



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia del plástico PP y HDPE triturado en las propiedades del  
asfalto en la Av. San Juan, Cutervo, Cajamarca, 2023.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Paz Aguilar, Erlita ([orcid.org/0000-0002-3653-910X](https://orcid.org/0000-0002-3653-910X))

Ubillus Rodriguez, Juan Ricardo ([orcid.org/0000-0003-2281-8674](https://orcid.org/0000-0003-2281-8674))

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique ([orcid.org/0000-0002-0684-5114](https://orcid.org/0000-0002-0684-5114))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos la tesis a nuestros padres por apoyarnos siempre sin importar las dificultades que se presentaron en todo el transcurso de nuestra formación académica hasta llegar a la meta trazada.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a todos nuestros familiares por estar siempre acompañándonos en todo momento de nuestras vidas; así mismo a todos nuestros docentes por haber brindado sus conocimientos para nuestro desarrollo profesional.



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023", cuyos autores son PAZ AGUILAR ERLITA Y UBILLUS RODRIGUEZ JUAN RICARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 08 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA <b>DNI:</b> 07239759 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0684-5114	Firma electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 20-07-2023 18:40:13

Código documento Trilce: TRI - 0578728



## Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, PAZ AGUILAR ERLITA, UBILLUS RODRIGUEZ JUAN RICARDO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ERLITA PAZ AGUILAR <b>DNI:</b> 71261940 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3653-910X	Firmado electrónicamente por: EPAZA el 08-07-2023 05:58:13
JUAN RICARDO UBILLUS RODRIGUEZ <b>DNI:</b> 42429946 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2281-8674	Firmado electrónicamente por: JUBILLUSR el 08-07- 2023 22:47:45

Código documento Trilce: TRI - 0578731

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Causa y efecto de la inestabilidad en el pavimento	9
Tabla 02: Causa y efecto de la durabilidad	9
Tabla 03: Causa y efecto de la impermeabilidad	10
Tabla 04: Numero de briquetas según cada ensayo y porcentaje	16
Tabla 05: Ensayos de laboratorio	18
Tabla 06: Granulometría	23
Tabla 07: clasificación de suelos	24
Tabla 08: CBR	24
Tabla 09: Diseño de mezcla asfáltica base	31
Tabla 10: Determinación del peso específico – base	33
Tabla 11: Determinación del porcentaje de vacíos – base	33
Tabla 12: Determinación de la estabilidad y flujo – base	33
Tabla 13: Cuadro resumen de diseño marshall incorporado el PP	36
Tabla 14: Cuadro resumen de diseño marshall incorporado el HDPE	36
Tabla 15: Cuadro resumen de permeabilidad incorporado el PP	37
Tabla 16: Cuadro resumen de permeabilidad incorporado el HDPE	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Mapa del Perú	21
Figura N°02: Mapa de Cajamarca	21
Figura N°03: Distrito de Cutervo	21
Figura N°04: Av. San Juan	21
Figura N°05: Primera calicata	22
Figura N°06: Segunda Calicata	22
Figura N°07: Tercera Calicata	22
Figura N°08: Perfil estratigráfico – Resumen	23
Figura N°09: Tamizado	25
Figura N°10: Granulometría del Plástico PP	25
Figura N°11: Propiedades del Polipropileno PP	26
Figura N°12: Tamizado	26
Figura N°13: Granulometría del Plástico HDPE	27
Figura N°14: Propiedades del Plástico HDPE	27
Figura N°15: Cuarteo de la arena	28
Figura N°16: Cuarteo de la piedra	28
Figura N°17: Análisis granulometría del agregado fino y grueso para MAC 2	28
Figura N°18: Peso de la Piedra	29
Figura N°19: Peso de la Arena	29
Figura N°20: Puesto al horno – arena	29
Figura N°21: Puesta al horno – piedra	29
Figura N°22: Calentando agregados	29
Figura N°23: Peso de la Mezcla	29
Figura N°24: Compactación 75 golpes	30
Figura N°25: Extracción de briqueta	30
Figura N°26: Dimensionamiento	30
Figura N°27: Peso seco	30
Figura N°28: Peso saturado	30
Figura N°29: Peso sumergido	30
Figura N°30: Estabilidad Marshall	31
Figura N°31: Flujo Marshall	31
Figura N°32: Rotura	31

Figura N°33: Deformación	31
Figura N°34: Análisis granulometría del agregado fino y grueso para MAC2	32
Figura N°35: Parámetros para diseño de mezclas asfálticas	34
Figura N°36: Permeabilidad	35

## RESUMEN

En la ciudad de Cutervo capital del Departamento de Cajamarca el crecimiento poblacional ha sido notable conllevando un incremento en el tránsito vehicular en todas las vías de la ciudad, donde el deterioro de la superficie de rodadura ha incrementado exponencialmente. En la presente tesis se determinó la Influencia del plástico molido en la incorporación a la carpeta asfáltica, esta investigación es cuasiexperimental de enfoque cuantitativo, así se logró analizar la estabilidad, durabilidad y permeabilidad del asfalto, y su diseño óptimo al implementar el plástico triturado reciclado del tipo PP y HDPE siendo el porcentaje óptimo el de 4% y 1% respectivamente, así mejorar las propiedades mecánicas y físicas de una carpeta asfáltica convencional.

