



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA  
DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN  
MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE  
CHICLAYO**

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

**Autores:**

Bach. Idrogo Celis, Imer Johanan  
<https://orcid.org/0000-0001-7358-9213>

Bach. Ramos Cabrera, Nilsson Orlando  
<https://orcid.org/0000-0003-4873-5762>

**Asesor:**

**Mg. Ruiz Saavedra Nepton David**  
<https://orcid.org/0000-0001-6847-9829>

**Línea de Investigación:**

**Tecnología e innovación en 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**

**2024**





**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

**Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética 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:

Idrogo Celis Imer Johanán	DNI: 73321498	
Ramos Cabrera Nilsson Orlando	DNI: 73418484	

Pimentel, 04 de junio de 2024.

# REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN

Similarity Report

PAPER NAME AUTHOR

**Idrogo. Imer\_ Ramos. Nilsson\_Tesis reco -  
rtada**

WORD COUNT

**8788 Words**

CHARACTER COUNT

**44680 Characters**

PAGE COUNT

**59 Pages**

FILE SIZE

**53.8KB**

SUBMISSION DATE

**Sep 25, 2024 9:29 AM GMT-5**

REPORT DATE

**Sep 25, 2024 9:30 AM GMT-5**

● **18% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 17% Internet database
- 0% Publications database
- 14% Submitted Works database

**RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA  
INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

**Aprobación del jurado**

---

Dr. CORONADO ZULOETA OMAR  
**Presidente del jurado de tesis**

---

Mg. IDROGO PEREZ CESAR ANTONIO  
**Secretario del jurado de tesis**

---

Mg. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO  
**Vocal del jurado de tesis**

## ÍNDICE GENERAL

Resumen .....	7
Abstract .....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	18
2.1. Materiales.....	18
2.2. Métodos .....	21
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
3.1. Resultados .....	27
3.2. Discusión .....	31
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS .....	35
ANEXOS.....	43

## ÍDICE DE FIGURAS

<b>FIG. 1.</b> (A) RECOLECCIÓN DE NEUMÁTICOS, (B) LAVADO Y DESINFECCIÓN, (A) GRANULADO... 18	18
<b>FIG. 2.</b> (A) RECOLECCIÓN DE CONCHAS, (B) LAVADO Y DESINFECCIÓN, (A) TRITURADO..... 19	19
<b>FIG. 3.</b> (A, B, C) PLANTA DE ASFALTO, AGREGADOS..... 19	19
<b>FIG. 4.</b> CEMENTO ASFÁLTICO..... 20	20
<b>FIG. 5.</b> CEMENTO TIPO I..... 20	20
<b>FIG. 6.</b> FLUJO DE PROCESOS..... 23	23
<b>FIG. 7.</b> (A) MEZCLA, (B) COMPACTACIÓN (C) BRIQUETAS ..... 25	25
<b>FIG. 8.</b> (A, B) PESO ESPECÍFICO BULK DE MUESTRAS COMPACTADAS..... 25	25
<b>FIG. 9.</b> (A, B) ENSAYO RICE PARA GRAVEDAD MÁXIMA TEÓRICA ..... 26	26
<b>FIG. 10.</b> (A) BAÑO MARÍA (B) ESTABILIDAD Y FLUJO (MARSHALL) ..... 26	26
<b>FIG. 11.</b> % DE ASFALTO VS % DE VACÍOS ..... 27	27

## ÍDICE DE TABLAS

<b>TABLA I.</b> MUESTREO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS..... 22	22
<b>TABLA II.</b> GRADACIÓN PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (MAC)..... 24	24
<b>TABLA III.</b> PARÁMETROS DE DISEÑO MEZCLA PATRÓN ..... 27	27
<b>TABLA IV.</b> PARÁMETROS DE DISEÑO SOLO CON CAUCHO GRANULADO ..... 28	28
<b>TABLA V.</b> PARÁMETROS DE DISEÑO SOLO CON CONCHA DE ABANICO DE 1.2 MM ..... 28	28
<b>TABLA VI.</b> PARÁMETROS DE DISEÑO SOLO CON CONCHA DE ABANICO DE 0.3 MM..... 29	29
<b>TABLA VII.</b> PARÁMETROS DE DISEÑO CON CONCHA DE ABANICO (1.2 MM) Y CAUCHO ..... 29	29
<b>TABLA VIII.</b> PARÁMETROS DE DISEÑO CON CONCHA DE ABANICO (0.3 MM) Y CAUCHO..... 30	30
<b>TABLA IX.</b> PARÁMETROS DE MEZCLA PATRÓN VS MUESTRA EXPERIMENTAL ÓPTIMA..... 30	30

# RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO

## Resumen

La presente investigación surge a partir del recurrente problema de deterioro a temprana edad que presentan los pavimentos asfálticos; es por ello que se busca evaluar la influencia de los Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo para lo cual se ha realizado un desarrollo teniendo en cuenta un enfoque cuantitativo con diseño experimental que busca evaluar las variables en estudio a través de fundamentos teóricos ya experimentados y basados además en propios ensayos realizados en laboratorio bajo parámetros estipulados por normas del MTC. Los resultados indican que el porcentaje óptimo de asfalto es el 6.15 % y a pesar que tanto muestras patrón como muestras experimentales óptimas con 1% de caucho y 4% de concha de abanico de 1.2 mm están dentro de los requisitos mínimos y máximos normados por el MTC, las muestras experimentales presentan menos porcentaje de vacíos, mayor flujo (facilidad de compactación) y mayor estabilidad (mayor resistencia estructural) por lo cual se concluye que sí es posible utilizar caucho granulado y conchas de abanico triturada como sustituto parcial del agregado fino en mezclas de asfalto en Chiclayo pues tiene un impacto positivo al mejorar sus características físico – mecánicas.

**Palabras clave:** mezclas asfálticas, caucho granulado, conchas de abanico

## **Abstract**

The present research arises from the recurring problem of early-age deterioration observed in asphalt pavements. Therefore, the study aims to evaluate the influence of granulated rubber and crushed fan shell waste incorporated into asphalt mixtures in the city of Chiclayo. This evaluation has been conducted using a quantitative approach with an experimental design, aiming to assess the variables in question through both theoretical foundations and laboratory tests conducted under parameters stipulated by MTC standards. The results indicate that the optimal asphalt percentage is 6.15%. Although both the control samples and the optimal experimental samples with 1% rubber and 4% fan shell of 1.2 mm are within the minimum and maximum requirements set by the MTC, the experimental samples exhibit a lower percentage of voids, greater flow (ease of compaction), and higher stability (greater structural resistance). Therefore, it is concluded that it is feasible to use granulated rubber and crushed fan shell as partial substitutes for fine aggregate in asphalt mixtures in Chiclayo, as it has a positive impact by improving their physical-mechanical characteristics.

**Keywords:** asphalt mixtures, crumb rubber, scallop shells



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las vías de comunicación son esenciales para el progreso de una comunidad; en nuestro estado peruano existen carreteras que no cumplen con su periodo de vida y por lo tanto son carreteras en mal estado y no solo ocurre en nuestro país, existen fallas de estas estructuras en diversos países del mundo, por no decir todos, son problemas que afectan el crecimiento de una nación; además, la contaminación ambiental también es un factor preocupante y engloba a todas las naciones. En el mundo existen cientos de millones de vehículos de los cuales los neumáticos son desechados a su suerte y no son reutilizados trayendo consigo problemas ambientales ya que no son recursos biodegradables; asimismo tenemos las conchas de abanico las cuales luego de ser utilizadas en la industria de la cocina son arrojadas a distintos botaderos sin importar las consecuencias que genera al medio ambiente y con ello a nosotros mismos.

A nivel internacional, en Colombia, [1] Aseguran que los requerimientos de la infraestructura vial son los responsables de generar la necesidad de investigar nuevos materiales para mejorar sus componentes y de ese modo lograr que los pavimentos presenten una mayor vida tanto confiable como económico; asimismo, por el mal estado que se encuentran las vías de Colombia, mayormente las de clase terciaria, las cuales no están pavimentadas, es necesario y adecuado implementar nuevas carreteras [2]. En Brasil se generan cerca de 30 millones de gomas desechados de automóviles los cuales son depositados en lugares subterráneos; sin embargo, gracias al desarrollo y avance de nuevas tecnologías es posible dar uso a algunos de ellos [3]. En Ecuador, existe un aproximado de 2.4 millones de llantas que cada año son desechadas en carreteras y en distintos depósitos lo cual ocasiona contaminación al ambiente [4].

En Corea del Sur, se enfrentan a una situación análoga con la eliminación de 300 mil toneladas de desechos de conchas de ostra cada año. sin ser aprovechadas [5]. Del mismo modo; en la misma región, la eliminación de dichos productos marinos se ha registrado como un problema en la industria pesquera ya que ilegalmente se vierten millones de residuos en aguas públicas y tierras recuperadas [6]. En china, el desecho de conchas marinas es cada vez mayor es por ello que se genera contaminación ambiental muy grave y consigo, el desperdicio de esos recursos que pueden ser reutilizados [7].

En el Perú actualmente y al igual que años anteriores el sector automotriz presenta mayores porcentajes debido a la amplia demanda y venta de vehículos en todo el país; sin

embargo, el uso del caucho reciclado y conchas de abanico molida no se ha tomado en cuenta al realizar los proyectos viales, a comparación de otros países que ya han hecho uso de dicho material y por consiguiente han generado vías con mejores características y propiedades. Nuestra nación está pavimentada solo el 18 % de toda la infraestructura de caminos en donde 79.6 % corresponde a red nacional, 13.4 % red departamental y 7% red vecinal [8]. En la capital, San Juan de Lurigancho representa a un 6% de desechos de caucho de neumático las cuales están en acopios de muladares [9]. En la ciudad de la eterna primavera, el problema en la infraestructura vial se hace presente en fallas y deterioros de los pavimentos generando avenidas inestables [10]. En la región de Piura la lluvia es constante, así como también las temperaturas altas; estos, son factores ambientales que deterioran significativamente las obras viales [11]. En la misma región, existen problemas de contaminación debido a que las conchas de abanico son arrojadas a su suerte ocasionando malos olores perjudicando la salud humana [12] asimismo, se arrojan anualmente a botaderos de municipios cerca de 25 mil toneladas [13] como se citó en [14]. De igual modo, [5] alude que en la región de Piura no existe una gestión adecuada para eliminar los residuos de concha de abanico por lo cual los olores son nauseabundos sin ser ajenos de enfermedades que pueden generarse debido a las moscas que hay.

En nuestra localidad, los pavimentos de la ciudad de Chiclayo con el pasar de los años han ido deteriorándose cada vez más debido a múltiples causas como por ejemplo las obras de edificaciones, el tránsito elevado y también el crecimiento de dicha localidad que involucran procesos constructivos o reconstructivos, entre otros. En el año 2022, el sector automovilístico, específicamente el parque automotor de Chiclayo – Lambayeque asevera que a la actualidad hay 526,572 automóviles [15]. La carretera playa lobos en el departamento de Lambayeque presenta fallas en su estructura y lo podemos apreciar en las fisuras de la superficie de su carpeta asfáltica [16]. Las carreteras de este departamento no están en buenas condiciones por lo cual es necesario implementar a su composición materiales que generen mejoras en sus propiedades. En José Leonardo Ortiz, los pavimentos que se han elaborado no cumplen con su duración adecuada de vida útil es por ello que resultan siendo vías de acceso intransitables [17]. En Lambayeque, en la isla de lobos, en el distrito de San José, la concha de abanico se produce en gran abundancia de lo cual se aprovecha lo comestible y la capa es desechada generando contaminación al ambiente [18] es por ello que se busca aprovechar y del mismo modo añadir este material en mezclas para pavimentos.

Existen muchas investigaciones y trabajos previos que utilizan estos materiales en cuestión y de acuerdo con la literatura encontrada. A nivel internacional:

Nciri et al. [6] en su investigación “potencial de las conchas de ostras de desecho como biorrelleno novedoso para la mezcla asfáltica en caliente” tuvo como objetivo determinar la posibilidad de utilizar conchas de ostras como aditivo en mezclas de pavimentos con la finalidad de mejorar su rendimiento de lo cual llegó a la conclusión que la incorporación de polvo de conchas de ostras mejora las propiedades del asfalto en cuanto a la formación de surcos, su resistencia y la fatiga, el relleno resulta ser beneficioso cuando se adiciona hasta un 10 % de dicho material.

Etim et al. [19] en su investigación “experimental study on potential of oyster shell ash in structural strength improvement of lateritic soil for road construction” tuvieron como objetivo analizar los efectos que puede tener el suelo a través de las conchas de ostra en este método aplicado. Obteniendo como resultados que los límites líquidos disminuyeron un 26% después de haber añadido un 9% de concha marina; ante esto se concluyó sí es posible utilizar conchas de ostras como aditivo en mezclas de pavimentos ya que mejora su rendimiento.

Pouranian [20] en su investigación “rheological and environmental characteristics of crumb rubber asphalt binders containing non-foaming warm mix asphalt additives” tuvo por objetivo determinar el efecto que genera en el ligante asfáltico al adicionar caucho reciclado, de lo cual llega a la conclusión que los aglutinantes con adiciones de CRM presentan mejor resistencia en comparación con la base aglutinante.

Pérez y Arrieta [21] en su investigación “estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 PSI” en la cual tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento del concreto adicionando 5% de grano de caucho llegando a la conclusión que esta adición ayuda a evitar el agrietamiento mejorando la durabilidad de la mezcla; además, redujo la resistencia a la compresión.

Los antecedentes a nivel Nacional demuestran que el caucho y la concha de abanico son materiales prestos a investigaciones distintas:

Santamaría [22] en su investigación “durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico” en donde su objetivo fue determinar la relación

que tiene el comportamiento del agregado fino frente a mezclas de asfalto, con una metodología que abarca a tres mezclas asfálticas en donde se generó el reemplazo total del agregado fino por conchas de abanico en partículas de 1.2 mm, 0.3 mm y 0.3 mm a 0.15 mm. Llegando a la conclusión que las mezclas aumentan el TSR en 262 % reemplazando el 30 % de arena, 141 % de TSR reemplazando el 7% de arena y 22 % de TSR reemplazando el 4% de arena.

Morante [23] en su investigación “Evaluación de la adherencia entre la concha de abanico y el ligante asfáltico” en donde se infiere que su objetivo fue evaluar qué tan factible es la adherencia de las conchas marinas con el ligante del pavimento de asfalto, teniendo como resultados y conclusión que hay buena cohesión entre estas dos variables en comparación a los áridos locales, esto generaría mayor posibilidad de evaluación de agregar residuos de concha de abanico en mezclas para pavimentos de asfalto.

Carnero y Martos [24] en su investigación “influencia de las partículas granulares de la valva del molusco bivalvo en el CBR de subrasantes arcillosas del pueblo Chepate, distrito de Cascas, La Libertad”. Su propósito fue analizar el método de cómo surgió el relieve natural de la ciudad de Chepate y como esta puede ser mejorada al añadirle concha de abanico triturado como revestimiento de carreteras. Obteniendo como conclusión que se debe de adicionar un 35% de conchas de abanico establecidas en las mallas de los tamices N° 1” y 200 con CBR mejorado para arcillas analizadas el cual viene a ser cinco veces mejor que el original.

Delgado [25] en su investigación “estabilización del suelo no pavimentado adicionando conchas de abanico en la avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021” tuvo como objetivo determinar cuánto influye las conchas de abanico al estabilizar los suelos en la avenida en estudio y así, llegó a la conclusión que al adicionar conchas de abanico el suelo que es bueno o adecuado mejora aún más sus propiedades permitiendo de ese modo disminución de la permeabilidad, reducción de compresibilidad del suelo y mayor resistencia del suelo según el porcentaje (2%, 4%, 6%) de conchas de abanico que se adicione.

Soto [26] en su investigación “influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros Marshall en las mezclas asfálticas en caliente, Trujillo 2017” tuvo como objetivo determinar la influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llantas reciclado sobre los parámetros Marshall en mezclas

asfálticas en caliente con una metodología experimental incorporando porcentajes (1%, 2% y 3%) de caucho en las mezclas asfálticas llegando a la conclusión de que las mejoras en la carpeta asfáltica se ven reflejadas adicionando 1% de caucho en comparación al 2% de caucho, además de estar dentro de los límites establecidos en MTC E 504 y 505, por lo cual, el porcentaje óptimo es del 1%.

Rojas [27] en su investigación “estudio de prefactibilidad para la elaboración de granos de caucho reciclado como componente de mezclas asfálticas” tuvo como objetivo determinar si es viable realizar el proyecto de producción y distribución del caucho reciclado llegando a la conclusión que el caucho reciclado podría tener una excelente demanda ya que es una alternativa de solución para mejorar la infraestructura vial haciendo uso del asfalto óptimo de CA 60/70 es del 5.8% con rentabilidad y cuadros económicos positivos a 5 años de realizarse la infraestructura vial.

Alarcón et al. [1] en su investigación “viabilidad de uso del asfalto caucho en la región de Tunja, Colombia” en la cual tuvo como objetivo determinar la viabilidad de uso del caucho en el asfalto, utilizó una metodología experimental llegando a la conclusión de que el porcentaje óptimo de asfalto es del 6.5% para mezclas modificadas y a pesar de que al inicio la mezcla modificada resulta 15% más costosa sin considerar costos de mantenimiento, ambientales y profesionales durante la etapa de funcionamiento del pavimento resulta más viable a futuro.

La literatura a nivel local demuestra efectividad del caucho granulado y concha de abanico como reemplazo parcial del agregado fino en la construcción.

Ortiz [28]. En su tesis titulada: influencia de la sustitución del agregado fino por conchas de abanico trituradas en la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”, en el que su objetivo general es: lograr una resistencia a la compresión de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con mezclas que contengan conchas de abanico trituradas en vez de agregados finos., En el que se puede concluir que a una mayor sustitución en el concreto la trabajabilidad se va a reducir. Además, comparando el grado del cambio de la resistencia, los sustitutos 5% y 10% han mejorado la resistencia, con resultados promedio a los 28 días de  $218,3 \text{ kg/cm}^2$  y  $220,5 \text{ kg/cm}^2$ , que son un 15% diferentes a los sustitutos y 30%, lo que representa una reducción de la resistencia con respecto a la mezcla inicial.

Carrasco y Rosillo [29] en su investigación “diseño de Pavimento Flexible con Utilización de Caucho Reciclado en Avenida Venezuela, Cuadras 26 - 59, Distrito José

Leonardo Ortiz, Lambayeque – 2021” el cual tuvo como objetivo elaborar el diseño del pavimento flexible con utilización de caucho reciclado en avenida Venezuela, cuadras 26 - 59, Distrito José Leonardo Ortiz, Lambayeque 2021 llegando a la conclusión que el contenido de caucho óptimo según el ensayo Marshall es para 0.5% una estabilidad de 2961 kg/cm, una fluencia de 3.39 mm y para la adición de 1.0 % la estabilidad es de 2547 kg/cm con una fluencia de 3.51 mm los cuales se encuentran establecidos dentro de los parámetros del MTC.

Bravo y Montalvo [30] en su proyecto de investigación “desarrollo de una mezcla Asfáltica en caliente con adición de caucho: caracterización de un nuevo material” cuyo objetivo fue evaluar las propiedades que tiene la nueva mezcla de asfalto con adición de caucho en donde concluyó que el porcentaje óptimo para darte menor flujo y buena estabilidad a la mezcla es de 5%; además, el porcentaje de vacíos así como también el porcentaje de vacíos llenos aumentan y están fuera de los parámetros que exige la norma.

Salazar [31] en su investigación “uso de caucho reciclado para mejorar las propiedades de carpeta asfáltica en carretera Monsefú-Valle Hermoso. Lambayeque 2021” en donde tuvo como objetivo verificar que tanto influye las adiciones de CR en las propiedades de la carpeta de asfalto de la carretera en estudio en donde llegó a la conclusión que el caucho reciclado triturado mejora la resistencia a las fisuras y grietas además de reducir la fatiga por fallas mecánicas dando respuestas favorables al resultado.

El reciclaje de caucho es un factor importante para reducir la contaminación ambiental y es de ese modo que España, Corea del sur, Francia, Brasil, entre otros, promulgaron leyes para mitigar este problema [32]. En Colombia uno de los métodos que se utiliza para reciclar el caucho es el triturado de donde se obtienen partículas de caucho que se pueden utilizar en el ámbito de la construcción [33].

Gracias al reciclaje y al uso innovador del caucho en la construcción de carreteras podemos determinar las ventajas que conlleva utilizar dicho material en mezclas asfálticas. Los neumáticos desechados son utilizados para aumentar y mejorar las propiedades del concreto asfáltico dando flexibilidad y durabilidad, viscosidad, elasticidad y menor costo de mantenimiento [34], disminuyen el ruido de rodadura, mayor resistencia al desgaste producido debido a la fricción de las llantas con el pavimento y genera menor espesor asfáltico [35], brinda mayor estabilidad en su estado húmedo, por ende, la carretera construida con este material adicionado, durará más (según Marshall de ASSHTO Y ASTM)

[36, 37], proporciona mejor capacidad de soporte ante variaciones de temperatura, susceptibilidad y humedad, disminuye el envejecimiento proporcionando un aumento en la vida útil [38, 39]. El propósito de agregar caucho granulado al asfalto es optimizar el desempeño del ligante viscoso en la mezcla a altas temperaturas con el único propósito de reducir el daño al pavimento prefabricado (pista), al agregar caucho reciclado, se podrá apreciar mejores costos, más flexibilidad a la superficie de la carretera, mejor durabilidad y finalmente tiene una contribución de manera favorable con el medio ambiente [40].

La concha de abanico con denominación científica *Argopecten purpuratus* es encontrado principalmente en el Océano Pacífico, y en la actualidad su consumo es frecuente [41]. Países como EEUU, España, Francia, entre otros, son países con más importaciones de este molusco que se encuentran en el mar a una profundidad de 4 a 40m [42], presentan un alto contenido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), que oscila entre el 95 % y el 99 %, lo que lo hace similar a las ostras, las mismas que se utilizan como sustituto parcial del agregado fino para producir concreto o como sustituto del cemento [43]. La explotación de este recurso se da de dos maneras: Bancos naturales (reglamentado bajo ley general de pesca) y a través de la maricultura o también llamada actividad acuícola (sujeta Ley<sup>o</sup> 27460 Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura) [44]. El reciclaje de la concha de abanico luego de ser aprovechada como alimento favorece al medio ambiente ya que no se contaminaría el suelo; se pueden reutilizar (desde una perspectiva global) en plantas cementeras, bloqueteras, industriales, empresas constructoras a través del mejoramiento del CBR del suelo hasta en el campo biomédico, entre otros [45].

