamiento en estudio, es decir, diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla asfáltica afectan su respuesta de estabilidad. Asimismo, en la Tabla 26, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos observar que el tratamiento con mayor estabilidad es el 1,5% (1274,11), seguido del 1,0% y 0,5% (1197,77 y 1178,77). Por otro lado, se puede observar que el tratamiento que dio el valor más bajo fue el 2,5%, con 926.078.

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

Tabla 26.

Análisis de Varianza de la estabilidad según porcentaje de asfalto en la mezcla.

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	68523192,63	1	68523192,63	503,906	,000
	Error	679920,601	5	135984,120		
Porcentaje	Hipótesis	255088,029	2	127544,015	76,082	,000
	Error	77114,989	46	1676,413		
Tratamientos	Hipótesis	679920,601	5	135984,120	81,116	,000
	Error	77114,989	46	1676,413		

Tabla 27.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de asfalto en la mezcla

Porcentaje de asfalto	N	Subconjunto	
		1	2
5.0 % de asfalto	18	1029,817	
5.5% de asfalto	18		1165,944
6.0% de asfalto	18		1183,667
Sig.		1,000	,403

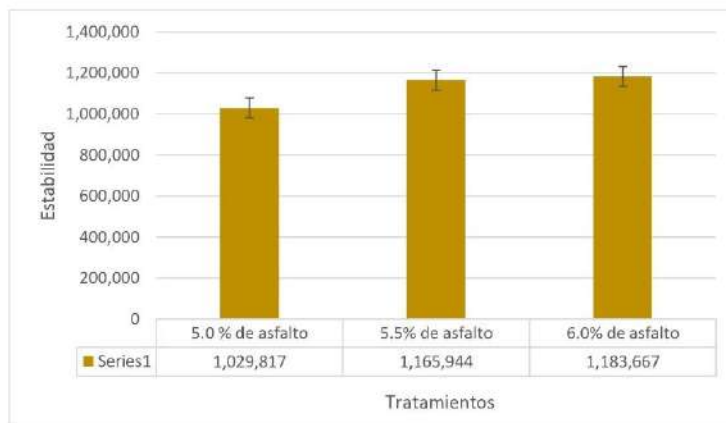


Fig. 19. Estabilidad según porcentaje de asfalto

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACION
 DR. EDUCACION
 COESPE 262

En la Tabla 26, se muestra el ANOVA para determinar la estabilidad, dependiendo del porcentaje de sustitución de betún en la mezcla, podemos observar un P-valor (0.000) de < 0.005 , lo que lleva al rechazo de H_0 , llevándonos a concluir que, los tratamientos estudiados, es decir, diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla asfáltica, afectaron su respuesta de estabilidad. De igual forma, en la Tabla 27, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos observar que el tratamiento con mayor estabilidad es 6.0% y 5.5%, que son 1183.66 y 1165.94 respectivamente, indicando que el valor más bajo es 5.0%, el cual es 1029.817.

G. Factor de estabilidad de rigidez

Tabla 28.

Análisis de Varianza para determinar el factor de estabilidad de rigidez según porcentaje de sustitución

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	539416441,4	1	539416441,4	9074,656	,000
	Error	118884,160	2	59442,080		
Tratamientos	Hipótesis	35649023,38	5	7129804,677	377,381	,000
	Error	869070,933	46	18892,846		
Porcentaje	Hipótesis	118884,160	2	59442,080	3,146	,052
	Error	869070,933	46	18892,846		

Tabla 29.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de sustitución

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Asfalto 2.5%	9	1853,5444		
Asfalto 2.0%	9		2188,6222	
Asfalto 1.5%	9			3648,0000
Asfalto 0.5%	9			3738,6000
Patrón	9			3766,5778
Asfalto 1.0%	9			3768,0667
Sig.		1,000	1,000	,443