Las ventajas de utilizar conchas de abanico en la ingeniería civil son muchas; reemplazar el agregado fino con conchas de abanico genera mejora en la resistencia a la humedad debido a la mejor cohesión de la nueva adición con el asfalto (...), además, disminuye la deformación permanente del asfalto [22], esto surge con residuos inferiores a 4 mm disminuyendo también riesgo sanitario [45]. Estos moluscos no solo sirven para mezclas asfálticas sino también ayudan considerablemente al suelo generando buena capacidad de este para soportar las cargas que el pavimento transmitirá, de ese modo; sirven para mejorar la subrasante del pavimento generando buen comportamiento mecánico de los materiales y aumento del soporte del suelo [46, 2], para ello, es conveniente adiciones de conchas trituradas con tamaños oscilatorios entre 2 y 0.075 mm [47].

Para realizar un correcto proceso de mezclas asfálticas se necesitan materiales que sean adecuados para dicha elaboración; entre estos tenemos: filler, agregado grueso, agregado fino, cemento asfáltico.

El asfalto es el residuo más pesado y duro. Para acortar una historia larga el asfalto puede clasificarse como residuo de refinería, pero a partir de nuestra perspectiva de ingeniería es un producto que cumple varias labores en el ámbito de la construcción, especialmente en los pavimentos flexibles con excelentes propiedades como flexibilidad, ductilidad y rigidez de los materiales con los que están fabricados [48].

Las mezclas asfálticas contienen parámetros que deben cumplir especificaciones según lo requiera, para una correcta combinación de agregados se necesita tener en cuenta la granulometría de los materiales para la correcta gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC), su peso específico respectivo (el cual relaciona su peso al aire con el peso del volumen igual de agua), la máxima densidad teórica (mezcla asfáltica sin vacíos), la estabilidad (capacidad de la mezcla para resistir deformaciones y desplazamientos debido a cargas efectuadas por el tránsito), el flujo (deformación de mezclas compactas bajo efectos de cargas), los vacíos en la mezcla (Pequeñas cavidades o áreas de aire se encuentran entre los componentes recubiertos en la mezcla compactada final), vacíos en el agregado mineral – VMA (cavidades de aire existentes entre los agregados de la mezcla) y por último y no menos importante, los vacíos llenos de asfalto – VFA (Proporción de espacio vacío entre las partículas del agregado, que se llena con asfalto) [49]. Todos los parámetros antes mencionados deben de cumplir con lo establecido en las tablas 423-06 y 423-08 de las especificaciones técnicas generales para construcción [50].

Las vías, carreteras, autopistas, entre otros, como se mencionó anteriormente, conforman una parte fundamental para el progreso de un país tanto social como económico ya que de este modo las poblaciones están conectadas generando comunicación entre sí para el transporte de productos y también servicios, por eso es necesario tener vías en buenas condiciones, vías que satisfagan los requerimientos de la ciudadanía y que cuenten con buenas características; para ello, es necesario buscar alternativas para mejorar sus propiedades tanto mecánicas como físicas, una manera es adicionando caucho granulado a las mezclas juntamente con conchas de abanico trituradas; antes esto, se plantea como problema general: ¿Cómo influye la incorporación de residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo?



El presente trabajo se justifica en el problema recurrente que es el prematuro deterioro de los pavimentos de asfalto en Chiclayo y su importancia surge a partir del uso innovador del proceso de caucho y las conchas de abanico en mezclas asfálticas para pavimentos ya que se sabe que impactan de manera positiva, alargando su tiempo de vida, entre otras ventajas además de ser un método que beneficia al medio ambiente disminuyendo la contaminación que generan los desechos de conchas marinas y el caucho de neumáticos.

Por lo cual, se plantea la siguiente hipótesis: al incorporar residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo mejoran sus propiedades físico - mecánicas volviéndolo un pavimento más estable y duradero.

Esta investigación tiene como objetivo general OG: evaluar la influencia de los Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo y como objetivos específicos, OE1: determinar el porcentaje óptimo entre el 5%; 5.5%; 6% y 6.5 % de cemento asfáltico 60/70 en mezclas patrón, además; OE2: analizar las propiedades físico - mecánicas de las mezclas asfálticas solo con caucho granulado en porcentajes 1%; 2%; 3% y 4% y mezclas asfálticas solo con concha de abanico triturada en porcentajes 4%; 6%, 8% y 10% ; también, OE3: verificar el desempeño de mezclas asfálticas con los porcentajes óptimos de 4% (con tamaño de 1.2 mm) y 10% (con tamaño de 0.3 mm) de concha de abanico triturada combinados independientemente con los cuatro porcentajes (1%; 2%; 3% y 4%) de caucho granulado, asimismo OE4: Comprobar que las mezclas asfálticas experimentales óptimas incorporando 4% de concha de abanico de 1.2 mm y 1% de caucho granulado presentan mejores propiedades físico - mecánicas que las mezclas asfálticas convencionales.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Materiales

Entre los materiales que se emplearon tenemos al caucho granulado, conchas de abanico triturada, agregados pétreos (agregado grueso, fino), filler (Cemento tipo I) y, además; considerando el clima de la ciudad de Chiclayo, el cemento de asfalto que se utilizó fue el de grado de penetración de 60/70, considerando que sí existe posibilidad de obtención rápida de los materiales.

#### Caucho granulado

El caucho o goma es un material de tipo látex natural o sintético, se caracteriza porque tiene propiedades que generan elasticidad, repelen el agua y posee una buena resistencia a la electricidad. Para obtener caucho natural necesitamos extraer el látex de ciertas plantas tropicales como el árbol hevea brasilienses; de lo contrario, para el caucho sintético se necesita derivados de petróleo los cuales son obtenidos en plantas químicas [32].

Para poder obtener caucho granulado y usarse en los ensayos experimentales se tuvo en cuenta tres fases: la primera, denominada recolección y selección de neumáticos; como el parque automotor de Chiclayo contiene abundantes vehículos no fue difícil acceder a los neumáticos en desuso; la segunda fase, denominada lavado, desinfección y secado, se procedió con el lavado y desinfección haciendo uso de agua necesaria y escobilla para luego secar al aire libre y la tercera fase, denominada triturado y granulado, se enviaron los neumáticos a la ciudad de Trujillo en donde gracias a una máquina trituradora se pudo obtener el caucho en gránulos.



**Fig. 1.** (a) Recolección de neumáticos, (b) Lavado y desinfección, (c) Granulado

#### Concha de abanico triturada

Presentan un alto contenido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), que oscila entre el 95 % y el 99 %, lo que lo hace similar a las ostras, las mismas que se utilizan como sustituto parcial del agregado fino para producir concreto o como sustituto del cemento [43]. La explotación de este recurso se da de dos maneras: Bancos naturales (reglamentado bajo ley

general de pesca) y a través de la maricultura o también llamada actividad acuícola (sujeta Ley° 27460 Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura) [44].

Para poder obtener la concha de abanico triturada y usarse en los ensayos experimentales se tuvo en cuenta tres fases: en la primera fase se dio la recolección y selección de conchas; los residuos de estos moluscos fueron obtenidos directamente de botaderos de la parte posterior del terminal pesquero del distrito de Santa Rosa – Chiclayo; la segunda fase se llevó a cabo el lavado, desinfección y secado y en la tercera fase se procedió con la trituración de tamaño 1.2 y 0.3 mm con la máquina de los ángeles.

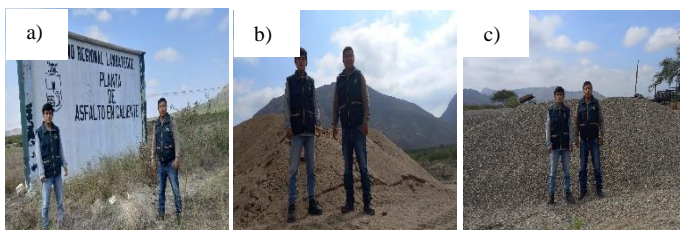


**Fig. 2.** (a) Recolección de conchas, (b) Lavado y desinfección, (a) triturado

### **Agregado fino y agregado grueso**

En las mezclas asfálticas, así como en las mezclas de concreto, se utiliza agregado grueso, este material es aquel que queda retenido en el tamiz de malla número 4, la piedra chancada, deberá de estar libre de sustancias orgánicas, limpia, ajena a polvo, tierra y diferentes sustancias que alterarían la adecuada cohesión de asfalto – agregado [50]. Así como agregado grueso, también contiene agregado fino el cual pasa por la malla N° 04 y son retenidos por la malla N° 200, no debe de presentar materia orgánica y debe de ser ajena a terrones de arcilla [51].

El agregado fino y grueso se obtuvieron directamente de la planta de asfalto – La pluma del gobierno regional de Lambayeque, situada en Batangrande en el distrito de Pitipo la cual procesa mezclas de asfalto en caliente y abastece a la región Lambayeque. Estos materiales, como son directamente de la planta de asfalto cumplen con lo estipulado en las especificaciones técnicas generales para la construcción (EG-2013) del MTC.



**Fig. 3.** (a, b, c) Planta de asfalto, agregados.

## Cemento asfáltico

El material asfáltico es barato, el mismo que se puede aplicar fácilmente; el asfalto o también llamado betún es el residuo que se extrae de las refinerías. Tiene las características de un cuerpo adhesivo además de ser semiflexible y de color oscuro, el mismo que se obtiene por medio de la destilación ya sea natural o artificial del petróleo. Las propiedades físicas del asfalto comprenden la capacidad para conservar sus propiedades, adhesión y cohesión, capacidad para ser duro o semisólido en bajas temperaturas y blando o líquido en aumentos de temperatura, pureza (determinada por la humedad, el asfalto debe de estar libre de agua ya que puede generar humos y ser peligroso) [53]. En cuanto a las propiedades químicas, el asfalto está formado por una combinación de hidrógeno, carbono y azufre. Oxígeno, nitrógeno y otros metales. Todos estos materiales están disponibles en diferentes proporciones las mismas que dependen de dónde se produzca el petróleo crudo [54]. El cemento de asfalto Pen 60/70 se obtuvo de la empresa Chemimport S.A y se tuvo en cuenta lo estipulado en la Tabla 415-01 de la norma EG-2013 del manual de carreteras.



**Fig. 4.** Cemento asfáltico

## Filler o agregado mineral

El filler o polvo mineral es adecuado para las mezclas asfálticas cuando queremos mejorar la adherencia entre agregado – asfalto, es requerido también para rellenar vacíos existentes, además; funciona como espesante del asfalto. La cantidad necesaria se tendrá que definir en los diseños de mezcla patrón a través del método Marshall [49]. Para esta investigación se utilizó el cemento portland tipo I siguiendo lo estipulado en la subsección 429 del manual de carreteras EG-2013 del manual de carreteras.



**Fig. 5.** Cemento tipo I

## 2.2. Métodos

**Tipo de investigación y diseño:** La presente investigación cuenta con un enfoque cuantitativo de tipo aplicado con un diseño experimental que busca evaluar las variables en estudio a través de fundamentos teóricos de diversos autores que ya han realizado experimentos necesarios para la obtención de datos y ensayos propios para la confiabilidad y veracidad de resultados para lo cual a través de nuestra variable independiente (causa de experimentación) se llegó a resultados que genera nuestra variable dependiente. Carhuancho, et al. [57] asegura que este tipo de investigación ayuda a recolectar y al mismo tiempo observar la información sustentada en trabajos previos

$$Oc \rightarrow X$$

$$Oe \rightarrow CG_1 \rightarrow CT_1$$

$$Oe \rightarrow CG_2 \rightarrow CT_2$$

$$Oe \rightarrow CG_3 \rightarrow CT_3$$

$$Oe \rightarrow CG_4 \rightarrow CT_4$$

Donde:

CG: Caucho granulado

CT: Concha de abanico triturada

*Oc: Grupo de especímenes de control*

*Oe: Grupo de especímenes experimental*

*X: No incluye caucho ni concha de abanico*

CG<sub>1,2,3,4</sub>: Caucho granulado en distintos porcentajes (1%; 2%; 3%; 4%)

CT<sub>1,2,3,4</sub>: Concha de abanico triturada en distintos porcentajes (4%; 6%; 8%; 10%)

**Población:** en el presente trabajo está conformada por los especímenes de asfalto con diferentes adiciones de caucho granulado entre (1%; 2%; 3% y 4%) y concha de abanico triturada de dos tamaños (1.2 mm y 0.3 mm) y en porcentajes (4%; 6%; 8% y 10%). Estos especímenes o briquetas fueron sometidos a ensayos en laboratorio para determinar el porcentaje óptimo de nuestras variables independientes.

**Muestra:** para el muestreo se aplicaron las diversas combinaciones de nuestra variable quedando un total de 96 muestras tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla I. Muestreo de mezclas asfálticas**

Tratamiento	Combinación de variables		Asfalto (%)	Marshall MTC E 504	Rice MTC E 508	parcial
	Caucho (CG)	Concha (CT)				
Patrón	0%	0%	5%	3	1	4
	0%	0%	5.5%	3	1	4
	0%	0%	6%	3	1	4
	0%	0%	6.5%	3	1	4
Experimental (solo caucho)	1%	0%		3	1	4
	2%	0%		3	1	4
	3%	0%		3	1	4
	4%	0%		3	1	4
Experimental (solo concha de 1.2 mm)	0%	4%		3	1	4
	0%	6%		3	1	4
	0%	8%		3	1	4
	0%	10%		3	1	4
Experimental (solo concha de 0.3 mm)	0%	4%	ASFALTO ÓPTIMO 6.15%	3	1	4
	0%	6%		3	1	4
	0%	8%		3	1	4
	0%	10%		3	1	4
Experimental (CT óptima (4% -1.2 mm) + caucho)	1%	4%		3	1	4
	2%	4%		3	1	4
	3%	4%		3	1	4
	4%	4%		3	1	4
Experimental (CT óptima (10% - 0.3mm) + caucho)	1%	10%		3	1	4
	2%	10%		3	1	4
	3%	10%		3	1	4
	4%	10%		3	1	4
TOTAL DE MUESTRAS						96

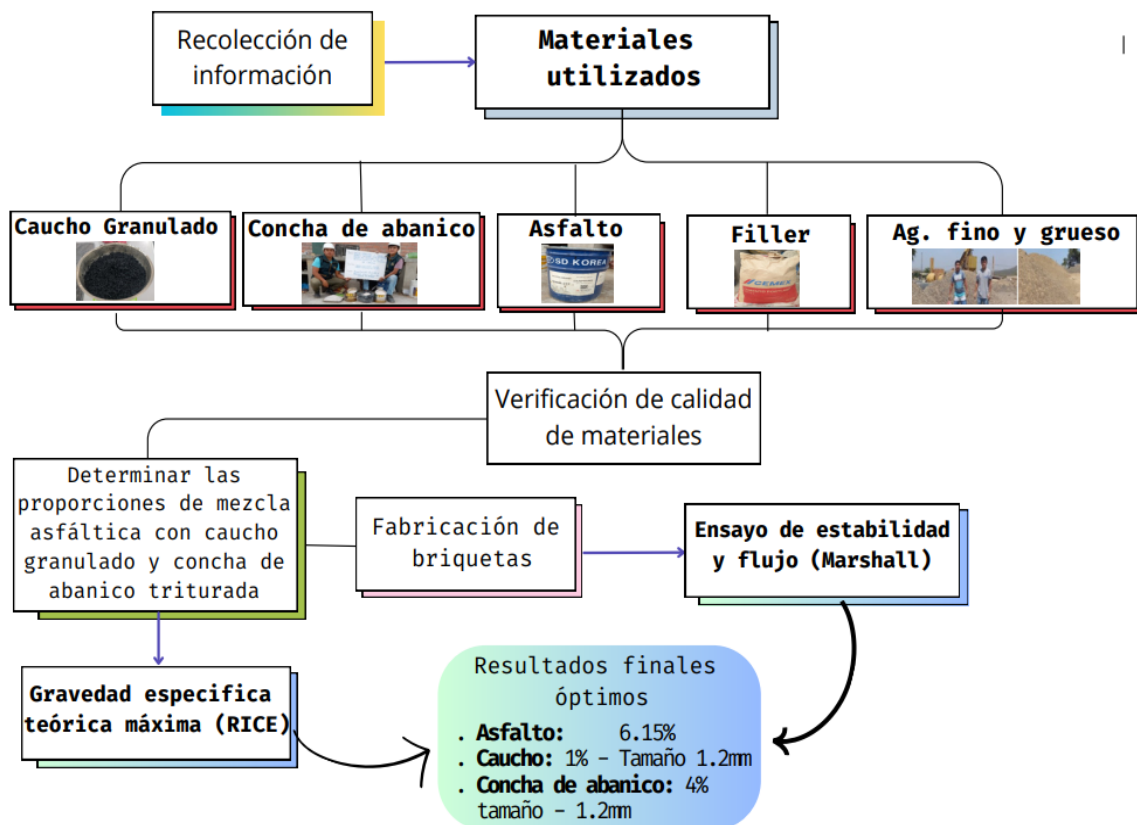
**Técnicas e instrumentos de recolección de datos:** entre las técnicas de recolección de datos se hizo uso del análisis documental de donde se sintetizó el contenido de diversos documentos y se los representó haciendo un conglomerado de todos ellos basándonos en contenido esencial sobre el tema. Además, la observación y el registro de datos que luego fueron analizados con apoyo de un profesional.

**Guía de observación:** conformada por cada formato que nos brinde el laboratorio y obtenidos por cada tesista los cuales son necesarios para llevar control sobre el avance de recolección de datos de los diseños de mezclas.

**Guía de análisis de datos:** conformada por parámetros normativos que se hacen uso en la investigación tenemos por ejemplo el manual de carreteras EG – 2013, NTP.

**Validez y confiabilidad:** los resultados obtenidos fueron puestos a disposición de un experto para que confirme la validez a través de análisis estadísticos; además, se utilizó fichas Aiken para juicio de expertos de 5 profesionales con mucha experiencia en el tema.

**Procedimiento de análisis de datos:** conllevó un trabajo muy selectivo de lo cual primero se especificaron criterios de búsqueda, luego se recopiló la información, seguidamente se realizó un procesamiento de dicha información siendo necesario limpieza y filtración de los más importantes para finalmente plasmar todo ello en el siguiente diagrama de procesos y así lograr determinar el valor de verdad de nuestra hipótesis.



**Fig. 6.** Flujo de Procesos

**Gradación de mezclas asfálticas en caliente (MAC):** Para poder determinar el uso granulométrico con el que se trabajó se procedió conforme menciona el MTC E 204, sobre los agregados finos y gruesos para así poder comparar con las tres gradaciones de la tabla 423-03 que brinda el manual de carreteras.

**Tabla II.** Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

TAMIZ	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,4 mm (1")	1000	-	-
19,05 mm (3/4")	80-100	-	-
12.70 mm (1/2")	67-85	80-100	-
9.3 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4.76 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2.00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
0.42 mm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
0.18 mm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
0.07 mm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Nota: Usos granulométricos que las mezclas asfálticas deben satisfacer, adaptada de [54].  
Para el análisis granulométrico se consideró la muestra tal como dice el manual MTC

### **Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall**

Para poder utilizar el aparato Marshall y determinar la estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas compactadas se tuvo en cuenta la guía de ensayo de materiales MTC E 504 y la norma ASTM D 1559, además de referencias normativas como son ASTM – D6926 y ASTM – D6927 y se realizó en cuatro fases:

La primera fase constó con la preparación de las mezclas y su compactación. Una vez tenido el uso granulométrico y caracterizados los porcentajes de cada agregado, porcentaje de asfalto y el porcentaje de filler, se procedió a realizar las briquetas de masa 1200 g. Considerando que todos los elementos de la mezcla deben de estar a una temperatura de 135 °C (medidos por termómetro de rango 10 a 200 °C), se procede a pesar en un recipiente caliente según sea el porcentaje de cada material; luego se mezcló rápidamente y se hizo un cráter en donde se vertió el porcentaje de asfalto que corresponda. Después, en una cocina caliente se mezcló manualmente con una cuchara aproximadamente por 60 segundos; estando ya el asfalto uniforme en toda la mezcla, se colocó el molde de briquea (el cual se encuentra caliente entre 90 a 150 °C) en el pedestal (para lo cual fue necesario papel filtro en la base del molde), se introdujo la mezcla y luego se procedió a chuzar 15 veces en todo el contorno y 10 veces en el centro; se colocó un papel filtro encima de la mezcla y después se realizó el compactado dando 35 golpes (con el martillo compactador) por ambos lados de la briquea para tránsito ligero. Cabe recalcar que serán necesarios 3 especímenes con las mismas características para ser ensayadas.





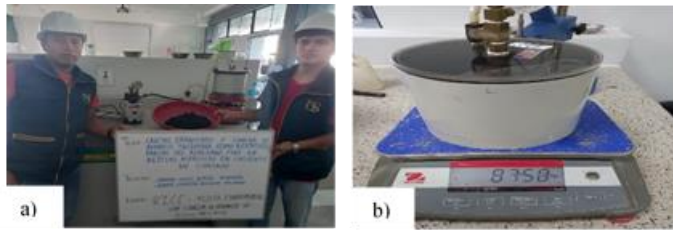
**Fig. 7.** (a) Mezcla, (b) Compactación (c) Briquetas

En la fase número dos se llevó a cabo el peso específico bulk de especímenes (MTC E 514). Se retiró todos los especímenes de sus moldes, para ello, se utilizó una prensa hidráulica para extraer la briqueta sin ser dañada. Luego, se determinó su espesor promedio; además, se determinó su diámetro según MTC E 507. Se verifica que el espécimen no presente impurezas y se pesa al aire; después, se introdujo el espécimen en agua a temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 4 minutos, pasados los 4 minutos se determinó su peso sumergido y finalmente, con ayuda de una toalla húmeda se secó rápidamente para de ese modo obtener especímenes saturados superficialmente secos y se pesó al aire.



**Fig. 8.** (a, b) Peso específico bulk de muestras compactadas

La tercera fase fue necesaria para obtener la gravedad teórica máxima de mezclas asfálticas (MTC E 508) la cual se determinó a través del ensayo rice; se realizó para los distintos porcentajes de materiales que se utilizaron. En primer lugar, se determinó el peso del frasco más la tapa de vidrio a capacidad total de agua a temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ; después, ya habiendo realizado la mezcla asfáltica según la combinación de diseño que se haya determinado de la misma manera que para las briquetas (pero sin compactar) se pesa la masa de dicha mezcla, seguidamente se colocó la muestra en el interior del picnómetro y se agregó agua hasta la superficie de la mezcla, con ayuda de un vibrador y una bomba de vacíos se inició el vacío parcial de aire durante 15 minutos, pasando los 15 minutos se agregó agua desairada hasta capacidad total del picnómetro y se verificó la temperatura del agua ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ); luego, se enrasó con la tapa de vidrio para posteriormente registrar dicho peso (picnómetro, vidrio, muestra y agua a capacidad total).



**Fig. 9. (a, b)** Ensayo rice para gravedad máxima teórica

Como última fase, fue necesario determinar la estabilidad y flujo utilizando el aparato Marshall (MTC E 504). Para ello, se colocaron las briquetas con separación de 2 minutos a baño maría a  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos, transcurrido dicho tiempo se retiró la briqueta y se secó superficialmente con una franela húmeda; se colocó el espécimen en la mordaza y rápidamente la parte superior para ubicar adecuadamente el dial o medidor de flujo en la barra guía delantera. Tanto el dial de flujo como el medidor de estabilidad se colocaron en posición cero y se empezó a realizar el ensayo teniendo en cuenta que el tiempo de ensayo, desde que la briqueta sale del baño maría, no debe de superar los 30 segundos; se grabaron todos los ensayos para poder determinar de mejor manera tanto la estabilidad como el flujo.



**Fig. 10. (a)** Baño maría (b) Estabilidad y flujo (marshall)

**Requerimientos de construcción en mezclas asfálticas:** El diseño de mezcla asfáltica deberá cumplir con los requisitos establecidos en tablas del manual de carreteras EG-2013 dependiendo del tipo de mezcla que se realice y según el diseño propio del proyecto [54]. Estos requerimientos se pueden ver en el anexo V.

**Criterios éticos:** Los principios generales están establecidos en el código de ética para investigaciones de la USS S.A.C., específicamente en los artículos 2, 3 y 4. Estos artículos subrayan la importancia de proteger la dignidad, la integridad y el honor profesional, tal como se estipula en el capítulo I [58]. Con todo ello aseguraremos además la transparencia y la confiabilidad de los resultados

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

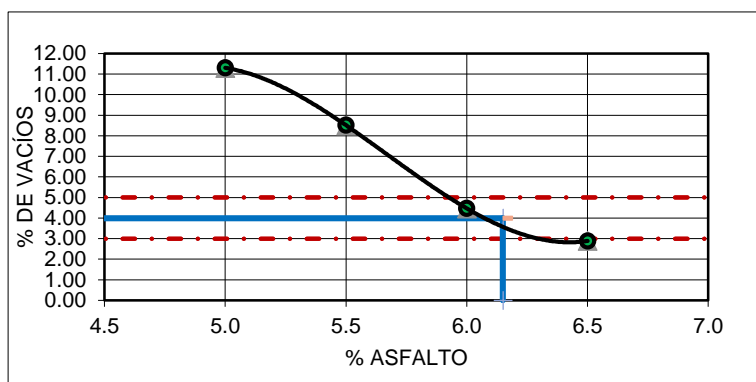
#### 3.1. Resultados

**OE1:** determinar el porcentaje óptimo entre el 5%; 5.5%; 6% y 6.5 % de cemento asfáltico 60/70 en mezclas patrón

**Tabla III.** Parámetros de diseño mezcla patrón

PARÁMETRO DE DISEÑO	MEZCLAS PATRÓN				TRÁNSITO LIGERO (MTC)
	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	
% DE ASFALTO	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	
Número de golpes		35			35
Estabilidad (Kg F)	997.84	1369.46	1443.05	1370.08	461.93
FLUJO 0.01" (0.25mm)	9.40	9.31	9.74	9.31	8-20
Porcentaje de Vacíos (%)	11.30	8.51	4.47	2.89	3-5
Relación Polvo - asfalto	0.93	1.09	1.23	1.33	0.6-1.3
Estabilidad / flujo (kg/cm)	2712.28	3760.38	3778.22	3854.36	1700-4000

Interpretación: Se puede apreciar que los porcentajes 5%; 5.5%; y 6.5% no cumplen con el porcentaje de vacíos requerido por el MTC EG - 2013 por lo cual no pueden ser considerados para nuestro diseño de mezcla experimental, por otro lado, el porcentaje que sí cumple con los parámetros es el 6%.



**Fig. 11.** % de Asfalto Vs % de Vacíos

Considerando un porcentaje de vacíos intermedio entre lo establecido (3% - 5%) que sería el 4% se pudo obtener el porcentaje de asfalto óptimo haciendo tanteo y utilizando pronóstico lineal, quedando un 6.15 % de cemento asfáltico como se puede apreciar en la figura 11.

**OE2:** analizar las propiedades físico - mecánicas de las mezclas asfálticas solo con caucho granulado en porcentajes 1%; 2%; 3% y 4% y mezclas asfálticas solo con concha de abanico triturada en porcentajes 4%; 6%, 8% y 10%.

**Tabla IV.** Parámetros de diseño solo con caucho granulado

PARÁMETRO DE DISEÑO	MEZCLAS EXPERIMENTAL				TRÁNSITO LIGERO (MTC)
% DE CAUCHO GRANULADO	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	
Número de golpes	35				35
Estabilidad (Kg F)	1643.92	1110.02	1019.87	924.67	461.93
FLUJO 0.01" (0.25mm)	13.37	14.03	14.70	15.27	8-20
Porcentaje de Vacíos (%)	3.74	5.71	7.72	8.45	3-5
Relación Polvo - asfalto	0.71	0.52	0.48	0.33	0.6-1.3
Estabilidad / flujo (kg/cm)	3140.89	2007.36	1765.89	1528.46	1700-4000

Interpretación: La tabla IV asegura que, de los cuatro porcentajes, solo el que cumple con los porcentajes de vacíos establecidos es el del 1% por lo cual lo hace óptimo en estas mezclas a pesar de que el resto de los porcentajes sí cumplen con los demás parámetros.

**Tabla V.** Parámetros de diseño solo con concha de abanico de 1.2 mm

PARÁMETRO DE DISEÑO	MEZCLAS EXPERIMENTAL				TRÁNSITO LIGERO (MTC)
% DE CONCHA TRITURADA	4.0%	6.0%	8.0%	10.0%	
Número de golpes	35				35
Estabilidad (Kg F)	1341.39	1469.40	1475.46	1478.22	461.93
FLUJO 0.01" (0.25mm)	11.60	10.24	10.08	9.91	8-20
Porcentaje de Vacíos (%)	4.25	2.86	2.87	5.61	3-5
Relación Polvo - asfalto	1.19	1.25	1.25	1.26	0.6-1.3
Estabilidad / flujo (kg/cm)	2974.83	3655.31	3734.13	3810.83	1700-4000

Interpretación: Haciendo uso del porcentaje óptimo de asfalto (6.15 %), la tabla V demuestra que los porcentajes 6%; 8% y 10% no cumplen con el porcentaje de vacíos proporcionado por MTC EG – 2013 por lo cual no son adecuados para el diseño. El porcentaje óptimo de conchas de abanico que cumple con todos los requisitos es del 4% con un tamaño de partículas de 1.2 mm igual a la malla N° 16.

**Tabla VI.** Parámetros de diseño solo con concha de abanico de 0.3 mm

PARÁMETRO DE DISEÑO	MEZCLAS EXPERIMENTAL				TRÁNSITO LIGERO (MTC)
	4.0%	6.0%	8.0%	10.0%	
% DE CONCHA TRITURADA	4.0%	6.0%	8.0%	10.0%	
Número de golpes	35				35
Estabilidad (Kg F)	1355.75	1649.77	1603.16	1862.16	461.93
FLUJO 0.01" (0.25mm)	12.62	12.62	12.11	12.36	8-20
Porcentaje de Vacíos (%)	8.01	6.11	5.99	3.34	3-5
Relación Polvo - asfalto	1.11	1.18	1.18	1.2	0.6-1.3
Estabilidad / flujo (kg/cm)	2720.97	3432.63	3442.18	3823.27	1700-4000

Interpretación: Según la tabla VI, los porcentajes de 4%; 6% y 8% de concha triturada de 0.3 mm no cumplen con los parámetros para mezclas de asfalto para tránsito ligero. El porcentaje óptimo de concha de abanico de 0.3 mm para reemplazar al agregado fino según esta tabla es del 10%.

**OE3:** verificar el desempeño de mezclas asfálticas con los porcentajes óptimos de 4% (con tamaño de 1.2 mm) y 10% (con tamaño de 0.3 mm) de concha de abanico triturada combinados independientemente con los cuatro porcentajes (1%; 2%; 3% y 4%) de caucho granulado.

**Tabla VII.** Parámetros de diseño con concha de abanico (1.2 mm) y caucho

PARÁMETRO DE DISEÑO	MEZCLAS EXPERIMENTAL				TRÁNSITO LIGERO (MTC)
	4.0%	6.0%	8.0%	10.0%	
% DE CONCHA TRITURADA (1.2mm)	4.0%				
% DE CAUCHO GRANULADO	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	
Número de golpes	35				35
Estabilidad (Kg F)	1613.72	1397.77	1034.87	809.20	461.93
FLUJO 0.01" (0.25mm)	10.41	12.11	14.56	16.76	8-20
Porcentaje de Vacíos (%)	3.60	6.68	9.92	11.64	3-5
Relación Polvo - asfalto	1.17	1.17	1.16	1.18	0.6-1.3
Estabilidad / flujo (kg/cm)	3975.64	3012.29	1837.05	1246.20	1700-4000

Interpretación: Con el porcentaje óptimo de concha de abanico triturada (4%) de 1.2 mm, al mezclarse con caucho granulado se puede apreciar en la tabla VII que el porcentaje óptimo de caucho para dicha combinación es del 1% ya que cumple con todos los parámetros.

**Tabla VIII.** Parámetros de diseño con concha de abanico (0.3 mm) y caucho

PARÁMETRO DE DISEÑO	MEZCLAS EXPERIMENTAL				TRÁNSITO LIGERO (MTC)
	10.0%	1.0%	2.0%	3.0%	
% DE CONCHA TRITURADA (0.3 mm)	10.0%				
% DE CAUCHO GRANULADO		1.0%	2.0%	3.0%	4.0%
Número de golpes		35			35
Estabilidad (Kg F)	1578.69	1374.98	1344.80	935.16	461.93
FLUJO 0.01" (0.25mm)	12.28	12.62	13.12	14.22	8-20
Porcentaje de Vacíos (%)	7.12	9.27	7.10	5.87	3-5
Relación Polvo - asfalto	1.17	0.94	1.09	1.13	0.6-1.3
Estabilidad / flujo (kg/cm)	3313.55	2772.38	2610.33	1777.74	1700-4000

Interpretación: En el caso de la concha triturada de 0.3 mm se sabe que el porcentaje óptimo es el 10 % por lo cual, al mezclarse con los cuatro porcentajes de caucho se denota que casi todos los parámetros se cumplen; sin embargo, cuando se trata del porcentaje de vacíos, la combinación de conchas no cumple con ningún porcentaje de caucho tal cual como se aprecia en la tabla VIII.

**(OE4)** Comprobar que las mezclas asfálticas experimentales óptimas incorporando 4% de concha de abanico de 1.2 mm y 1% de caucho granulado presentan mejores propiedades físico - mecánicas que las mezclas asfálticas convencionales.

**Tabla IX.** Parámetros de mezcla patrón Vs muestra experimental óptima

PARÁMETRO DE DISEÑO	MEZCLAS PATRÓN	MEZCLAS EXPERIMENTAL	TRÁNSITO LIGERO
			(MTC)
% DE CONCHA DE ANBANICO	0 %	4% - 1.2 mm	
% DE CAUCHO GRANULADO	0 %	1%	
% de asfalto	6.15	6.15	
Número de golpes	35	35	35
Estabilidad (Kg F)	1421.16	1613.72	461.93
FLUJO 0.01" (0.25mm)	9.61	10.41	8-20
Porcentaje de Vacíos (%)	4	3.60	3-5
Relación Polvo - asfalto	1.26	1.17	0.6-1.3
Estabilidad / flujo (kg/cm)	3801.06	3975.64	1700-4000

Interpretación: En la tabla IX, a pesar de que tanto mezclas patrón como muestras experimentales cumplen con los estándares establecidos, se aprecia que la muestra experimental óptima con 1% de caucho y 4% de conchas de 1.2 mm presentan menos porcentaje de vacíos, mayor flujo (facilidad de compactación) y mayor estabilidad (mayor resistencia estructural).

### 3.2. Discusión

Con respecto al primer objetivo específico, determinar el porcentaje óptimo entre el 5%; 5.5%; 6% y 6.5 % de cemento asfáltico 60/70 en mezclas patrón, los resultados que expone la tabla III y la figura 11 gracias al ensayo Marshall y con ayuda de una regresión lineal, tanteo y partiendo de un porcentaje de vacíos del 4%, el porcentaje óptimo en mezclas asfalto convencionales o patrón es del 6.15 %, datos que al ser contrastados con los resultados de Rojas [27] de su investigación en la cual concluye que el porcentaje recomendado de asfalto PEN 60-70 para mezclas asfálticas en caliente es del 5.8%, resultado que obtuvo gracias a los parámetros que establece el MTC y a gráficos que dependen inicialmente del porcentaje de vacíos en la mezcla y con resultados de Bravo y Montalvo [30] de su investigación en la cual concluye que el porcentaje óptimo de cemento asfáltico que arroja resultados favorables es del 5%, se puede aseverar que la variación de porcentajes entre la presente investigación y la de los autores antes mencionados depende del tipo de agregado y la gradación que se esté utilizando además de condiciones como temperatura.

Teniendo en consideración el objetivo específico número dos, analizar las propiedades físico - mecánicas de las mezclas asfálticas solo con caucho granulado en porcentajes 1%; 2%; 3% y 4% y mezclas asfálticas solo con concha de abanico triturada en porcentajes 4%; 6%, 8% y 10%, de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla IV para mezclas solo con caucho granulado y las tablas V y VI para mezclas solo con concha de abanico, las propiedades físico mecánicas dan buenos resultados para mezclas asfálticas solo con concha de abanico que contengan 4% de 1.2 mm o 10 % de 0.3 mm y con respecto a mezclas solo con caucho granulado, el porcentaje óptimo es del 1%, los demás valores no cumplen con los límites del MTC; comparando estos resultados con lo que afirma Acuipeca [45] en su investigación en donde señala que la posibilidad de incorporar valva de abanico en lugar de agregado fino en mezclas asfálticas se presenta cuando los residuos son menores a 4 mm y con posibilidad de reemplazar el 100% de la arena, esto resulta en un aumento de las características físico – mecánicas del asfalto, al mismo tiempo que reduce el riesgo sanitario, podemos reafirmar que las mezclas compuestas solo con conchas de abanico de 1.2 mm al 4% de reemplazo de la arena y las mezclas compuestas solo de 0.3 mm al 10% de reemplazo generan buenos resultados físico mecánicos. Con respecto a los resultados de mezclas asfálticas solo con caucho granulado, comparando con lo que asegura Carrasco y Rosillo [29] en su investigación en la cual concluye que según el ensayo Marshall, para una adición del 1.0%, se obtiene una estabilidad de 2547 kg/cm y una fluencia de 3.51 mm,

valores que se mantienen dentro de los parámetros establecidos por el MTC se puede reafirmar que para obtener mejores propiedades físico – mecánicas en mezclas asfálticas es necesario agregar solo el 1 % de caucho granulado; asimismo, la proporción ideal de caucho es del 1%, lo cual conduce a una mejora en la mezcla de asfalto en términos de sus parámetros Marshall, generando así ventajas positivas para las empresas vinculadas a la pavimentación [26] .

Concerniente al objetivo específico tres, verificar el desempeño de mezclas asfálticas con los porcentajes óptimos de 4% (con tamaño de 1.2 mm) y 10% (con tamaño de 0.3 mm) de concha de abanico triturada combinados independientemente con los cuatro porcentajes (1%; 2%; 3% y 4%) de caucho granulado, según los resultados presentados en la tabla VII, en donde se aprecia que el porcentaje adecuado para que las mezclas asfálticas cumplan con todos los parámetros establecidos por el MTC, para las conchas de abanico de 1.2 mm es del 4% combinada con 1% de caucho granulado; por otro lado, realizar mezclas asfálticas con concha de abanico triturada de 0.3 mm y al combinarlos con los 4 porcentajes de caucho independientemente, no cumplen con los requisitos del MTC según la tabla VIII; al compararlos con los resultados de Sánchez [11], el cual concluye que para obtener mejores propiedades en mezclas de asfalto y que cumplan con lo establecido en el MTC E 504 Y 505 es necesario agregar 1% de caucho reciclado y con la investigación de Santamaría [22] en donde concluye que el TSR de la mezcla asfáltica aumenta un solo un 22% con reemplazo de arena del 4% con partículas de 1.2 mm; se afirma que para buenos resultados de mezclas asfálticas es necesario reemplazar el agregado fino por 1% de caucho granulado y 4% de conchas de abanico de 1.2 mm; además, Los resultados de la adición de conchas trituradas aseveran que el tamaño óptimo está entre 2 y 0.075 mm [47].

De acuerdo al cuarto objetivo, Comprobar que las mezclas asfálticas experimentales óptimas incorporando 4% de concha de abanico de 1.2 mm y 1% de caucho granulado presentan mejores propiedades físico - mecánicas que las mezclas asfálticas convencionales, los resultados que se presentan en la tabla IX evidencian que al adicionar caucho granulado y concha triturada influyen de manera positiva generando mejoras en las propiedades físico – mecánicas de las mezclas, dichos resultados al ser comparados con lo que mencionan Nciri, Shin, Lee y Cho [6] de su investigación en la cual concluyeron que al agregar polvo derivado de conchas beneficia al asfalto mejorando sus características relacionadas a la resistencia (estabilidad), además; comparando con lo que menciona Pouranian [20] de su investigación el cual concluye que los aglutinantes en las mezclas asfálticas que contienen



caucho granulado exhiben una resistencia superior en comparación a aglutinantes convencionales, se puede afirmar que el reemplazo parcial de agregado fino por conchas de abanico trituradas y caucho granulado contribuyen de buen modo a las propiedades físico – mecánicas de las mezclas asfálticas; además, el reemplazo de agregado fino con conchas de abanico conlleva a una mejora de la resistencia, mayor cohesión y reduce la deformación permanente [22]; asimismo, al incrementar caucho reciclado a la mezcla asfáltica ayuda a mejorar la estabilidad, prevé la formación de surcos, retarda el envejecimiento y genera prolongación de la vida útil del pavimento [38].

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

Para utilizar caucho granulado y conchas de abanico triturada en mezclas asfálticas de la ciudad de Chiclayo, el porcentaje de cemento asfáltico óptimo es del 6.15% lo cual genera buen rendimiento en mezclas patrón, así como en muestras experimentales.

Las propiedades físico - mecánicas de las mezclas asfálticas solo con caucho granulado mejoran cuando se agrega el 1% de dicho material; por otro lado, las mezclas asfálticas incorporando solo concha de abanico mejoran sus propiedades al añadir 4% con un tamaño de 1.2 mm y 10% con un tamaño de 0.3 mm de dicho agregado.

El desempeño de mezclas asfálticas con 4 % de concha de abanico triturada (de 1.2 mm) y con 10 % (de 0.3 mm) combinadas independientemente con 1%; 2%; 3% y 4% de caucho granulado dependen del porcentaje de vacíos, pues, en todas no cumple con lo establecido.

Al incorporar caucho granulado y concha de abanico triturada en mezclas asfálticas influyen de manera positiva, pues, las mezclas experimentales óptimas con 4% de concha de abanico con tamaño de 1.2 mm y con 1% de caucho granulado presentan mejores propiedades físico – mecánicas que las mezclas asfálticas convencionales.

### **4.2. Recomendaciones**

Para futuras investigaciones, se sugiere abarcar dos porcentajes óptimos de cemento asfáltico pues, según trabajos previos y tanteo (al realizar progresión lineal) se observa que cuando existe más asfalto en la mezcla, esta genera mejores propiedades.

Se recomienda además que se realicen investigaciones reemplazando el filler por conchas de abanico pulverizadas; pues, podrían generar buenos resultados ya que mientras más fino el material se genera menor porcentaje de vacíos.

Se sugiere para futuras investigaciones considerar a la concha de abanico como agregado grueso; además, se recomienda calcular el total de material a utilizar para no generar desperdicios y gastos innecesarios.

Para el ensayo Marshall, al momento de obtener lecturas de estabilidad y flujo, es recomendable que haya por lo menos dos personas ya que el tiempo que se dispone para este ensayo es de 30 segundos según el manual de ensayo de materiales del MTC.