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

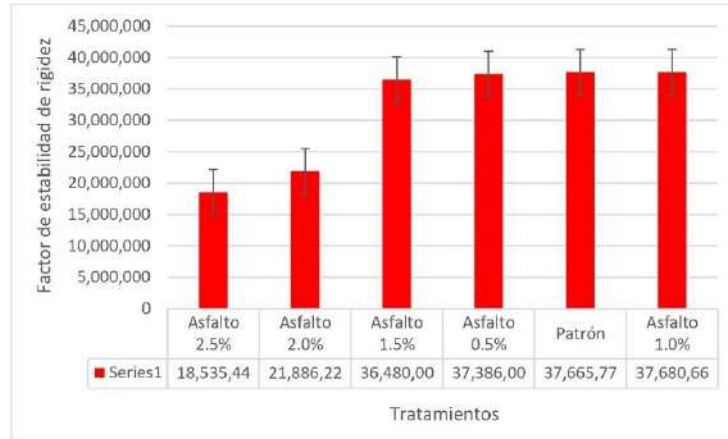


Fig. 20. Factor de estabilidad de rigidez según porcentaje de sustitución.

En la Tabla 28 se muestra ANOVA para determinar el Factor de Estabilidad de Rigidez, dependiendo del porcentaje de sustitución de asfalto, podemos ver que el valor P (0.000) es <0.005 , lo que lleva al rechazo de H_0 , lo que lleva a la conclusión de los tratamientos en el estudio, a saber, diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla asfáltica afectan la respuesta de su coeficiente de estabilidad de rigidez. Asimismo, en la Tabla 29, que muestra la comparación de la Prueba de Medias (TUKEY), podemos observar que los tratamientos que arrojaron los valores más altos para el Factor de Estabilidad de la Rigidez son: 1.0, Estándar, 0.5% y 1.5%, 3768.06, 3766.57, 3738.60 y 3648.00, mostrando también similitud estadística, por otro lado, se puede observar que el tratamiento que produjo el menor valor al 2.5% fue 1853.544.

Tabla 30.

Análisis de Varianza del factor de estabilidad de rigidez según porcentaje de asfalto en la mezcla.

Origen		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	Hipótesis	539416441,4	1	539416441,4	75,657	,000
	Error	35649023,38	5	7129804,677		
Porcentaje	Hipótesis	118884,160	2	59442,080	3,146	,052
	Error	869070,933	46	18892,846		
Tratamientos	Hipótesis	35649023,38	5	7129804,677	377,381	,000
	Error	869070,933	46	18892,846		

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

Tabla 31.

Prueba de comparación de medias "TUKEY" según porcentaje de asfalto en la mezcla

Porcentaje de asfalto	N	Subconjunto	
		1	2
6.0% de asfalto	18	3098,0167	
5.0 % de asfalto	18	3172,6667	3172,6667
5.5% de asfalto	18		3211,0222
Sig.		,244	,682

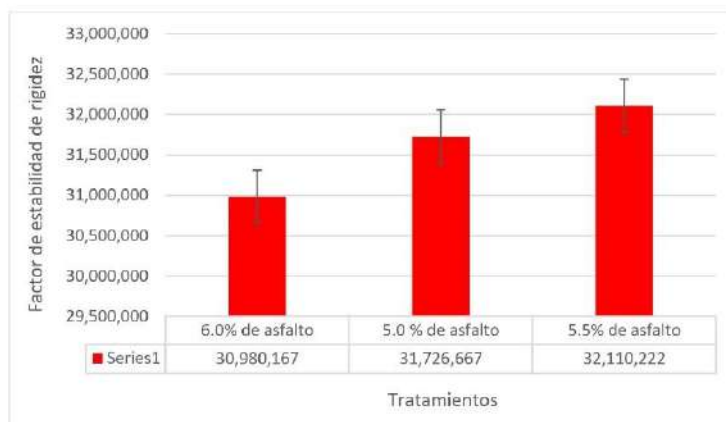


Fig. 21. Factor de estabilidad de rigidez según porcentaje de asfalto

En la Tabla 30, mostrando ANOVA para determinar el Factor de Estabilidad de la Rigidez, podemos ver que el valor P (0.000) es <0.005 según el porcentaje de sustitución de asfalto en la mezcla, lo que provoca que sea rechazado por H0, llevándonos a concluir que los tratamientos estudiados, es decir, diferentes porcentajes de sustitución de la mezcla asfáltica, afectan la respuesta de su factor de estabilidad de rigidez. Asimismo, en la Tabla 31, que muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY), podemos observar que los tratamientos más estables son 3211.02 y 3172.66 al 5.5 % y 5.0 %, respectivamente, indicando el valor más bajo al 6.0 % en 3098.01.

Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262