## REFERENCIAS

- [1] J. Alarcón, D. Camacho y I. Herreño. “Viabilidad de uso del asfalto caucho en la región de Tunja, Colombia,” *ESPACIOS*, Vol. 40 (34), p.p.12., 2019. Accedido: 20 set, 2022 [En línea]. Disponible en: <http://es.revistaespacios.com/a19v40n34/19403412.html>
- [2] M. Lopez y N. Alvarez, “Estabilización de la subrasante empleando cemento Vía fuerte y residuos calcáreos de concha de abanico en el sector Bella Mar – Huanchaquito bajo, 2021,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UPN, Trujillo, Perú, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29375>
- [3] K. E. Martins. J. DAM, M. Ferreira, “Uso de caucho molido como polímero modificador de CAP en pavimentos asfálticos,” *Revista científica multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Año 05, Ed. 09, Vol. 07, págs. 60-74. septiembre de 2020. ISSN: 2448-0959, [En línea]. Disponible en DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/borracha-moida
- [4] J. Orellana y J. Solano, “Dosificación óptima en pavimento flexible de asfalto y caucho reciclado utilizando materiales de la región,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, Univ. de Cuenca, Cuenca Ecuador, 2019. [En Línea]. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33528/1/Trabajo%20de%20Titulaci%3b3n.pdf>
- [5] D. Castañeda, “Análisis de la granulometría de la concha de abanico triturada para su uso como agregado en concretos,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UDEP, Piura, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3011/ICI\\_236.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3011/ICI_236.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [6] N. Nciri, T. Shin, H. Lee y N. Cho, “Potencial de las conchas de ostras de desecho como biorrelleno novedoso para la mezcla asfáltica en caliente,” *Ciencias Aplicadas*, 8(3):415, 2018. Accedido: 20 set, 2022 [En línea]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/8/3/415>
- [7] G. Fan, H. Liu, C. Liu, Y. Xue, Z. Ju, S. Ding, Y. Zhang and Y. Li, “Analysis of the Influence of Waste Seashell as Modified Materials on Asphalt Pavement

- Performance,” *Materials*. 15 (19), 6788, 2022. Accedido: 10 may, 2023. [En línea]. Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/19/6788>
- [8] Ministerio de transportes y comunicaciones (2019). Ministerio de transportes y comunicaciones. <https://www.gob.pe/mtc>
- [9] J. Boza, “Adición de caucho reciclado en asfalto para el diseño de pavimento flexible en el asentamiento Humano Villa Leticia Lurigancho 2020,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UCV, Lima, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_b0c4ab37edd11e4ae72e91fe09159d7d](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_b0c4ab37edd11e4ae72e91fe09159d7d)
- [10] K. Huaman y M. Troncos, “Influencia de la adición de concha de abanico en el afirmado proveniente de la cantera la obrilla para estabilización de subbase de pavimentos, castilla, Piura,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UPAO, Trujillo Perú, 2021. [En línea]. Disponible en <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7674>
- [11] M. Sánchez, “Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UDEP, Piura, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP\\_d2084fa41c7a53c85193e792512b55b3](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP_d2084fa41c7a53c85193e792512b55b3)
- [12] M. Tumbajulca, “Influencia de usar conchas de abanico triturado para mejorar la subrasante en la Av. Jesús de Nazareth, Trujillo 2019,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UCV, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46915>
- [13] C. Varhen, S. Carrillo and G. Ruiz, “Experimental investigation of Peruvian scallop used as fine aggregate in concrete,” *Construction and Building Materials*, vol. 136, 533–540, 2017. Accedido: 10 may, 2023. [En línea]. Disponible en: DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.01.067
- [14] F. Chávez, “Valoración de residuo de concha de abanico para uso como agregado en mezclas asfálticas en caliente,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UDEP, Piura, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4268/ICI\\_290.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4268/ICI_290.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [15] Instituto Nacional de estadística e informática (INEI) “Parque automotor según clase de vehículo, 2001 – 2022,” Departamento de Lambayeque, Sector Económico,

- Transportes, Chiclayo, Perú, 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1851/ambaye.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1851/ambaye.htm)
- [16] J. Camacho y E. Castañeda, “Aplicación de Caucho Reciclado para la Mejora de las Propiedades de la Carpeta Asfáltica de la Carretera Playa Lobos, Eten, Chiclayo,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UCV, Chiclayo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_be1146977c44085c3a06acb6edb48e95](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_be1146977c44085c3a06acb6edb48e95)
- [17] M. Campos, “Evaluación del pavimento flexible por el Método del PCI, calle Dorado Cuadra 1- 10 del distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UCV, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35372>
- [18] E. Guevara, “Análisis de la losa de concreto hidráulico, utilizando desechos de conchas de abanico, Av. Mariano Cornejo. José Leonardo Ortiz. Chiclayo-2019” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UCV, Chiclayo, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_708d775b2937a8694cc139ce2c38f744/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_708d775b2937a8694cc139ce2c38f744/Details)
- [19] R.K. Etim, I. C. Attah and P. Yohanna, “Experimental study on potential of oyster shell ash in structural strength improvement of lateritic soil for road construction,” *En t. J. Pavimento Res. Tecnología*, 13, 341–351. 2020. Accedido: 18 set, 2023. [En línea]. Disponible en DOI: 10.1007/s42947-020-0290-y
- [20] M. Pouranian, M. Notani, M.Tabesh, B. Nazeri and M. Shishehbor, “Rheological and environmental characteristics of crumb rubber asphalt binders containing non-foaming warm mix asphalt additives,” *Construction and Building Materials*, vol. 238, 1-17, 2019. Accedido: 18 set, 2023. [En línea]. Disponible en DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117707
- [21] J. Pérez y Y. Arrieta, “Estudio para Caracterizar una Mezcla de Concreto con Caucho Reciclado en un 5% en Peso Comparado con una Mezcla de Concreto Tradicional de 3500 PSI,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UCatólica, Bogotá, Colombia, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl/vufind/Record/oai:localhost:10983-15486>

- [22] S. Santamaría, “Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UDEP, Piura, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/items/b2819459-ed97-4f8d-8129-f1bf373aa89f>
- [23] F. Morante, “Evaluación de la adherencia entre la concha de abanico y el ligante asfáltico,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UDEP, Piura, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3450>
- [24] D. Carnero y J. Martos, “Influencia de las partículas granulares de la valva del molusco bivalvo en el CBR de subrasantes arcillosas del pueblo Chepate, distrito de Cascas, La Libertad,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UPAO, Trujillo Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4618>
- [25] P. Delgado, “Estabilización del suelo no pavimentado adicionando conchas de abanico en la avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería y Arquitectura, UCV, Lima Perú, 2021, [En Línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97921>
- [26] E. Soto, “Influencia de la incorporación de porcentajes de caucho de llanta reciclado sobre los parámetros marshall en las mezclas asfálticas en caliente, Trujillo 2017,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UPN, Trujillo Perú, 2018. [En Línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/13751>
- [27] I. Rojas, “Estudio de prefactibilidad para la elaboración de granos de caucho reciclado como componente de mezclas asfálticas,” Tesis para obtener título de ingeniero industrial, Fac. de Ingeniería y Arquitectura, ULima, Lima, Perú, 2022. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/16301>
- [28] M. Ortiz, “Influencia De La Sustitución Del Agregado Fino Por Conchas De Abanico Trituradas En La Resistencia a Compresión Del Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería y Arquitectura, UCV, Chiclayo Perú, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35227>
- [29] S. Carrasco y K. Rosillo, “Diseño de Pavimento Flexible con Utilización de Caucho Reciclado en Avenida Venezuela, Cuadras 26 - 59, Distrito José Leonardo Ortiz, Lambayeque – 2021,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería y Arquitectura, UCV, Piura, Perú, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87340>

- [30] B. Bravo y J. Montalvo, “Desarrollo de una mezcla asfáltica en caliente con adición de caucho: caracterización del nuevo material” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, USS, Chiclayo, Perú, 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-senor-desipian/proyecto-de-tesis/desarrollo-de-una-mezcla-asfaltica-en-caliente-con-adicion-de-caucho-caracterizacion-del-nuevo-material/20775736>
- [31] J. Salazar, “Uso de Caucho reciclado para mejorar las propiedades de carpeta asfáltica en carretera Monsefu-Valle Hermoso. Lambayeque 2021,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería y Arquitectura, UCV, Chiclayo Perú, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93545>
- [32] C. Abugattas y G. Carnero, “Investigación sobre la realidad del caucho en desuso en Perú comparándolo con otros países”. Tesis para optar bachiller de ingeniero industrial, Fac. de Ingeniería y Computación, UCSP, Arequipa, Perú, 2020. [En Línea]. Disponible en: [https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16341/1/ABUGATTAS\\_DEL\\_GADO\\_CAM\\_INV.pdf](https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16341/1/ABUGATTAS_DEL_GADO_CAM_INV.pdf)
- [33] G. Peláez, S. Velásquez y D. Giraldo, “Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura,” *Redalyd*, vol. 27, núm. 2, 2017. Accedido: 18 set, 2023. [En línea]. Disponible en DOI: 10.18359/rcin.2143
- [34] E. Amorim y L. Lima, “Uso de residuos de caucho en pavimentos de asfalto: una revisión de literatura,” *Revista científica multidisciplinaria base de conocimiento*, vol. 3(2), 39-47. 2018. Accedido: 18 set, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ingenieria-civil/pavimentacao-asfaltica-3>
- [35] G.O. Lubo y G.R. Martínez, “Asfaltos modificados con cauchos en vías primarias en las ciudades Santa Marta, Barranquilla y Bogotá como alternativa de mejoramiento de la capa de rodadura de los pavimentos flexibles entre los años 2012-2019,” 2019. Accedido: 18 set, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/5afe8097-7023-4baf-bf14-88ca06582777>
- [36] E. Fernández y L. Ramos, “Uso de residuos de caucho en pavimentos de asfalto: una revisión de literatura,” *Revista científica multidisciplinaria base de conocimiento*, 02(07), pp. 39-47, 2018. Accedido: 18 set, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ingenieria-civil/pavimentacao-asfaltica-3>

- [37] S. Salazar, “Incorporación de Caucho Reciclado en las Mezclas Asfálticas para Mejorar Pavimentos Flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UCV, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3204008>
- [38] L. Hoyos, K. Puicon, y S. Muñoz, “Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria,” *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR*, vol. 23 (41) p.p. 11- 19, 2021. Accedido: 10 may, 2023. [En línea]. Disponible en DOI: 10.15517/iv.v23i41.44410
- [39] F. Goicochea, “Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, chachapoyas – amazonas – 2017,” Tesis para obtener título de ingeniero civil. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1627>
- [40] K. Capcha, “Diseño de mezcla asfáltica con incorporación de caucho reciclado.,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UCV, Lima, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36367>
- [41] R. E. Loayza Aguilar, R. Valencia Cruz, y G. Valencia Cruz, “Carbono inmovilizado en las valvas provenientes de cultivos industriales de *Argopecten purpuratus* en el Perú y su potencial en el mercado de carbono” *ECOS*, vol. 32, n.º 2, p. 2461, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2461>
- [42] J. Mendo y I. Quevedo, “La cadena de valor de la concha de abanico. Ministerio de la Producción,” 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.pnipa.gob.pe/handle/20.500.12864/193?locale=es>
- [43] ANFACO Acuipisca (2020). “Incrementar la competitividad del sector pesca artesanal y acuicultura en la bahía de Sechura a través del fortalecimiento institucional y organizacional, la adopción de tecnologías y la sostenibilidad ambiental” 2019-2021,” carr, Perú, Inf. téc. Accedido: 10 oct, 2023. [En línea]. Disponible en [https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/07/InformeTecnico\\_GestionResiduosCA\\_v2\\_ANFACO-A7.3-para-RNIA.pdf](https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/07/InformeTecnico_GestionResiduosCA_v2_ANFACO-A7.3-para-RNIA.pdf)
- [44] M. Jacinto, “Mejoramiento mecánico de suelos blandos en la sub rasante, utilizando residuos de bivalvos de la bahía de Sechura. 2020,” Trabajo de Investigación, UNP, Piura, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2932>



- [45] S. Quezada, “Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería, UDEP, Piura, Perú. 2017. [En línea]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/items/6d1e1ab4-753e-40bb-babb-4c6c6ba42af1>
- [46] L. Huilcapoma y J. Figueroa, “Propiedades de la mezcla asfáltica y su incidencia en el ahuellamiento” Para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Fac. de Ingeniería, URP, Lima, Perú. 2022 [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5807>
- [47] J.D. Moscoso y B. Rivera, “Estrategias de circularidad para la reducción de impactos: diseño de una mezcla asfáltica caliente con caucho reciclado en la provincia del Azuay,” *Research Article*, vol. 06, may-agos, 2023. Accedido: 10 oct, 2023. [En línea]. Disponible en DOI: 10.53313/gwj62076
- [48] *Especificaciones técnicas generales para construcción*, Manual de Carreteras, Perú, 2013. [En Línea]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/M ANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/M%20ANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)
- [49] C. Peña Ruiz, "La colección Parkett de Cuenca a través de la obra de Susan Rothenberg. La importancia de conocer los materiales que conforman el arte contemporáneo" Dialnet, 20 pp. 289-302, 2021. [En línea]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8284854>
- [50] R. Seminario, K. Chorres, R. Rivas, G. Ruesta y D. Sota, “Diseño de una planta productora de adoquines con agregados de concha de abanico,” Fac. de Ingeniería, UDEP, Piura, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3836>
- [51] S. Carrillo, “Viabilidad del reciclaje de la concha de abanico en la industria de la construcción,” Trabajo de Investigación, Fac. de Ciencias Económicas y Empresariales. UDEP, Piura, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3274>
- [52] D. Candia y V. Ccorahua, “Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con NTC (nanotubos decarbono) con respecto a una mezcla asfáltica convencional, según el método marshall,” Tesis para obtener título de

- ingeniero civil, Fac. de Ingeniería y Arquitectura, UAC, Cusco Perú, 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4087>
- [53] G. Quispe, “Evaluación comparativa del desempeño de mezclas asfálticas convencional y con cal hidratada expuestas a humedad en climas fríos,” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería Civil, UNSA, Arequipa Perú, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/77c35962-dbd6-4be2-86ef-39b4f027a51b/content>
- [54] D. Broncano y D. Campos, “Influencia del cemento asfáltico modificado con polímeros sbs y elvaloy sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería Civil, UNSA, Arequipa Perú, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/2c55747f-9dfb-4a9f-b9a9-b70e6c3aacb9>
- [55] K. Aguilar y C. Chauca, “Análisis comparativo de las propiedades fisicomecánicas de la mezcla asfáltica en caliente pen 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente pen 85/100 adicionando grafito” Tesis para obtener título de ingeniero civil, Fac. de Ingeniería y Arquitectura, UAC, Cusco Perú, 2022. [En Línea]. Disponible en: [https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/5051/Kiara\\_Cristhian\\_Tesis\\_ba078.7782.3.chiller\\_2022\\_Part.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/5051/Kiara_Cristhian_Tesis_ba078.7782.3.chiller_2022_Part.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [56] K. A. Delgado-Salvatierra, L. K. Macías-Sánchez, y E. Ortiz-Hernández, “Diseño de mezcla asfáltica tipo micropavimento con aditivos” Ycs, vol. 6, n.º 11 Ed. esp, pp. 91–103, sep. 2022. [En línea]. Disponible en DOI: 10.46296/yc.v6i11edespsep.0225
- [57] Carhuancho Mendoza, F. Nolzco Labajos, L. Sicheri Monteverde, M. Guerrero Bejarano y K. Casana Jara, “Metodología de la investigación holística”, Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador, 2019. [En línea]. Disponible en: [https://indaga.ual.es/permalink/34CUBA\\_UAL/1mduht9/alma991001997424004991](https://indaga.ual.es/permalink/34CUBA_UAL/1mduht9/alma991001997424004991)
- [58] Universidad Señor de Sipán, Criterios Éticos de la USS. Pimentel: 2023. Disponible en: <https://www.uss.edu.pe/uss/TransparenciaDoc/RegInvestigacion/C%C3%B3digo%20de%20C3%89tica.pdf>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**




## ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo **Ruiz Saavedra Nepton David** docente del curso de **Investigación II** del Programa de Estudios de **Ingeniería civil** y revisor de la investigación de los estudiantes, **Idrogo Celis Imer Johanán, Ramos Cabrera Nilsson Orlando**, titulada:

**Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo**

Dejo constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **23%**, verificable en el reporte de originalidad mediante el software de similitud **TURNITIN**. Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación en la Universidad Señor de Sipán S.A.C. vigente.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Ruiz Saavedra Nepton David	DNI: 16535761	
----------------------------	------------------	--

Pimentel, 10 de julio de 2023.

**ANEXO 2. ACTA DE APROBACIÓN DE ASESOR**






Universidad  
Señor de Sipán

ANEXO . ACTA DE APROBACIÓN DE ASESOR

Yo, **Ruiz Saavedra Nepton David**, quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N° 0385-2024/FIAU-USS, del proyecto de investigación titulado **RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.**, desarrollado por los estudiantes: **Idrogo Celis Imer Johanán, Ramos Cabrera Nilsson Orlando.**, del programa de estudios de **Ingeniería Civil**, acredito haber revisado, realizado observaciones y recomendaciones pertinentes, encontrándose expedito para su revisión por parte del docente del curso.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Ruiz Saavedra Nepton David (Asesor)	DNI: 16535761 
Idrogo Celis Imer Johanán (Autor 1)	DNI: 73321498 
Ramos Cabrera Nilsson Orlando (Autor 2)	DNI: 73418484 

Pimentel, 04 de junio de 2024

**ANEXO 1. CORREO DE RECEPCIÓN DEL MANUSCRITO REMITIDO POR LA  
REVISTA**



# CORREO DE RECEPCIÓN

11/7/24, 1:06 p.m.

[RP] Acuse de recibo del envío - rcabreranilsson@uss.edu.pe - Correo de Universidad Señor de Sipan



Buscar correo



99+

Redactar

Mail

Recibidos

1.515

Destacados

Chat

Pospuestos

Enviados

Meet

Borradores

5

Más

Etiquetas



[RP] Acuse de recibo del envío Externo Recibidos x



**Jenny Torres Olmedo** <epnjournal@epn.edu.ec>  
para Imer, mí

Hola,

Juan Martín García Chumacero ha enviado el manuscrito "Desempeño de mezclas asfálticas a través del uso innovador de trituradas" a Revista Politécnica.

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactarme. Le agradecemos que haya elegido esta revista para dar a conocer.

Jenny Torres Olmedo

---

Revista Politécnica

página: <http://revistapolitecnica.epn.edu.ec>

teléfono: (+593) 2 2976 300 ext 5220

Responder

Responder a todos

Reenviar

**ANEXO 4. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES, MATRIZ DE  
CONSISTENCIA**

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Variable Dependiente	Propiedades físico - Mecánicas	Fluencia	mm	Análisis documental, entre ellas: tesis, artículos, investigaciones, Normas
		Estabilidad	kg	
		Vacíos de aire	%	
		Vacíos llenos de asfalto	%	
		Vacíos Ag. Mineral	%	
Variables Independiente	Propiedades Físicas	Granulometría	%	
		Peso Específico	kg/m <sup>3</sup>	
	Porcentaje	Absorción	%	
		1, 2, 3, 4	%	
		Granulometría	%	
	Propiedades Físicas	Peso Específico	kg/m <sup>3</sup>	
		Absorción	%	
		4, 6, 8, 10	%	
	Concha de abanico triturada (VI)	Porcentaje	Granulometría	%
			Peso Específico	kg/m <sup>3</sup>
		Absorción	%	

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS	VARIABLES	
<p>¿Cómo influye la incorporación de residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada en las mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo?</p>	<b>Objetivo Principal</b>		<p>Al incorporar residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo mejoran sus propiedades físico - mecánicas volviéndolo un pavimento más estable y duradero.</p>	<b>Dependiente</b>	
	<p>Evaluar la influencia de los Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo</p>			Mezclas Asfálticas	
	<b>Objetivos Específicos</b>			<b>Independientes</b>	Caucho granulado
	<p>Determinar el porcentaje óptimo entre el 5%; 5.5%; 6% y 6.5 % de cemento asfáltico 60/70 en mezclas patrón</p> <p>Analizar las propiedades físico - mecánicas de las mezclas asfálticas solo con caucho granulado en porcentajes 1%; 2%; 3% y 4% y mezclas asfálticas solo con concha de abanico triturada en porcentajes 4%; 6%, 8% y 10%</p> <p>Verificar el desempeño de mezclas asfálticas con los porcentajes óptimos de 4% (con tamaño de 1.2 mm) y 10% (con tamaño de 0.3 mm) de concha de abanico triturada combinados independientemente con los cuatro porcentajes (1%; 2%; 3% y 4%) de caucho granulado</p> <p>Comprobar que las mezclas asfálticas experimentales óptimas incorporando 4% de concha de abanico de 1.2 mm y 1% de caucho granulado presentan mejores propiedades físico - mecánicas que las mezclas asfálticas</p>			Conchas de abanico trituradas	

**ANEXO 5. REQUISITOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS SEGÚN MTC EG-2013**

### Requerimientos para agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm)	
		≤ 3.000	≥ 3.000
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión de los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	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.

Nota: Requisitos de diseño que deben cumplir los agregados gruesos, de [48].

### Requerimientos para agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm)	
		≤ 3.000	≥ 3.000
Equivalente de arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASHTO 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	-	18% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°. 200)	MTC E 111	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.

Nota: Requisitos de diseño que deben cumplir los agregados finos, de [48].

### Requisitos para mezclas de concreto bituminoso

PARÁMETRO DE DISEÑO	CLASE DE MEZCLA			
	TRÁNSITO	LIGERO	MEDIO	PESADO
Número de golpes	35	50	75	
Estabilidad (mínimo)	8.15 KN	5.44 KN	8.15 KN	
FLUJO 0.01" (0.25mm)	8-20	8-16	8-14	
Porcentaje de Vacíos (%)	3-5	3-5	3-5	
Relación Polvo - asfalto	0.6 - 1.3	0.6 - 1.3	0.6 - 1.3	
Estabilidad / flujo (kg/cm)	1.700 - 4.000	1.700 - 4.000	1.700 - 4.00	

Nota: Requisitos de diseño que deben cumplir las mezclas asfálticas, adaptada de [48].

### Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)

VACÍOS MÍNIMOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)			
MÁXIMO TAMAÑO NOMINAL		VACÍOS %	
		MARSHALL	SUPERPAVE
2.36 mm	N° 8	21	-
4.75 mm	N° 4	18	-
9.5 mm	3/8 "	16	15
12.5 mm	1/2"	15	14
19 mm	3/4"	14	13
25 mm	1"	13	12
37.5 mm	1 1/2"	12	11
50 mm	2"	11.5	10.5

Nota: Requisitos de diseño que deben cumplir las mezclas asfálticas, adaptada de [48]

## **ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO**





**Imagen 1.** Visita a la planta de asfalto La Pluma – Lambayeque



**Imagen 2.** Peso específico de agregados para Marshall



**Imagen 3.** Elaboración de briquetas





**Imagen 4.** Peso Específico bulk de briquetas



**Imagen 5.** Gravedad específica teórica máxima



**Imagen 6.** Flujo y Estabilidad Marshall

## **ANEXO 7. ENSAYOS DE LABORATORIO**

a. Requerimientos para los agregados gruesos



Universidad  
Señor de Sipán

Pimentel – Lambayeque

Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 20 de Octubre de 2023

Identificación:

**Muestra:** Agregado Grueso      **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Regional de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (MTC E 209)**

% Pérdida corregida del Ag. Fino	7.10
% Pérdida corregida del Ag. Grueso	8.00
% Pérdida TOTAL	15.10

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesisistas

  
**USS** | Universidad  
Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
E.T.C. INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 20 de Octubre de 2023

**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Grueso **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Reginal de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO ABRASIÓN LOS ÁNGELES (MTC E 207)**

% De desgaste por abrasión	18.20
----------------------------	-------

**Observaciones:**

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesisas

Método de ensayo utilizado: Gradación B, Revoluciones: 500, N° de esferas: 11

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ING. CIVIL



Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
: RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
: TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : jueves, 19 de Octubre de 2023

**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Grueso    **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Reginal de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE DURABILIDAD (MTC E 214)**

Índice de durabilidad=	$30.3 + 20.8 * Cot (0.29 + 0.15 * H)$
Índice de durabilidad=	30.1

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL





Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
: RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
: TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 20 de Octubre de 2023

**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Grueso      **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Regional de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (MTC E 223)**

Tamiz (pulg.)	Abertura (mm)	Partículas Chatas	Partículas Alargadas	Partículas chatas y alargadas	Partículas chatas y alargadas %	% corregido
1"	25.4					
3/4"	19					
1/2"	12.7	9.6	11.2	0.0	3.04	1.54
3/8"	9.5	105.5		0.0	15.50	7.72
N° 04	4.75					

(%) Partículas chatas y alargadas = 9.26

**Observaciones:**

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesisistas

Relación utilizada: Espesor/Longitud : 1/3

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes: IDROGO CELIS IMER JOHANAN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO  
Proyecto/obra: TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"  
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo: viernes, 20 de Octubre de 2023

**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Grueso **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Reginal de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO CARAS FRACTURADAS (MTC E 210)**

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA	RETENIDO	g	g	$((B/A)*100)$	% RETENIDO	C*D
1 1/2"	1"	2000	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	3/4"	1500	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	1/2"	1200	1060.0	88.3	24.0	2120.0
1/2"	3/8"	300	287.0	95.7	6.0	574.0
TOTAL		5000	1347.0	-	-	-

% Una cara fracturada 89.8

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA	RETENIDO	g	g	$((B/A)*100)$	% RETENIDO	C*D
1 1/2"	1"	2000	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	3/4"	1500	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	1/2"	1200	924.4	77.0	24.0	1848.8
1/2"	3/8"	300	256.2	85.4	6.0	512.4
TOTAL		5000	1180.6	-	-	-

% Dos a más caras fracturadas 78.7

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
DEC. INGENIERÍA CIVIL





Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
: RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : jueves, 19 de Octubre de 2023

**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Grueso    **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Regional de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO SALES SOLUBES TOTALES (MTC E 219)**

AGREGADO FINO	MUESTRA 1
A.- MASA MUESTRA SECA	500.0
B.- LÍQUIDOS SOBRENADANTES	500.0
C.- VOLUMEN ALICUOTA	80.0
D. ALICUOTA CRISTALIZADA	0.09

% Sales Solubles	0.11
------------------	------

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL

Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : martes, 17 de Octubre de 2023

**Muestra:** Agregado Grueso

**Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Reginal de Lambayeque

INFORME DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (MTC E 206)			
ID	DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO I
A	Masa de la tara.	g	225.0
B	Masa de tara + Masa de muestra.	g	2225.0
C	Masa en el aire de la muestra seca	g	1998.0
D	Masa en el aire de la muestra saturada con superficie seca (SSS)	g	2017.0
E	Masa sumergido en agua de la muestra saturada	g	1183.4
( $P_{e_m}$ )	Gravedad especifica de masa = $\frac{C}{D - E}$	g/cm <sup>3</sup>	2.397
( $P_{e_{m_{SSS}}}$ )	Gravedad especifica (SSS) = $\frac{D}{D - E}$	g/cm <sup>3</sup>	2.420
( $P_{e_a}$ )	Gravedad especifica aparente = $\frac{C}{C - E}$	g/cm <sup>3</sup>	2.453
( $A_s$ )	Absorción = $\frac{D - C}{C} \times 100$	%	0.951

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizados por los tesistas.



**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

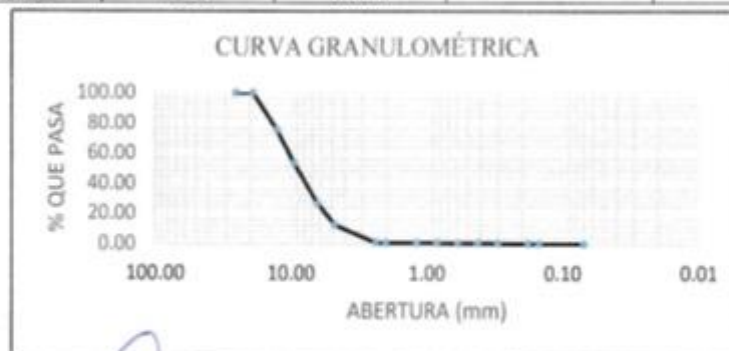
Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 13 de Octubre de 2023

**Muestra:** Agregado Grueso **Cantera:** Planta de asfalto en caliente Gob. Regional de Lambayeque

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)					
TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Pulg.	mm				
1"	25.40	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	490	24.50	24.50	75.50
3/8"	9.53	447	22.35	46.85	53.15
1/4"	6.35	536	26.80	73.65	26.35
Nº 04	4.76	276	13.80	87.45	12.55
Nº 08	2.38	235	11.75	99.20	0.80
Nº 10	2.00	1	0.05	99.25	0.75
Nº 16	1.19	1	0.05	99.30	0.70
Nº 20	0.84	2	0.10	99.40	0.60
Nº 30	0.59	1	0.05	99.45	0.55
Nº 40	0.42	1	0.05	99.50	0.50
Nº 50	0.30	1	0.05	99.55	0.45
Nº 80	0.18	2	0.10	99.65	0.35
Nº 100	0.15	1	0.05	99.70	0.30
Nº 200	0.07	3	0.15	99.85	0.15
FONDO	---	3	0.15	100.00	0.00
Peso Muestra		2000	100.00		



Observaciones: Muestreo, identificación y ensayo realizados por los testistas.

**USS** Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

b. Requerimientos para los agregados finos



Universidad  
Señor de Sipán

Pimentel – Lambayeque

Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : martes, 17 de Octubre de 2023

Identificación:

Muestra: Agregado Fino      Cantera: Planta de asfalto en caliente - Gob. Regional de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E 114)**

Equivalente de arena =	$\frac{\text{Lec. de arena}}{\text{Lec. de arcilla}} \cdot 100$
------------------------	---

Equivalente de arena =	61.7
------------------------	------

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesistas

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : martes, 17 de Octubre de 2023

**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Fino      **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Regional de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE ANGULARIDAD (MTC E 222)**

Índice de angularidad=	$\frac{V - \frac{W}{G_{sb}}}{V} * 100$
------------------------	--

Índice de angularidad=	<b>45.2</b>
------------------------	-------------

**Observaciones:**

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los testistas

  
**USS** | Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : miércoles, 18 de Octubre de 2023

**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Fino      **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Regional de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	L1	L2	L3	P1	P2
N° TARA					
N° GOLPE	30	23	16	-	-
% HUMEDAD	NP	NP	NP	NP	NP

LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

**Observaciones:**

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesisistas  
Muestra tamizada por la malla N° 40

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
D.E.C. DE INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
: RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : miércoles, 18 de Octubre de 2023

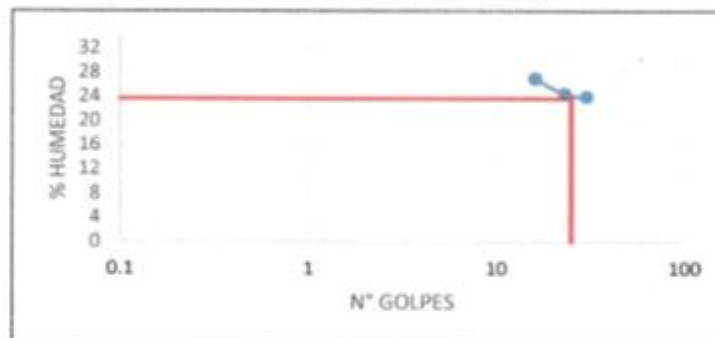
**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Fino      **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Reginal de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111)**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	L1	L2	L3	P1	P2
N° TARA					
N° GOLPE	30	23	16	-	-
% HUMEDAD	24	24.5	27	25	23

LÍMITE LÍQUIDO	25.17
LÍMITE PLÁSTICO	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	1.17



**Observaciones:**

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesisistas

Muestra tamizada por la malla N° 200

 Universidad Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC./INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : martes, 17 de Octubre de 2023

Identificación:

Muestra: Agregado Fino      Cantera: Planta de asfalto en caliente - Gob. Reginal de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE DURABILIDAD (MTC E 214)**

Índice de durabilidad=

$$\frac{\text{Lec. de arena}}{\text{Lec. de arcilla}} \cdot 100$$

Índice de durabilidad=

**54.7**

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesistas

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL





Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
: RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
: TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : jueves, 19 de Octubre de 2023

**Identificación:**

**Muestra:** Agregado Fino      **Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Reginal de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO SALES SOLUBLES TOTALES (MTC E 219)**

AGREGADO FINO	MUESTRA 1
A.- MASA MUESTRA SECA	100.0
B.- LÍQUIDOS SOBRENADANTES	500.0
C.- VOLUMEN ALICUOTA	50.0
D. ALICUOTA CRISTALIZADA	0.02

% Sales Solubles	<b>0.20</b>
------------------	-------------

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilmon Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANAN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : martes, 17 de Octubre de 2023

**Muestra:** Agregado Fino

**Cantera:** Planta de asfalto en caliente - Gob. Regional de Lambayeque

**INFORME DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (MTC E 205)**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO I
A	Masa de la muestra.	g	500.0
B	Masa del frasco.	g	170.0
C	Masa total del frasco, especimen y agua.	g	981.0
(V)	Volumen del frasco.	g	500.0
(W <sub>o</sub> )	Masa en el aire de la muestra secada en el horno.	g	498.0
(V <sub>a</sub> )	Masa en g. o volumen en cm <sup>3</sup> de agua añadida al frasco	g	311.0
(P <sub>e<sub>m</sub></sub> )	Gravedad específica de masa = $\frac{W_o}{V - V_a}$	g/cm <sup>3</sup>	2.635
(P <sub>e<sub>m</sub></sub> )	Gravedad específica (SSS) = $\frac{500}{V - V_a}$	g/cm <sup>3</sup>	2.646
(P <sub>e<sub>a</sub></sub> )	Gravedad específica aparente = $\frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)}$	g/cm <sup>3</sup>	2.663
(A <sub>b</sub> )	Absorción = $\frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$	%	0.402

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizados por los tesisistas.



**USS** Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

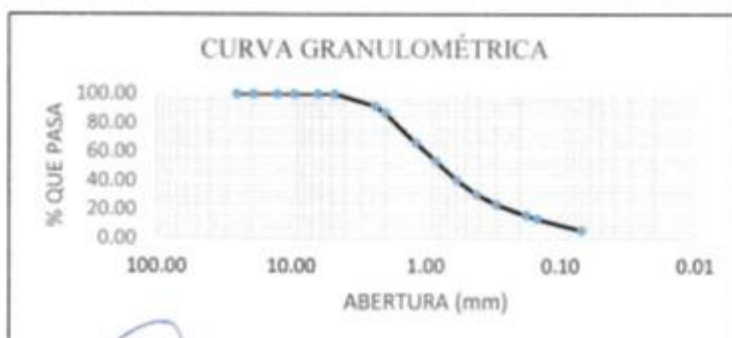
Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 13 de Octubre de 2023

**Muestra:** Agregado Fino **Cantera:** Planta de asfalto en caliente Gob. Regional de Lambayeque

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)					
TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Pulg.	mm				
1"	25.40	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0	0.00	0.00	100.00
Nº 04	4.76	0	0.00	0.00	100.00
Nº 08	2.38	38	8.39	8.39	91.61
Nº 10	2.00	22	4.86	13.25	86.75
Nº 16	1.19	93	20.53	33.77	66.23
Nº 20	0.84	58	12.80	46.58	53.42
Nº 30	0.59	59	13.02	59.60	40.40
Nº 40	0.42	45	9.93	69.54	30.46
Nº 50	0.30	32	7.06	76.60	23.40
Nº 80	0.18	34	7.51	84.11	15.89
Nº 100	0.15	11	2.43	86.53	13.47
Nº 200	0.07	36	7.95	94.48	5.52
FONDO	---	25	5.52	100.00	0.00
Peso Muestra		453	100.00		



Observaciones: Muestreo, identificación y ensayo realizados por los tesisistas.

Proyecto/obra : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : martes, 17 de Octubre de 2023

**Muestra:** Concha de abanico      **Cantera:** -----

INFORME DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (MTC E 205)			
ID	DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO 1
A	Masa de la muestra.	g	500.0
B	Masa del frasco.	g	170.0
C	Masa total del frasco, especimen y agua.	g	981.0
(V)	Volumen del frasco.	g	500.0
(W <sub>0</sub> )	Masa en el aire de la muestra secada en el horno.	g	498.0
(V <sub>a</sub> )	Masa en g. o volumen en cm <sup>3</sup> de agua añadida al frasco	g	311.0
(P <sub>e<sub>m</sub></sub> )	Gravedad especifica de masa = $\frac{W_o}{V - V_a}$	g/cm <sup>3</sup>	2.635
(P <sub>e<sub>ss</sub></sub> )	Gravedad especifica (SSS) = $\frac{500}{V - V_a}$	g/cm <sup>3</sup>	2.646
(P <sub>e<sub>a</sub></sub> )	Gravedad especifica aparente = $\frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)}$	g/cm <sup>3</sup>	2.663
(A <sub>b</sub> )	Absorción = $\frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$	%	0.402

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizados por los testistas.



**USS** Universidad Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

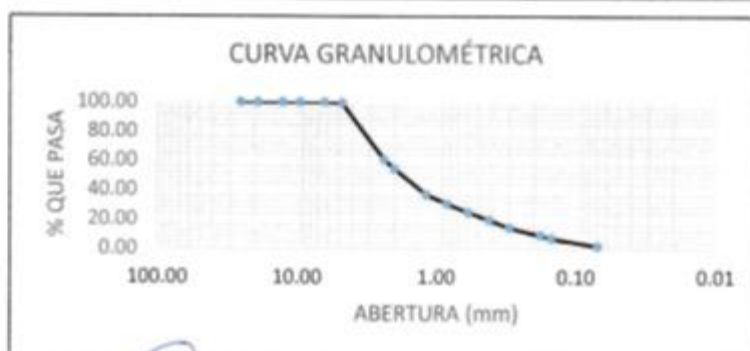
Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 13 de Octubre de 2023

Muestra: Concha de abanico      Cantera: -----

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)					
TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Pulg.	mm				
1"	25.40	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0	0.00	0.00	100.00
Nº 04	4.76	2	0.60	0.60	99.40
Nº 08	2.38	130	38.81	39.40	60.60
Nº 10	2.00	21	6.27	45.67	54.33
Nº 16	1.19	58	17.31	62.99	37.01
Nº 20	0.84	21	6.27	69.25	30.75
Nº 30	0.59	20	5.97	75.22	24.78
Nº 40	0.42	17	5.07	80.30	19.70
Nº 50	0.30	18	5.37	85.67	14.33
Nº 80	0.18	17	5.07	90.75	9.25
Nº 100	0.15	7	2.09	92.84	7.16
Nº 200	0.07	18	5.37	98.21	1.79
FONDO	---	6	1.79	100.00	0.00
Peso Muestra		335	100.00		



Observaciones: Muestreo, identificación y ensayo realizados por los tesistas.

 Universidad Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL



Proyecto/obra : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : martes, 17 de Octubre de 2023

**Muestra:** Caucho granulado      **Cantera:** -----

INFORME DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (MTC E 205)			
ID	DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO 1
A	Masa de la muestra.	g	100.00
B	Masa del frasco.	g	160.00
C	Masa total del frasco, especimen y agua.	g	1059.00
(V)	Volumen del frasco.	g	500.00
(W <sub>0</sub> )	Masa en el aire de la muestra secada en el horno.	g	499.00
(V <sub>a</sub> )	Masa en g. o volumen en cm <sup>3</sup> de agua añadida al frasco	g	799.00
(P <sub>e<sub>m</sub></sub> )	Gravedad específica de masa = $\frac{W_0}{V - V_a}$	g/cm <sup>3</sup>	1.67
(P <sub>e<sub>ss</sub></sub> )	Gravedad específica (SSS) = $\frac{500}{V - V_a}$	g/cm <sup>3</sup>	1.67
(P <sub>e<sub>a</sub></sub> )	Gravedad específica aparente = $\frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)}$	g/cm <sup>3</sup>	1.66
(A <sub>b</sub> )	Absorción = $\frac{500 - W_0}{W_0} \times 100$	%	0.20

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizados por los testistas.

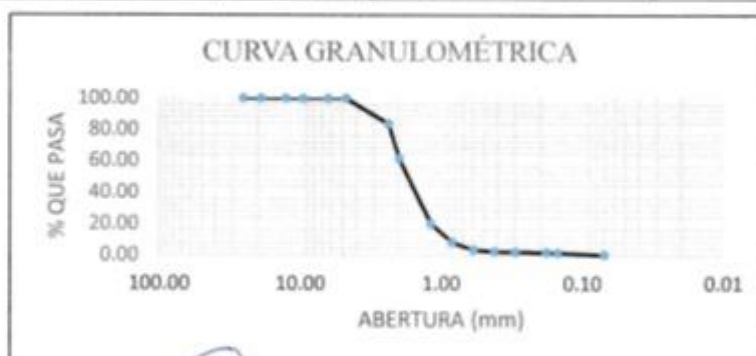


**USS** | Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO  
Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : viernes, 13 de Octubre de 2023  
Muestra: Caucho    Canteras: -----

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)					
TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Pulg.	mm				
1"	25.40	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0	0.00	0.00	100.00
Nº 04	4.76	0	0.00	0.00	100.00
Nº 08	2.38	57	16.29	16.29	83.71
Nº 10	2.00	78	22.29	38.57	61.43
Nº 16	1.19	145	41.43	80.00	20.00
Nº 20	0.84	41	11.71	91.71	8.29
Nº 30	0.59	17	4.86	96.57	3.43
Nº 40	0.42	4	1.14	97.71	2.29
Nº 50	0.30	1	0.29	98.00	2.00
Nº 80	0.18	1	0.29	98.29	1.71
Nº 100	0.15	1	0.29	98.57	1.43
Nº 200	0.07	4	1.14	99.71	0.29
FONDO	---	1	0.29	100.00	0.00
Peso Muestra		350	100.00		



Observaciones: Muestreo, identificación y ensayo realizados por los tesistas.

  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

c. Ensayo Marshall – Gradación de mezclas asfálticas en caliente

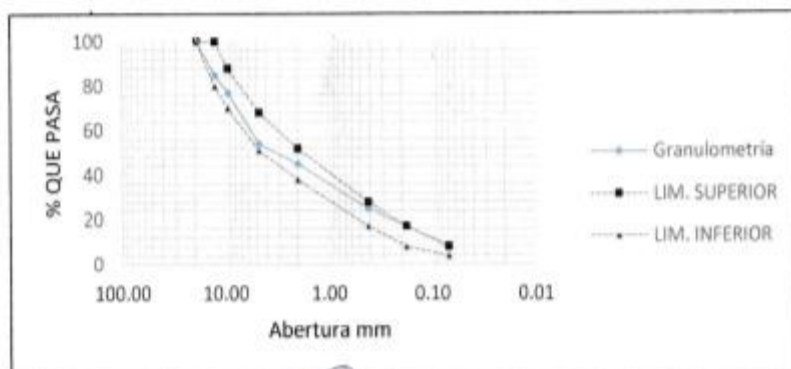
Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : **TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"**

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 13 de Octubre de 2023

GRADACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS							
Abertura Malla		AG. GRUESO	AG. FINO	FILLER	MEZCLA ASF.	MAC 2	
Pulg.	mm	% PASA	% PASA	% PASA	% PASA	LIM INF.	LIM. SUP
1"	25.40	100.00	100.00	100	100.00		
3/4"	19.05	100.00	100.00	100	100.00	100	100
1/2"	12.70	75.50	100.00	100	88.49	80	100
3/8"	9.53	53.15	100.00	100	77.98	70	88
Nº 04	4.76	12.55	100.00	100	58.90	51	68
Nº 10	2.00	0.75	86.75	100	46.60	38	52
Nº 40	0.42	0.50	30.46	100	17.77	17	28
Nº 80	0.18	0.35	15.89	100	10.27	8	17
Nº 200	0.07	0.15	5.52	100	4.89	4	8



PROPORCIÓN DE MEZCLA	
Ag. Grueso (%)	47
Ag. Fino (%)	51
Filler (%)	2
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Observaciones: Muestreo, identificación y ensayo realizados por los tesisistas

**USS** Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
E.S.C. INGENIERÍA CIVIL

d. Ensayo Marshall y Gravedad teórica máxima (Muestra patrón)





Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO  
TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD  
DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : miércoles, 25 de Octubre de 2023

Descripción : MAC – 2; Muestra patrón

**INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)**

MUESTRA N°	01	02	03	04
1.- PESO DEL FRASCO	2490.0	2490.0	2490.0	2490.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	7640.0	7640.0	7640.0	7640.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	6801.0	6793.0	6783.0	6777.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8793.0	8778.0	8770.0	8765.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1992.0	1985.0	1987.0	1988.0
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	839.0	847.0	857.0	863.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2.374	2.344	2.319	2.304
CONTENIDO % C.A.	5.00	5.50	6.00	6.50
CAUCHO %	0.00	0.00	0.00	0.00
CONCHA DE ABANICO %	0.00	0.00	0.00	0.00

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

Solicitantes:  
 IDROGO CELIS MER JOHANAN  
 RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra

Ubicación

Fecha de ensayo

TESIS: "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque

Jueves, 26 de Octubre de 2023

Descripción: MAC - 2; Muestra Patrón

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559 - MTC E 504) - MUESTRA PATRÓN															
AGREGADOS	Piedra	Caucho	Conchas	Arenas	Filler	Total	Tamices ASTM						No 200		
							1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10		No 40	No 80
%	47			51	2	100	100,00	100,00	88,49	77,98	58,90	46,60	17,77	10,27	4,89
0							1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	% Conchas de abanico						0,00	0,00			0,00			0,00	
2	% Caucho						0,00	0,00			0,00			0,00	
3	% C.A. en masa de la Mezcla						5,50	5,50			6,00			6,50	
4	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla						44,65	44,42			44,18			43,95	
5	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla						48,45	48,20			47,94			47,69	
6	% Concha de Abanico < N°4 en masa de la Mezcla						0,00	0,00			0,00			0,00	
7	% Caucho < N°4 en masa de la Mezcla						0,00	0,00			0,00			0,00	
8	% Cemento tipo I en masa de la Mezcla						1,90	1,89			1,88			1,87	
9	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc						1,014	1,014			1,014			1,014	
10	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) g/cc						2,40	2,40			2,40			2,40	
11	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc						2,63	2,63			2,63			2,63	
12	peso especifico de la concha de abanico - bulk						0,00	0,00			0,00			0,00	
13	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc						3,15	3,15			3,15			3,15	
14	Altura promedio de la briqueta						6,35	6,25			6,38			6,25	
15	Masa de la briqueta al aire (gr)						1190	1202			1216			1235	
16	Masa de la briqueta al agua por 60'(g) (SSS)						1195	1263			1237			1248	
17	Masa de la briqueta desplazada (g)						637	683			691			693	
18	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)						558	580			546			555	
19	Peso especifico Bulk de la Briqueta						2,133	2,072			2,227			2,225	
20	Peso Especifico Maximo - Rice						2,37	2,34			2,32			2,30	
21	% de Vacios						10,18	8,29			9,94			2,25	
22	Peso Especifico Bulk Agregado Total						2,525	2,525			2,525			2,525	
23	Peso Especifico Efectivo Agregado total						2,555	2,537			2,526			2,527	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado						0,5	0,2			0,01			0,03	
25	% de Asfalto Efectivo						4,56	5,32			5,99			6,47	
26	Relación Polvo/Asfalto						0,93	1,09			1,23			1,33	
27	V.M.A.						19,77	19,57			17,10			16,63	
28	% Vacios llenos con C.A.						48,53	57,64			76,94			86,49	
29	Flujo 0,01"(0,25 mm)						9,14	10,16			10,16			10,16	
30	Estabilidad sin corregir (KgF)						1064,67	1149,90			1507,89			1627,22	
31	Factor de estabilidad						0,89	0,83			0,93			0,89	
32	Estabilidad Corregida						947,56	954,42			1402			1448	
33	Estabilidad / Flujo						2632,10	2386,05			3506			3621	

OBSERVACIONES

Muestreo e identificación realizados por los testistas.

**USSI**  
 Universidad  
 Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilár**  
 COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
 E.S.C. INGENIERIA CIVIL

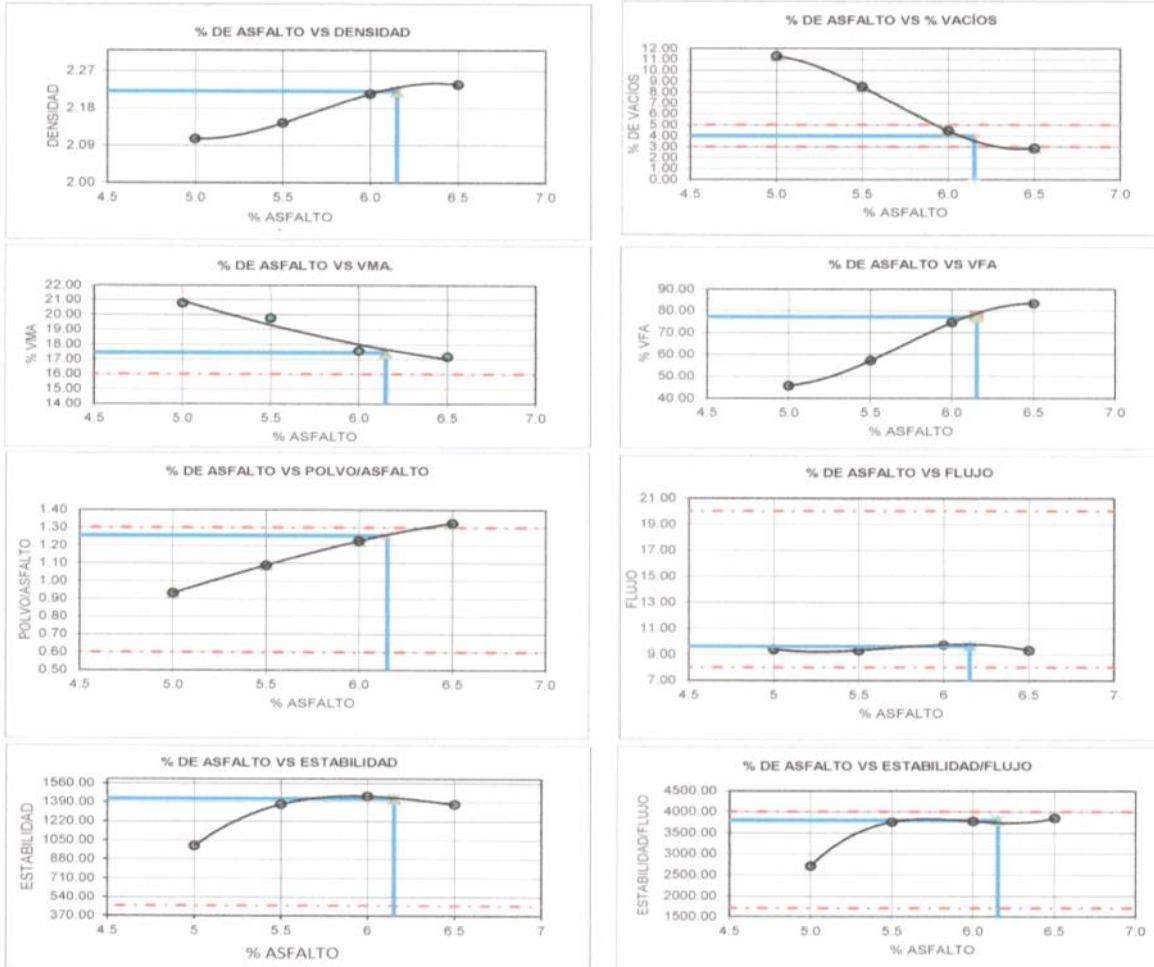
Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : jueves, 26 de Octubre de 2023

Descripción : MAC - 2; Muestra Patrón



**CARACTERISTICAS MARSHALL**

GOLPES	35
% ASFALTO	6.15
% C A ÓPTIMO	6.15
DENSIDAD	2.22
VACIOS	4.00
V.M.A	17.44
V.F.A	77.21
POLVO / ASFALTO	1.26
FLUJO	9.61
ESTABILIDAD	1421.16
ESTABILIDAD/ FLUJO	3801.06

Observaciones:  
Muestreo, identificación y ensayo realizado por los testistas.

e. Ensayo Marshall y Gravedad teórica máxima (Muestra experimental, solo concha de 1.2 mm)



Universidad  
Señor de Sipán

Pimentel – Lambayeque

Solicitantes: IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra: TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo: miércoles, 15 de Noviembre de 2023

Descripción: MAC - 2; Muestra experimental (solo concha de abanico de 1.2 mm)

**INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)**

MUESTRA N°	01	02	03	04
1.- PESO DEL FRASCO	2490.0	2490.0	2490.0	2490.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	7640.0	7640.0	7640.0	7640.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	6784.0	6777.0	6781.0	6780.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>8780.0</b>	<b>8775.0</b>	<b>8770.0</b>	<b>8770.0</b>
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1996.0</b>	<b>1998.0</b>	<b>1989.0</b>	<b>1990.0</b>
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	856.0	863.0	859.0	860.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	<b>2.332</b>	<b>2.315</b>	<b>2.315</b>	<b>2.314</b>
CONTENIDO % C.A.	6.15			
CONCHA DE ABANICO %	4.00	6.00	8.00	10.00

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesistas.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
 COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
 DE INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes:  
IDROGO CELIS IMER JOHANAN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra  
TESIS: "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO  
TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación  
Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo  
miércoles, 15 de Noviembre de 2023

AGREGADOS		Ag. Grueso	Ag. Fino (Arena+Concha)	Filler	Total	MUESTRA EXPERIMENTAL									
%		47	51	2	100	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
		Tamices ASTM													
		% pasa Material													
0	BRIQUETA N°														
1	% Conchas de abanico		4.00				6.00			8.00			10.00		
2	% Caucho		0.00				0.00			0.00			0.00		
3	% C.A. en masa de la Mezcla		6.15				6.15			6.15			6.15		
4	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla		44.11				44.11			44.11			44.11		
5	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla		44.11				42.23			40.36			38.48		
6	% Concha de Abanico < N°4 en masa de la Mezcla		3.75				5.63			7.51			9.39		
7	% Caucho < N°4 en masa de la Mezcla		0.00				0.00			0.00			0.00		
8	% Cemento tipo I en masa de la Mezcla		1.88				1.88			1.88			1.88		
9	Peso Especifico aparente del C.A.(Aparente) g/cc		1.014				1.014			1.014			1.014		
10	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) g/cc		2.40				2.40			2.40			2.40		
11	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc		2.63				2.63			2.63			2.63		
12	Peso especifico de la concha de abanico < N°4 (Bulk) g/cc		0.00				0.00			0.00			0.00		
13	Peso especifico del caucho < N°4 (Bulk) g/cc		3.15				3.15			3.15			3.15		
14	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc		6.05				6.18			6.18			6.13		
15	Altura promedio de la briqueta cm		1193				1190			1192			1194		
16	Masa de la briqueta al aire (gr)		1252				1251			1252			1268		
17	Masa de la briqueta al agua por 60° (g) (SSS)		720				718			720			723		
18	Masa de la briqueta desplazada (g)		532				533			532			545		
19	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)		2.242				2.233			2.241			2.191		
20	Peso especifico Bulk de la Briqueta		2.33				2.32			2.32			2.31		
21	Peso Especifico Maximo - Rice		3.83				3.56			2.28			5.32		
22	% de Vacíos		2.525				2.525			2.525			2.525		
23	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.549				2.528			2.528			2.526		
24	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.4				0.04			0.04			0.01		
25	% de Asfalto Efectivo		5.80				6.11			6.11			6.14		
26	Relación Polvo/Asfalto		1.19				1.25			1.25			1.26		
27	V.M.A.		16.66				17.03			16.73			18.58		
28	% Vacíos llenos con C.A.		77.02				82.81			80.67			71.36		
29	Flujo 0.01"(0.25 mm)		12.70				10.16			10.16			10.16		
30	Estabilidad sin corregir (kgf)		1303.33				1439.71			1678.36			1490.85		
31	Factor de estabilidad		0.96				0.96			0.96			0.93		
32	Estabilidad Corregida		1251.20				1382			1576.08			1507.89		
33	Estabilidad / Flujo		2502.39				3455			4028			3466		

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL

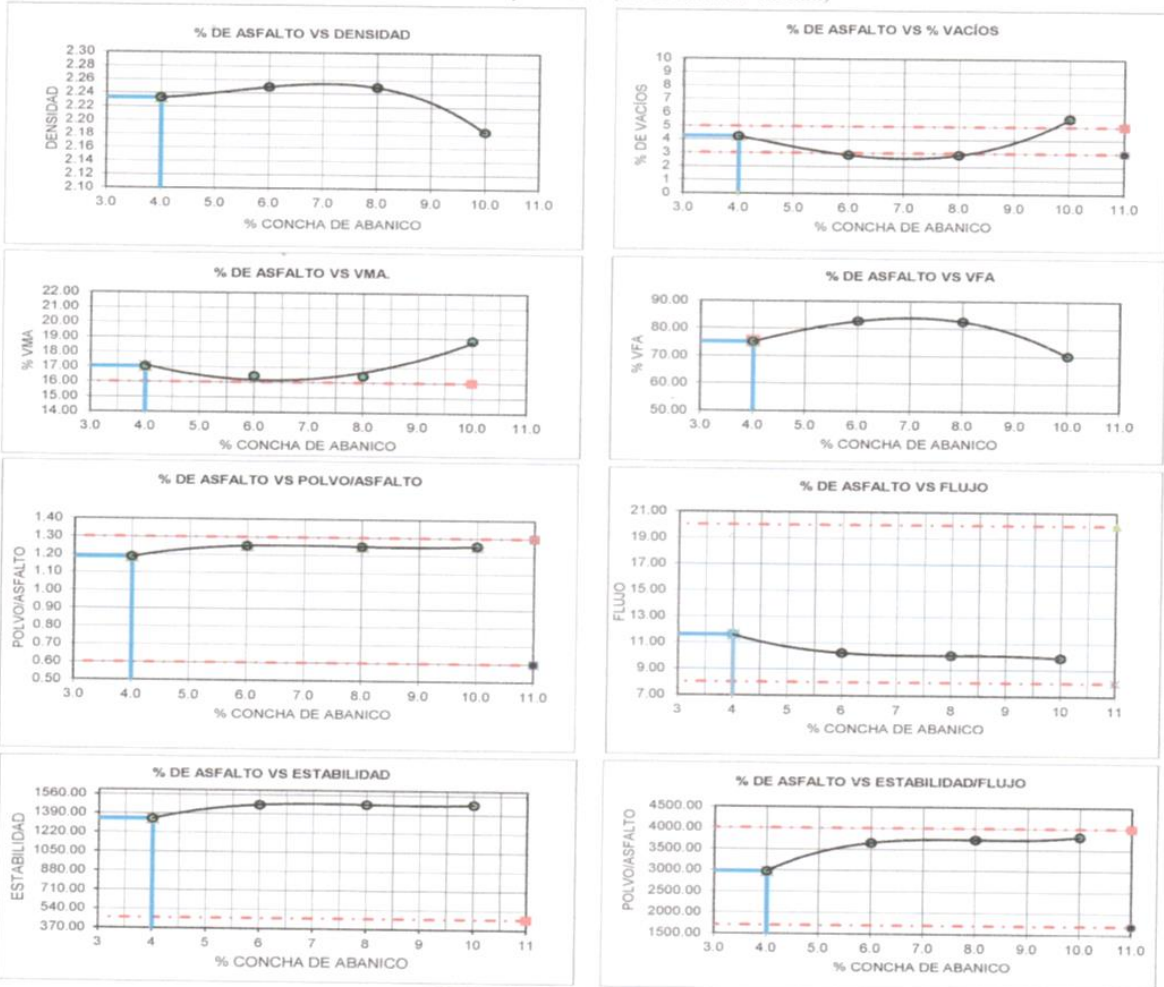
Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : miércoles, 15 de Noviembre de 2023

Descripción : MAC - 2; Muestra Experimental (solo concha de 1.2 mm)



**CARACTERISTICAS MARSHALL**

GOLPES	35
% CONCHA DE ABANICO	4
% C. A. ÓPTIMO	6.15
DENSIDAD	2.23
VACIOS	4.25
V.M.A.	17.02
V.F.A.	75.08
POLVO / ASFALTO	1.19
FLUJO	11.60
ESTABILIDAD	1341.39
ESTABILIDAD/FLUJO	2974.83

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

f. Ensayo Marshall y Gravedad teórica máxima (Muestra experimental, solo concha de 0.3 mm)



Universidad  
Señor de Sipán

Pimentel – Lambayeque

Solicitantes: IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra: TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo: lunes, 20 de Noviembre de 2023

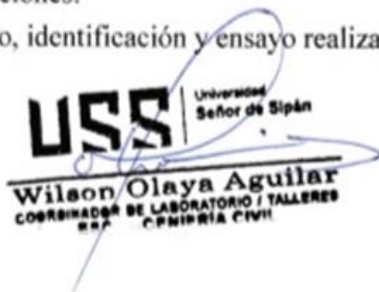
Descripción: MAC - 2; Muestra experimental (solo concha de abanico de 0.3 mm)

**INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)**

MUESTRA N°	01	02	03	04
1.- PESO DEL FRASCO	2490.0	2490.0	2490.0	2490.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	7640.0	7640.0	7640.0	7640.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	6790.0	6785.0	6785.0	6785.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8790.0	8780.0	8780.0	8775.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	2000.0	1995.0	1995.0	1990.0
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	850.0	855.0	855.0	855.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2.353	2.333	2.333	2.327
CONTENIDO % C.A.	6.15			
CONCHA DE ABANICO %	4.00	6.00	8.00	10.00

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesistas.

  
USS Universidad Señor de Sipán  
Wilson Olaya Aguilar  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes:

IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra

TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación

Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque

Fecha de ensayo

Junio, 20 de Noviembre de 2023

Descripción MAC - 2. Muestra Experimental (solo concha de 0.3 mm)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559 - MTC 504) - MUESTRA EXPERIMENTAL																
BRIQUETA N°	AGREGADOS %	Ag. Grueso	Ag. Fino (Arena+Concha)	Filler	Total	Tamices ASTM						No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
						1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10					
		47	51	2	100	100.00	100.00	88.49	77.98	58.90	46.60	17.77	10.27	4.89		
0	% Conchas de abanico					1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	% Caucho					4.00	6.00			8.00					10.00	
2	% C.A. en masa de la Mezcla					0.00	0.00			0.00					0.00	
3	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla					6.15	6.15			6.15					6.15	
4	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla					44.11	44.11			44.11					44.11	
5	% Concha de Abanico < N°4 en masa de la Mezcla					44.11	42.23			40.36					38.48	
6	% Caucho < N°4 en masa de la Mezcla					3.75	5.63			7.51					9.39	
7	% Cemento tipo I en masa de la Mezcla					1.88	1.88			1.88					1.88	
8	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) g/cc					1.014	1.014			1.014					1.014	
9	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) g/cc					2.40	2.40			2.40					2.40	
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc					2.63	2.63			2.63					2.63	
11	peso especifico de la concha de abanico < N°4 (Bulk) g/cc					2.63	2.63			2.63					2.63	
12	peso especifico del caucho < N°4 (Bulk) g/cc					0.00	0.00			0.00					0.00	
13	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc					3.15	3.15			3.15					3.15	
14	Altura promedio de la briqueta cm					6.10	6.13	6	6.23	6.20	6	6.20	6.10	6	6	
15	Masa de la briqueta al aire (gr)					1183	1197	1192	1192	1188	1178	1191	1185	1199		
16	Masa de la briqueta al agua por 60' (g) (SSS)					1235	1259	1249	1252	1247	1237	1253	1245	1260		
17	Masa de la briqueta desplazada (g)					697	696	708	713	701	700	723	719	727		
18	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)					538	563	552	539	546	537	530	526	533		
19	Peso especifico Bulk de la Briqueta					2.199	2.126	2.168	2.207	2.176	2.194	2.247	2.253	2.250		
20	Peso Especifico Maximo - Rice					2.35	2.33			2.33					2.33	
21	% de Vacios					6.55	9.64	7.84	5.22	6.75	5.99	3.45	3.21	3.35		
22	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.525	2.525			2.525					2.525	
23	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.576	2.576			2.551					2.543	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.79	0.40			0.40					0.29	
25	% de Asfalto Efectivo					5.41	5.77			5.77					5.88	
26	Relación Polvo/Asfalto					1.11	1.18			1.18					1.20	
27	V.M.A.					18.28	20.99	19.41	17.96	19.14	18.48	16.49	16.28	16.40		
28	% Vacios llenos con C.A.					64.19	54.06	59.61	69.96	64.73	67.60	79.07	80.30	79.58		
29	Flujo 0,01"(0,25 mm)					13.46	11.68	12.70	11.68	12.70	9.91	12.95	12.19	11.94		
30	Estabilidad sin corregir (Kgf)					1678.36	1371.52	1490.85	1951.12	1644.27	1780.65	2053.40	2053.40	1712.46		
31	Factor de estabilidad					0.93	0.86	0.89	0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96		
32	Estabilidad Corregida					1561	1180	1327	1815	1624	1656	1971	1971	1644		
33	Estabilidad / Flujo					2945.05	2564.14	2653.71	3945	3249	4246	3865	4107	3498		

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

**USS**  
Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL



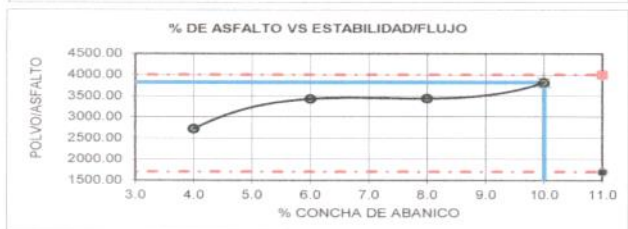
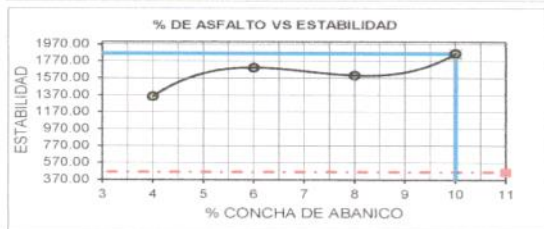
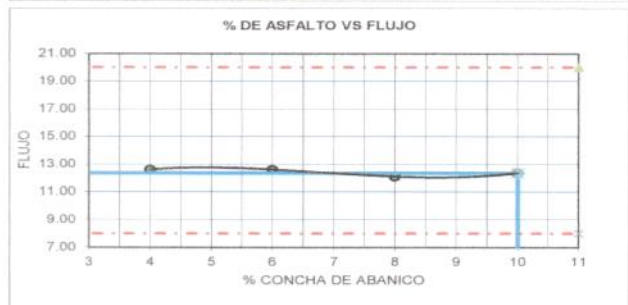
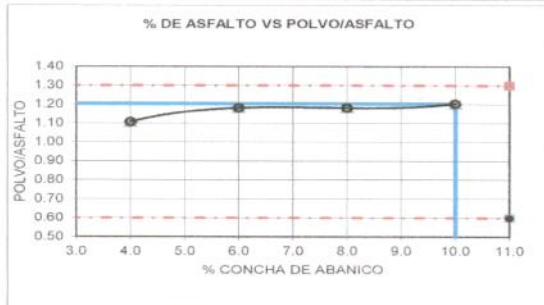
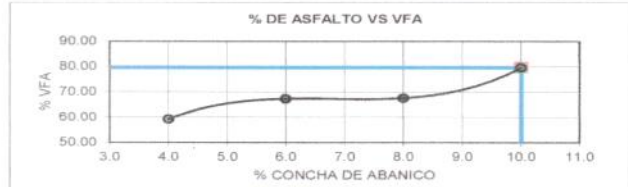
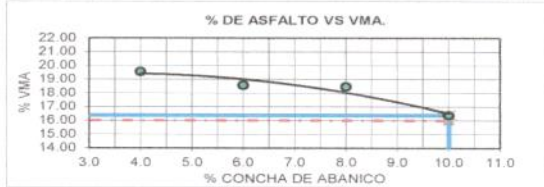
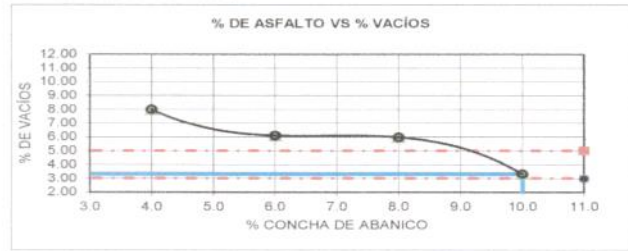
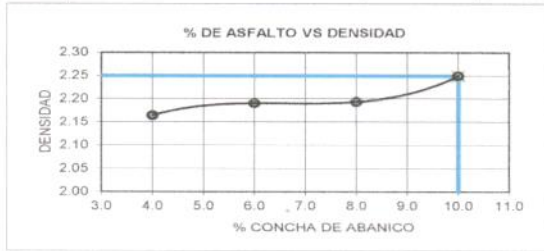
Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación :

Fecha de ensayo : lunes, 20 de Noviembre de 2023

Descripción : MAC - 2; Muestra Experimental (solo concha de 0.3 mm)



**CARACTERISTICAS MARSHALL**

GOLPES	35
% CONCHA DE ABANICO	10
% C. A. ÓPTIMO	6.15
DENSIDAD	2.25
VACIOS	3.34
V.M.A.	16.39
V.F.A.	79.65
POLVO / ASFALTO	1.20
FLUJO	12.36
ESTABILIDAD	1862.16
ESTABILIDAD/ FLUJO	3823.27

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL

g. Ensayo Marshall y Gravedad teórica máxima (Muestra experimental, solo caucho granulado)



Universidad  
Señor de Sipán

Pimentel – Lambayeque

Solicitantes: IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra: TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo: viernes, 10 de Noviembre de 2023

Descripción: MAC - 2; Muestra experimental (solo caucho granulado)

**INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)**

MUESTRA N°	01	02	03	04
1.- PESO DEL FRASCO	2490.0	2490.0	2490.0	2490.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	7640.0	7640.0	7640.0	7640.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	6788.0	6800.0	6808.0	6809.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8780.0	8780.0	8780.0	8780.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1992.0	1980.0	1972.0	1971.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	852.0	840.0	832.0	831.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.338	2.357	2.370	2.372
CAUCHO GRANULADO %	1.00	2.00	3.00	4.00
CONCHA DE ABANICO %	4.00	4.00	4.00	4.00

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los testistas.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
 COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
 ESC INGENIERÍA CIVIL

Solicitantes: IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra: TESIS: "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO"  
TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo: viernes, 10 de Noviembre de 2023

Descripción: MAC - 2; Muestra Experimental (solo caucho granulado)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559) - MUESTRA EXPERIMENTAL													
AGREGADOS	Aq. Grueso	Aq. Fino (Arenas+Concha + Caucho)	Filler	Total	Tamices ASTM			No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
					% pasa Material	1"	3/4"						
BRIQUETA N°	47	51	2	100	1	2	3	58.90	46.60	17.77	10.27	4.89	
0	% Conchas de abanico				1	2	3						
1	% Caucho				0.00	0.00		0.00			0.00		
2	% C.A. en masa de la Mezcla				1.00	2.00		3.00			4.00		
3	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla				6.15	6.15		6.15			6.15		
4	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla				44.11	44.11		44.11			44.11		
5	% Concha de Abanico < N°4 en masa de la Mezcla				47.86	47.86		47.86			47.86		
6	% Caucho < N°4 en masa de la Mezcla				0.00	0.00		0.00			0.00		
7	% Cemento tipo I en masa de la Mezcla				0.94	1.88		2.82			3.75		
8	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) g/cc				1.88	1.88		1.88			1.88		
9	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) g/cc				1.014	1.014		1.014			1.014		
10	Peso Especifico de la Arena < N°4" (Bulk) g/cc				2.40	2.40		2.40			2.40		
11	peso especifico de la concha de abanico < N°4 (Bulk) g/cc				2.63	2.63		2.63			2.63		
12	peso especifico del caucho < N°4 (Bulk) g/cc				0.00	0.00		0.00			0.00		
13	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc				1.67	1.67		1.67			1.67		
16	Altura promedio de la briqueta				3.15	3.15		3.15			3.15		
17	Masa de la briqueta al aire (gr)				6.10	6.23	6.15	6.25	6	6.43	6.55	7	
18	Masa de la briqueta al agua por 60 (g) (SSSS)				1175	1174	1169	1171	1178	1162	1186	1179	
19	Masa de la briqueta desplazada (g)				1229	1228	1225	1222	1205	1208	1212	1211	
20	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)				709	710	693	691	688	681	683	688	
21	Peso especifico Bulk de la Briqueta				520	518	532	531	512	527	529	523	
22	Peso Especifico Maximo - Rice				2.260	2.266	2.197	2.205	2.295	2.205	2.242	2.254	
23	% de Vacios				3.44	3.14	6.10	9.25	8.36	8.89	7.36	6.85	
24	Peso Especifico Bulk Agregado Total				4.23	2.513	2.12	2.488	7.72	7.70	2.476		
25	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.585	2.637		2.755			2.768		
26	Asfalto Absorbido por el Agregado				1.13	1.13		3.95			4.32		
27	% de Asfalto Efectivo				5.08	5.08		2.33			1.94		
28	Relación Polvo/Asfalto				1.04	1.04		0.48			0.40		
29	V.M.A.				14.75	14.50	17.10	14.32	13.49	13.10	11.64	11.15	
30	% Vacios llenos con C.A.				76.72	78.31	64.36	35.44	38.01	32.15	36.78	38.60	
31	Flujo 0.01"(0.25 mm)				13.40	14.50	12.20	15.50	14.40	16.10	15.20	14.50	
32	Estabilidad sin corregir (Kgf)				1778.90	1456.21	1567.24	1054.77	975.20	1154.41	1045.54	689.63	
33	Factor de estabilidad				1.00	1.00	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	
34	Estabilidad Corregida				1778.90	1456.21	1504.55	1098.52	936.19	1108.23	1003.72	662.05	
31	Estabilidad / Flujo				3371.94	2550.88	3132.42	1659	1651	1748	1677	1160	

OBSERVACIONES:  
- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

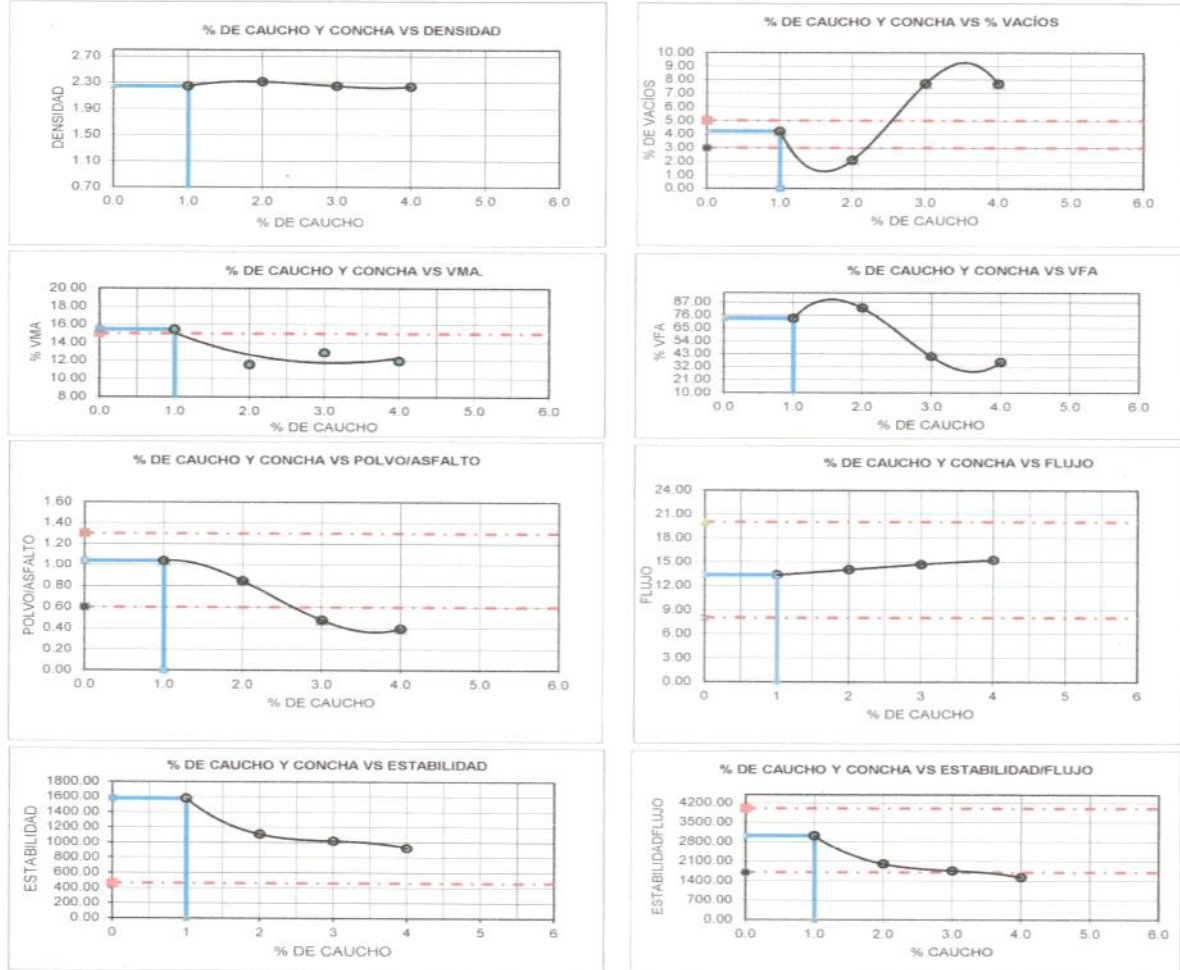
Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 10 de Noviembre de 2023

Descripción : MAC - 2; Muestra Experimental (Solo caucho granulado)



**CARACTERISTICAS MARSHALL**

GOLPES	35
% Caucho granulado	1.00
% C. A.	6.15
DENSIDAD	2.24
VACIOS	4.23
V.M.A.	15.45
V.F.A.	73.13
POLVO / ASFALTO	1.04
FLUJO	13.37
ESTABILIDAD	1579.89
ESTABILIDAD/ FLUJO	3018.42

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL



h. Ensayo Marshall y Gravedad teórica máxima (Muestra experimental, concha de 1.2 mm y caucho)



Universidad  
Señor de Sipán

Pimentel – Lambayeque

Solicitantes: IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra: TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo: viernes, 24 de Noviembre de 2023

Descripción: MAC - 2; Muestra experimental (concha de 1.2 mm y caucho)

**INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)**

MUESTRA N°	01	02	03	04
1.- PESO DEL FRASCO	2490.0	2490.0	2490.0	2490.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	7640.0	7640.0	7640.0	7640.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	6775.0	6762.0	6752.0	6745.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8770.0	8760.0	8750.0	8730.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1995.0	1998.0	1998.0	1985.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	865.0	878.0	888.0	895.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.306	2.276	2.250	2.218
CAUCHO GRANULADO %	1.00	2.00	3.00	4.00
CONCHA DE ABANICO %	4.00	4.00	4.00	4.00

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesistas.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
 COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
 ESC. INGENIERÍA CIVIL

Solicitantes:

: IDROGO CELIS IMER JOHANAN  
: RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra

: TESIS "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO  
: TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación

: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Descripción: MAC - 2, Muestra Experimental (Concha de 1.2mm y caucho)

Fecha de ensayo : viernes, 24 de Noviembre de 2023

AGREGADOS		Ag.	Grued	Ag. Fino (Arena+Concha + Caucho)	Filler	Total	Tamicos ASTM						INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559) - MUESTRA EXPERIMENTAL							
%	BRIQUETA N°	47	51	51	2	100	1	2	3	1	2	3	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
							% pasa Material													
	0																			
	1						4.00						4.00		4.00					4.00
	2						1.00						2.00		3.00					4.00
	3						6.15						6.15		6.15					6.15
	4						44.11						44.11		44.11					44.11
	5						44.11						44.11		44.11					44.11
	6						3.75						3.75		3.75					3.75
	7						0.94						1.88		2.82					3.75
	8						1.88						1.88		1.88					1.88
	9						1.014						1.014		2.40					2.40
	10						2.63						2.63		2.63					2.63
	11						2.63						2.63		2.63					2.63
	12						1.67						1.67		1.67					1.67
	13						3.15						3.15		3.15					3.15
	16						6.23						6.23		6.55					6.65
	17						1214						1199		1198					1196
	18						1272						1265		1273					1272
	19						728						703		687					658
	20						544						569		587					614
	21						2.232						2.107		2.082					1.948
	22						2.31						2.28		2.25					2.22
	23						3.24						8.51		8.98					12.24
	24						2.513						2.500		2.488					2.476
	25						2.542						2.527		2.519					2.501
	26						0.5						0.43		0.49					0.40
	27						5.71						5.73		5.67					5.75
	28						1.17						1.17		1.16					1.18
	29						15.81						16.33		22.69					23.29
	30						79.50						77.03		56.05					47.43
	31						11.43						12.70		13.46					17.27
	32						1678.36						1541.99		1337.42					894.20
	33						0.93						0.93		0.83					0.76
	34						1560.88						1719.42		1110					731
	31						3468.62						4116		2057					1045

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

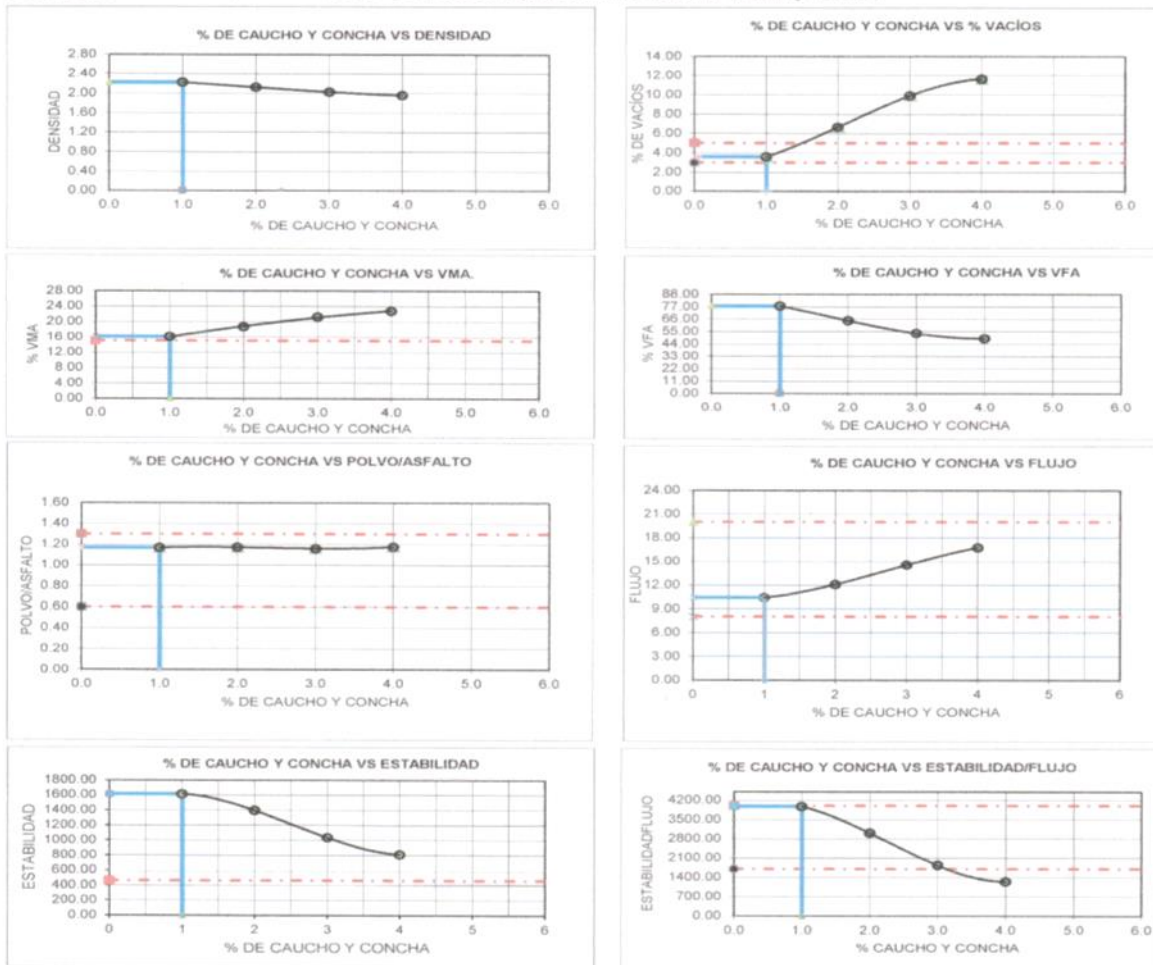
Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : viernes, 24 de Noviembre de 2023

Descripción : MAC - 2; Muestra Experimental (Concha de 1.2mm y caucho)



**CARACTERISTICAS MARSHALL**

GOLPES	35
% Caucho granulado	1.00
% C. A	6.15
DENSIDAD	2.22
VACIOS	3.60
V.M.A	16.13
V.F.A	77.67
POLVO / ASFALTO	1.17
FLUJO	10.41
ESTABILIDAD	1613.72
ESTABILIDAD/FLUJO	3975.64

Observaciones:  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Universidad Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC INGENIERIA CIVIL

- i. Ensayo Marshall y Gravedad teórica máxima (Muestra experimental, concha de 0.3 mm y caucho)



Universidad  
Señor de Sipán

Pimentel – Lambayeque

Solicitantes: : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto/obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : lunes, 27 de Noviembre de 2023

Descripción : MAC - 2; Muestra experimental (concha de 0.3 mm y caucho)

**INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)**

MUESTRA N°	01	02	03	04
1.- PESO DEL FRASCO	2490.0	2490.0	2490.0	2490.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	7640.0	7640.0	7640.0	7640.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	6775.0	6787.0	6764.0	6746.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>8770.0</b>	<b>8780.0</b>	<b>8750.0</b>	<b>8740.0</b>
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1995.0</b>	<b>1993.0</b>	<b>1986.0</b>	<b>1994.0</b>
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	865.0	853.0	876.0	894.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	<b>2.306</b>	<b>2.336</b>	<b>2.267</b>	<b>2.230</b>
CAUCHO GRANULADO %	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>	<b>4.00</b>
CONCHA DE ABANICO %	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>

Observaciones:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por los tesistas.



Universidad  
Señor de Sipán

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERÍA CIVIL



Solicitantes: IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra

TESIS "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO  
TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Descripción: MAC - 2; Muestra Experimental (Concha de 0.3 mm y caucho)

Fecha de ensayo : lunes, 27 de Noviembre de 2023

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559) - MUESTRA EXPERIMENTAL																	
BRIQUETA N°	AGREGADOS %	Ag. Grueso	Ag. Fino (Arenita+Concha + Caucho)	Filler	Total	Támmicos ASTM			1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
						1	2	3									
0	% Conchas de abanico	47	51	2	100				100.00	100.00	88.49	77.98	58.90	46.60	17.77	10.27	4.89
1	% Caucho					10.00							10.00				10.00
2	% C.A. en masa de la Mezcla					1.00							3.00				4.00
3	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla					6.15							6.15				6.15
4	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla					44.11							44.11				44.11
5	% Concha de Abanico < N°4 en masa de la Mezcla					38.48							38.48				38.48
6	% Caucho < N°4 en masa de la Mezcla					9.39							9.39				9.39
7	% Cemento tipo I en masa de la Mezcla					0.94							2.82				3.75
8	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) g/cc					1.88							1.88				1.88
9	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) g/cc					1.014							1.014				1.014
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) g/cc					2.40							2.40				2.40
11	peso especifico de la concha de abanico < N°4 (Bulk) g/cc					2.63							2.63				2.63
12	peso especifico del caucho < N°4 (Bulk) g/cc					2.63							2.63				2.63
13	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) g/cc					1.67							1.67				1.67
16	Altura promedio de la briqueta cm					3.15							3.15				3.15
17	Masa de la briqueta al aire (gr)					6.10							6.23				6.43
18	Masa de la briqueta al agua por 60 (g) (SSS)					1188							1195				1190
19	Masa de la briqueta desplazada (g)					1263							1263				1251
20	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)					709							702				683
21	Peso especifico Bulk de la Briqueta					5.54							5.59				5.68
22	Peso Especifico Maximo - Rice					2.144							2.132				2.097
23	% de Vacios					7.02							9.21				5.99
24	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.513							2.488				2.476
25	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.542							2.541				2.518
26	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.46							0.85				0.67
27	% de Asfalto Efectivo					5.71							5.33				5.50
28	Relación Polvo/Asfalto					1.17							1.09				1.13
29	V.M.A.					19.10							17.16				17.36
30	% Vacios llenos con C.A.					63.24							65.36				68.04
31	Flujo 0.01"(0.25 mm)					10.41							13.97				17.78
32	Estabilidad sin corregir (Kgf)					1865.88							1524.94				689.63
33	Factor de estabilidad					0.89							0.86				0.86
34	Estabilidad Corregida					1661							1357				886
31	Estabilidad / Flujo					4050.33							2468				1886

OBSERVACIONES  
- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

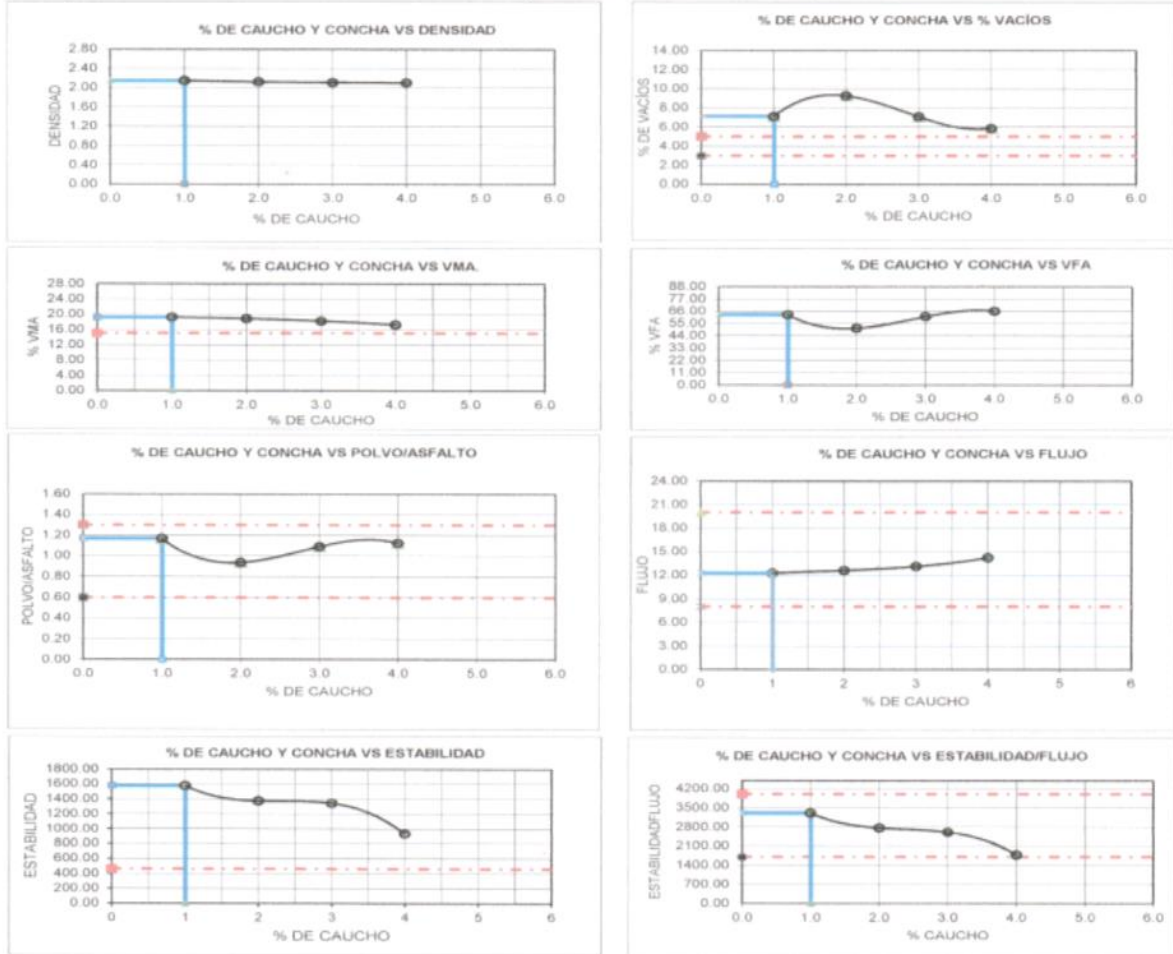
Solicitantes : IDROGO CELIS IMER JOHANÁN  
RAMOS CABRERA NILSSON ORLANDO

Proyecto / Obra : TESIS. "RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHAS DE ABANICO TRITURADOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : lunes, 27 de Noviembre de 2023

Descripción : MAC - 2; Muestra Experimental (Concha de 0.3 mm y caucho)



**CARACTERISTICAS MARSHALL**

GOLPES	35
% Caucho granulado	1.00
% C. A.	6.15
DENSIDAD	2.14
VACIOS	7.12
V.M.A.	19.18
V.F.A.	62.91
POLVO / ASFALTO	1.17
FLUJO	12.28
ESTABILIDAD	1578.69
ESTABILIDAD/ FLUJO	3313.66

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## **ANEXO 8. INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN ESTADÍSTICA**

**INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA  
CON CRITERIO JUECES EXPERTOS Y CRITERIO  
MUESTRA PILOTO**

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS**

**INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

	Claridad						
	Mecánicas		Físicas				
	Fluencia	Estabilidad	Granulometría	Peso específico	Vacios de aire	Vacios en el Ag. mineral	Densidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5
n	5						
c	2						
V de Aiken por pregunta	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por dimensión	1		1				
V de Aiken por criterio	1						

	Contexto						
	Mecánicas		Físicas				
	Fluencia	Estabilidad	Granulometría	Peso específico	Vacios de aire	Vacios en el Ag. mineral	Densidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5
n	5						
c	2						
V de Aiken por pregunta	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por dimensión	1		1				
V de Aiken por criterio	1						

Congruencia							
	Mecánicas		Físicas				
	Fluencia	Estabilidad	Granulometría	Peso específico	Vacíos de aire	Vacíos en el Ag. mineral	Densidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5
n	5						
c	2						
V de Aiken por pregunta	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por dimensión	1		1				
V de Aiken por criterio	1						

Dominio del constructo							
	Mecánicas		Físicas				
	Fluencia	Estabilidad	Granulometría	Peso específico	Vacíos de aire	Vacíos en el Ag. mineral	Densidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5
n	5						
c	2						
V de Aiken por pregunta	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por dimensión	1		1				
V de Aiken por criterio	1						

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

1.00

*Luis Arayo Montenegro Camacho*  
 LIC. ESTADÍSTICA  
 M.G. INVESTIGACIÓN  
 DR. EDUCACIÓN  
 COESPE 262



Colegiatura N° 182289

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
Alan Gabriel Campos Bravo	Ingeniero Civil	Propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas con proporciones de caucho granulado y concha de abanico triturada	Idrogo Celis Imer Johanán Ramos Cabrera Nilsson Orlando
<b>Título de la investigación:</b> Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo			

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.

ÍTEM	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas</b>		
1	A	CORRECTO
2	A	CORRECTO
3	A	CORRECTO
4	A	CORRECTO
5	A	CORRECTO
6	A	CORRECTO
7	A	CORRECTO

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Físicas</b>								
1	Granulometría	X		X		X		X	
2	Peso específico	X		X		X		X	
3	Vacios de aire	X		X		X		X	
4	Vacios en el Ag. mineral	X		X		X		X	
5	Densidad	X		X		X		X	
	<b>Mecánicas</b>								
6	Fluencia	X		X		X		X	
7	Estabilidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

2.001.18...suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (x) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Alan Gabriel Campos Bravo

Especialidad: Ing. Civil

  
ALAN GABRIEL CAMPOS BRAVO  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 182289

Colegiatura N° 99539

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
Jorge Carlos Ingo Zuniga Flores	Inge Civil	Propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas con proporciones de caucho granulado y concha de abanico triturada	Idrogo Celis Imer Johanán Ramos Cabrera Nilsson Orlando
<b>Título de la Investigación:</b> Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo			

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.

ÍTEM	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas		
1	A	CORRECTO
2	A	CORRECTO
3	A	CORRECTO
4	A	CORRECTO
5	A	CORRECTO
6	A	CORRECTO
7	A	CORRECTO

iii. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
<b>Físicas</b>									
1	Granulometría	X		X		X		X	
2	Peso específico	X		X		X		X	
3	Vacios de aire	X		X		X		X	
4	Vacios en el Ag. mineral	X		X		X		X	
5	Densidad	X		X		X		X	
<b>Mecánicas</b>									
6	Fluencia	X		X		X		X	
7	Estabilidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si hay suficiencia.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Jorge Carlos, Zuniga Flores

Especialidad: Ingeniería Civil.

  
Jorge Carlos Zuniga Flores  
INGENIERO CIVIL  
C.O. N° 59539

Colegiatura N° 88488

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
Carlos Alberto Campos Bravo	Ing. Civil.	Propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas con proporciones de caucho granulado y concha de abanico triturada	Idrogo Celis Imer Johanán Ramos Cabrera Nilsson Orlando
<b>Título de la Investigación:</b> Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo			

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
<b>Propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas</b>		
1	A	CORRECTO
2	A	CORRECTO
3	A	CORRECTO
4	A	CORRECTO
5	A	CORRECTO
6	A	CORRECTO
7	A	CORRECTO

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
<b>Físicas</b>									
1	Granulometría	X		X		X		X	
2	Peso específico	X		X		X		X	
3	Vacios de aire	X		X		X		X	
4	Vacios en el Ag. mineral	X		X		X		X	
5	Densidad	X		X		X		X	
<b>Mecánicas</b>									
6	Fluencia	X		X		X		X	
7	Estabilidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

...CONFIRMA...  
 Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: Carlos Alberto Campos Bravo  
 Especialidad: Ingeniería Civil





Colegiatura N° 246904

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
Miguel Ángel Ruiz Perales	Ing. civil	Propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas con proporciones de caucho granulado y concha de abanico triturada	Idrogo Celis Imer Johanán Ramos Cabrera Nilsson Orlando
<b>Título de la Investigación:</b> Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo			

**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
<b>Propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas</b>		
1	A	CORRECTO
2	A	CORRECTO
3	A	CORRECTO
4	A	CORRECTO
5	A	CORRECTO
6	A	CORRECTO
7	A	CORRECTO

**iii. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Físicas</b>								
1	Granulometría	X		X		X		X	
2	Peso específico	X		X		X		X	
3	Vacios de aire	X		X		X		X	
4	Vacios en el Ag. mineral	X		X		X		X	
5	Densidad	X		X		X		X	
	<b>Mecánicas</b>								
6	Fluencia	X		X		X		X	
7	Estabilidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

..Toda...correcta.....

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Miguel Ángel Ruiz Perales.

Especialidad: Ing. civil

  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 1989

Colegiatura N° 220084

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
CHICANA ELERA .W RICHARD	SUB GERENTE DE OBRAS PUBLICAS	Propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas con proporciones de caucho granulado y concha de abanico triturada	Idrogo Celis Imer Johanán Ramos Cabrera Nilsson Orlando
<b>Título de la Investigación:</b> Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo			

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
<b>Propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas</b>		
1	A	CORRECTO
2	A	CORRECTO
3	A	CORRECTO
4	A	CORRECTO
5	A	CORRECTO
6	A	CORRECTO
7	A	CORRECTO

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Físicas</b>								
1	Granulometría	X		X		X		X	
2	Peso específico	X		X		X		X	
3	Vacios de aire	X		X		X		X	
4	Vacios en el Ag. mineral	X		X		X		X	
5	Densidad	X		X		X		X	
	<b>Mecánicas</b>								
6	Fluencia	X		X		X		X	
7	Estabilidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Sin observaciones  
Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad:

Ingeniero civil

Municipalidad Distrital de José Leguía Cuzco  
Ing. Richard Wagner Chicana Elera  
SUB GERENTE DE OBRAS PUBLICAS

VALIDEZ DE CONFIABILIDAD PILOTO PARA LA EVALUACIÓN DE RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,888	7

Medidas	Dimensiones	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Fluencia	<b>Mecánicas</b>	,991	,812
Estabilidad		,991	,808
Granulometría	<b>Físicas</b>	,990	,890
Peso específico		,996	,807
Vacios de aire		,879	,901
Vacios en el Ag. mineral		,951	,914
Densidad		,594	,889

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		60515,338	3	20171,779		
Intra sujetos	Entre elementos	4957091,972	6	826181,995	44,927	,000
	Residuo	331011,186	18	18389,510		
	Total	5288103,157	24	220337,632		
Total		5348618,496	27	198096,981		

En las tablas se observa que; el instrumento es para la evaluación de residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la Ciudad de Chiclayo es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo ( $p > 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80)

  
**Luis Arturo Montenegro Canacho**  
 LIC. ESTADÍSTICA  
 MG. INVESTIGACIÓN  
 DR. EDUCACIÓN  
 COESP 262

**PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA PARA LA EVALUACIÓN DE RESIDUOS DE CAUCHO GRANULADO Y CONCHA DE ABANICO TRITURADA INCORPORADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

1. Prueba de hipótesis para estabilidad Marshall con concha de abanico triturada (CT) al 4%, 6%, 8% y 10% y caucho granulado (CG) al 1%, 2%, 3% y 4%.

		Media	N	Desv. estándar	Med. Error estan.
Par 1	patrón	1421.1567	3	70.03609	40.43536
	CT4%	1341.3900	3	79.69980	46.01470
Par 2	patrón	1421.1567	3	70.03609	40.43536
	CT6%	1469.4000	3	123.91378	71.54165
Par 3	patrón	1421.1567	3	70.03609	40.43536
	CT8%	1475.4600	3	131.18923	75.74214
Par 4	patrón	1421.1567	3	70.03609	40.43536
	CT10%	1478.2233	3	198.63811	114.68376
Par 5	patrón	1421.1567	3	70.03609	40.43536
	CG1%	1579.8867	3	174.03712	100.48038
Par 6	patrón	1421.1567	3	70.03609	40.43536
	CG2%	1110.0167	3	115.24589	66.53724
Par 7	patrón	1421.1567	3	70.03609	40.43536
	CG3%	1019.8733	3	87.55811	50.55170
Par 8	patrón	1421.1567	3	70.03609	40.43536
	CG4%	924.6667	3	233.35857	134.72963

		T student	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - CT4%	6.149	2	.003
Par 2	patrón - CT6%	-.994	2	.021
Par 3	patrón - CT8%	-.517	2	.038
Par 4	patrón - CT10%	5.09	2	.061
Par 5	patrón - CG1%	5.230	2	.001
Par 6	patrón - CG2%	-1.170	2	.017
Par 7	patrón - CG3%	4.411	2	.024
Par 8	patrón - CG4%	2.865	2	.052

En la tabla, la mayoría de la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con CT al 4%, 6%, 8% y 10% y CG al 1%, 2%, 3% y 4% para estabilidad Marshall son significativas ( $p < 0.05$ ) a excepción de la hipótesis del patrón con CT al 10% y con CG al 4% ( $p > 0.05$ ).

Por otro lado, las hipótesis más significativas y óptimas para la estabilidad Marshall esta dado al incorporar 4% de CT ( $t = 6.149$ ) y 1% de CG ( $t = 5.23$ ) verificando que son los más óptimos con una confiabilidad del 95%.

2. Prueba de hipótesis para flujo Marshall con concha de abanico triturada (CT) al 4%, 6%, 8% y 10% y caucho granulado (CG) al 1%, 2%, 3% y 4%.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	patrón	9.6133	3	1.17921	.68082
	CT4%	11.6000	3	1.30369	.75268
Par 2	patrón	9.6133	3	1.17921	.68082
	CT6%	10.2433	3	1.14727	.66238
Par 3	patrón	9.6133	3	1.17921	.68082
	CT8%	10.0767	3	.63909	.36898
Par 4	patrón	9.6133	3	1.17921	.68082
	CT10%	9.9067	3	.43879	.25333
Par 5	patrón	9.6133	3	1.17921	.68082
	CG1%	13.3667	3	1.15036	.66416
Par 6	patrón	9.6133	3	1.17921	.68082
	CG2%	14.0333	3	1.20968	.69841
Par 7	patrón	9.6133	3	1.17921	.68082
	CG3%	14.7000	3	.70000	.40415
Par 8	patrón	9.6133	3	1.17921	.68082
	CG4%	15.2667	3	.80208	.46308

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - CT4%	13.183	2	.003
Par 2	patrón - CT6%	-.476	2	.034
Par 3	patrón - CT8%	1.145	2	.185
Par 4	patrón - CT10%	-.682	2	.283
Par 5	patrón - CG1%	9.301	2	.006
Par 6	patrón - CG2%	-5.078	2	.018
Par 7	patrón - CG3%	-7.341	2	.009
Par 8	patrón - CG4%	6.308	2	.002

En la tabla, la mayoría de la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con CT al 4%, 6%, 8% y 10% y CG al 1%, 2%, 3% y 4% para flujo Marshall son significativas ( $p < 0.05$ ) a excepción de la hipótesis del patrón con CT al 8% y con CT al 10% ( $p > 0.05$ ).

Por otro lado, las hipótesis más significativas y óptimas para flujo Marshall esta dado al incorporar 4% de CT ( $t = 13.183$ ) y 1% de CG ( $t = 9.301$ ) verificando que son los más óptimos con una confiabilidad del 95%.

3. Prueba de hipótesis para % de vacíos Marshall con concha de abanico triturada (CT) al 4%, 6%, 8% y 10% y caucho granulado (CG) al 1%, 2%, 3% y 4%.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	patrón	4.0000	3	.26458	.15275
	CT4%	4.2467	3	.37873	.21866
Par 2	patrón	4.0000	3	.26458	.15275
	CT6%	2.8600	3	.68088	.39311
Par 3	patrón	4.0000	3	.26458	.15275
	CT8%	2.8733	3	.51733	.29868
Par 4	patrón	4.0000	3	.26458	.15275
	CT10%	5.6100	3	.37987	.21932
Par 5	patrón	4.0000	3	.26458	.15275
	CG1%	4.2267	3	1.62927	.94066
Par 6	patrón	4.0000	3	.26458	.15275
	CG2%	2.1200	3	1.03015	.59475
Par 7	patrón	4.0000	3	.26458	.15275
	CG3%	7.7233	3	1.92563	1.11176
Par 8	patrón	4.0000	3	.26458	.15275
	CG4%	7.7000	3	1.06165	.61294

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - CT4%	-8.665	2	.012
Par 2	patrón - CT6%	2.508	2	.064
Par 3	patrón - CT8%	5.299	2	.017
Par 4	patrón - CT10%	-4.180	2	.001
Par 5	patrón - CG1%	-7.229	2	.031
Par 6	patrón - CG2%	4.158	2	.027
Par 7	patrón - CG3%	-2.945	2	.049
Par 8	patrón - CG4%	-.731	2	.008

En la tabla, la mayoría de la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con CT al 4%, 6%, 8% y 10% y CG al 1%, 2%, 3% y 4% para % de vacíos Marshall son significativas ( $p < 0.05$ ) a excepción de la hipótesis del patrón con CT al 6% ( $p > 0.05$ ).

Por otro lado, las hipótesis más significativas y óptimas para % de vacíos Marshall esta dado al incorporar 4% de CT ( $t = 8.665$ ) y 1% de CG ( $t = 7.229$ ) verificando que son los más óptimos con una confiabilidad del 95%.

## **ANEXO 9. VIABILIDAD DEL PROYECTO**



- a. Cantidad de materiales para 1 m<sup>2</sup> de mezcla asfáltica en caliente

**CANTIDAD DE MATERIAL PARA 1 M<sup>2</sup> DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE e = 6 cm**

**DATOS:**

Peso unitario probeta	:	2223.23	Kg/m <sup>3</sup>
PUS agregado grueso	:	1725.20	Kg/m <sup>3</sup>
PUS agregado fino	:	1772.15	Kg/m <sup>3</sup>
Cemento asfáltico	:	1014.00	Kg/m <sup>3</sup>
Filler	:	3150.00	Kg/m <sup>3</sup>

**Diseño:**

Ag. Grueso:	47	%
Ag. Fino:	51	%
Filler:	2.00	%
Cemento asfáltico:	6.15	%
Concha de abanico:	4.00	%
Caucho granulado:	1.00	%

**Determinación de la cantidad de materiales respecto a la mezcla asfáltica**

$$Material = \frac{\% material * (100\% - \% Asfalto)}{100}$$

Ag. Grueso	:	44.11%
ag. Fino	:	47.86%
filler	:	1.88%
cemento asfáltico	:	6.15%

**Cantidad de materiales para 1 m<sup>2</sup> de carpeta asfáltica**

e = 2.4"  $\longrightarrow$  6 cm

Peso: 0.06 \* 2223.23  
133.39 kg/m<sup>2</sup>

$$Cant. Material = \frac{Peso * \% Material}{100}$$

Ag. Grueso	:	58.84	kg/m <sup>2</sup>
ag. Fino	:	63.85	kg/m <sup>2</sup>
filler	:	2.50	kg/m <sup>2</sup>
cemento asfáltico	:	8.20	kg/m <sup>2</sup>

**Volumen de materiales (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de carpeta asfáltica)**

$$Vol. Material = \frac{Cant. Material}{PUS}$$

Ag. Grueso	:	0.034	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
ag. Fino	:	0.036	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
filler	:	2.50	kg/m <sup>2</sup>
cemento asfáltico	:	2.050	gal/m <sup>2</sup>
Concha de abanico:	:	3.015	kg/m <sup>2</sup>
Caucho granulado:	:	0.829	kg/m <sup>2</sup>



b. Costo unitario de carpeta asfáltica en caliente convencional

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0201001	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 2.4' CONVENCIONAL			Fecha presupuesto	05/06/2024
Subpresupuesto	001	Carpeta asfáltica convencional				
Partida			CARPETA ASFALTICA DE 2.4" (SUB CONTRATO)			
Rendimiento	m2/DIA	1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : m2		41.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0050	23.18	0.12
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0100	19.53	0.20
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0400	14.44	0.58
						<b>0.90</b>
<b>Materiales</b>						
02010500010006	ASFALTO PEN 60-70	gal		2.0500	11.00	22.55
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0340	50.85	1.73
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0360	50.85	1.83
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0600	18.01	1.08
						<b>27.19</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.90	0.03
0301100005	RODILLO TANDEM	hm	1.0000	0.0050	141.52	0.71
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	2.0000	0.0100	162.90	1.63
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	0.8000	0.0040	253.84	1.02
0301220009	CAMION VOLQUETE 6m3	hm	10.0000	0.0500	184.00	9.20
0301390001	PAVIMENTADORA SOBRE LLANTAS	hm	1.0000	0.0050	180.00	0.90
						<b>13.49</b>

c. Costo unitario de carpeta asfáltica en caliente modificada (4% de concha y 1% de caucho)

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 2.4" MODIFICADO					
Subpresupuesto	001	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 2.4" MODIFICADO				Fecha presupuesto	06/06/2024
Partida		CARPETA ASFALTICA DE 2.4" (SUB CONTRATO)					
Rendimiento	m2/DIA	1,600.0000	EQ.	1,600.0000		Costo unitario directo por : m2	48.69
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>					<b>Parcial S/.</b>
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000		0.0050	23.18
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000		0.0100	19.53
0101010005	PEON		hh	8.0000		0.0400	14.44
							<b>0.90</b>
		<b>Materiales</b>					
02010500010006	ASFALTO PEN 60-70		gal			2.0500	11.00
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3			0.0340	50.85
02070200010002	ARENA GRUESA		m3			0.0360	50.85
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol			0.0600	18.01
0292010004	CAUCHO GRANULADO		kg			0.8290	1.30
0292010005	CONCHA DE ABANICO TRITURADA		kg			3.0150	2.00
							<b>34.30</b>
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	0.90
0301100005	RODILLO TANDEM		hm	1.0000		0.0050	141.52
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	2.0000		0.0100	162.90
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.8000		0.0040	253.84
0301220009	CAMION VOLQUETE 6m3		hm	10.0000		0.0500	184.00
0301390001	PAVIMENTADORA SOBRE LLANTAS		hm	1.0000		0.0050	180.00
							<b>13.49</b>

**ANEXO 10. CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO**



“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA,  
Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

Pimentel, 29 de abril 2024

Señor:

**WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR**

Asistente de Laboratorio de Ensayos de Materiales y Concreto  
Universidad Señor de Sipán

Ciudad.-

Por el presente se comunica que los estudiantes: **Idrogo Celis Imer Johanán**, de la Escuela de Ingeniería Civil del X ciclo, con Código Universitario N° 2181801134, con DNI N° 73321498 y **Ramos Cabrera Nilsson Orlando**, de la Escuela de Ingeniería Civil del X ciclo, con Código Universitario N° 2182801478, con DNI N° 73418484 realizarán a partir de octubre del 2023 los siguientes ensayos con la finalidad de realizar su proyecto de tesis titulado **“Residuos de caucho granulado y concha de abanico triturada incorporados en mezclas asfálticas en la ciudad de Chiclayo”:**

**Para agregado fino**

1. Peso específico y absorción de agregado fino (MTC E 205)
2. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos (MTC E 204)
3. Índice de durabilidad (MTC E 214)
4. Sales solubles totales (MTC E 219)
5. Índice de singularidad (MTC E 222)
6. Equivalente de arena (MTC E 114)
7. Índice de plasticidad (MTC E 11)

**Para agregado grueso**

1. Peso específico y absorción de agregado grueso (MTC E 206)
2. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos (MTC E 204)
3. Caras fracturadas (MTC E 210)
4. Partículas chatas y alargadas (MTC E 223)
5. Sales solubles totales (MTC E 219)
6. Índice de durabilidad (MTC E 214)
7. Durabilidad al sulfato de Magnesio (MTC E 209)
8. Abrasión los ángeles (MTC E 207)

**Otros:**

1. Gravedad específica teórica Máxima (ASTM D 2041)
  - 2. Ensayo Marshall (ASTM D1559)

Los estudiantes coordinaran con su persona para definir el cronograma de asistencia.



  
Mag. Elver Sanchez Díaz  
Director de Escuela Profesional  
de Ingeniería Civil  
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.

**CAMPUS  
UNIVERSITARIO**

Km. 5 carretera a Pimentel  
T. (051) 074 481610

**CENTROS  
EMPRESARIALES**

Av. Luis Gonzales 1004  
T. (051) 074 481621

**ESCUELA  
DE POSGRADO**

Calle Elías Aguirre 933  
T. (051) 074 481625

[www.uss.edu.pe](http://www.uss.edu.pe)