**Palabra clave:** Carpeta asfáltica, Influencia, Mejoramiento.

## **ABSTRACT**

In the city of Cutervo, capital of the Department of Cajamarca, population growth has been notable, leading to an increase in vehicular traffic on all roads of the city, where the deterioration of the road surface has increased exponentially. In the present thesis the influence of the ground plastic in the incorporation to the asphalt folder was determined, this research is quasi-experimental with a quantitative approach, thus it was possible to analyze the stability, durability and permeability of the asphalt, and its optimal design when implementing the recycled crushed plastic of the PP and HDPE type, the optimum percentage being 4% and 1% respectively, thus improving the mechanical and physical properties of a conventional asphalt layer.

**Keywords:** Asphalt carpet, Influence, Improvement.

## I. INTRODUCCIÓN

Las diversas superficies de rodadura **presentan problemas al transitar** una cierta variedad y cantidad de vehículos los cuales generan un desgaste en las propiedades de la carpeta asfáltica. Si se lograra incrementar y mejorar las propiedades físicas y mecánicas incorporando un material de bajo costo y accesible, se beneficiaría la población; lo cual conlleva a un menor tiempo de traslado y transporte, disminución de la tasa de accidentabilidad y fomentar el turismo en diversas zonas. **En diversos lugares del mundo**, se ha realizado diferentes soluciones para mejorar la carpeta asfáltica y garantizar pavimentos sostenibles y así evitar el deterioro en las carreteras asfálticas, tales como los países: **Colombia, Ecuador y Canadá**; cada país optó por diferentes soluciones e incorporando diversos materiales como el grano caucho reciclado, incorporación o adición del plástico reciclado mediante vía seca en mezcla, desecho de polietileno con una baja densidad, todos estos materiales fueron implementados en la carpeta asfáltica con la finalidad de mejorar sus propiedades y así evitar el deterioro producido por el incremento vehicular en el transporte.

En el Perú, las vías deben de estar en terrenos capaces de soportar cargas, donde en muchos de los casos nos encontramos con suelos pobres o terrenos malos para la sub rasante.

En diferentes partes del Perú como: Lima, Apurímac y Arequipa optaron por diferentes soluciones para el mejoramiento de las propiedades de la carpeta asfáltica tales como la incorporación de plástico reciclado en los dos primeros y plástico reciclado tipo PP y HDPE, estos materiales muchas veces son provenientes de los residuos sólidos producidos por la población.

En la ciudad de Cutervo capital del Departamento de Cajamarca, se encuentra ubicado a 963.9 km a la Aux. Panamericana Norte/Carretera 1N, donde el crecimiento poblacional ha sido notable conllevando a un incremento en el tránsito vehicular en todas las vías de la ciudad, donde el deterioro de la superficie de rodadura ha incrementado exponencialmente. De acuerdo al problema mencionado, se observó que la Influencia del plástico molido en la incorporación de la carpeta asfáltica mejora las propiedades mecánicas y físicas, estas conllevarán a una mayor durabilidad de la superficie de rodadura.

El incremento del tránsito vehicular, ha generado que la avenida San Juan ubicado

en la ciudad de Cutervo se encuentra deteriorada, pero por necesidad viene siendo utilizada por la población debido a que es un acceso directo entre los distritos de Chiclayo, Querocotillo, Querocoto, entre otros; ante esta circunstancia para disminuir el tiempo de transporte, evitar la alta accidentabilidad y promover el turismo en la zona, se ha comprobado la exigencia de arreglar la superficie de rodadura implementando el plástico PP y HDPE triturado en la carpeta asfáltica y así mejorar sus propiedades tales como la estabilidad, durabilidad e impermeabilidad.

Por lo tanto, en la presente proyecto de investigación, luego de determinar el **Problema General** ¿De qué manera influyo el plástico PP y HDPE triturado en las propiedades físicas y mecánicas del asfalto en la Av. San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023? Asimismo, se planteó los **Problemas específicos**: ¿En cuánto influyo el plástico PP y HDPE triturado en la **estabilidad** de las propiedades físicas y mecánicas del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023?; ¿En cuánto influyo el plástico PP y HDPE triturado en la **durabilidad** de las propiedades físicas y mecánicas del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023?; ¿En cuánto influyo el plástico PP y HDPE triturado en la **permeabilidad** de las propiedades físicas y mecánicas del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023?

Es de suma importancia esta investigación planteando nuevas alternativas de solución para mejorar la carpe asfáltica, proponiendo usar plástico triturado PP y HDPE (reciclado); el uso de estos residuos son beneficiosos para el medio ambiente; ya que se dio una utilización o reutilización esto genera un valor agregado, lo cual dará una solución ecológica al problema de mejoramiento de la superficie de rodadura – carpeta asfáltica; eesta investigación se realizó mediante el método Marshall para determinar diversas propiedades de la carpeta asfáltica, tales como la estabilidad, durabilidad y permeabilidad al implementar el plástico PP y HDPE triturado en diversas proporciones, teniendo como respaldo la norma NTP 2022, ASTM 3203 y la norma MTC E514, y tomando un enfoque cuantitativo – experimental, se realizó ensayos al incorporar plástico molido PP al 2%, 4%, 6%, plástico triturado HDPE al 1%,3% y 5% en referencia al peso o volumen de la mezcla de un asfalto convencional, para ello se tomó como muestras diversas briquetas de asfalto; todo lo realizado tiene como objetivo resolver el deterioro de la carpeta asfáltica al incorporar el plástico triturado, esta técnica puede ser usada en diversas

zonas o regiones y servirá como iniciativa para reducir o implementar diversos sistemas, tecnologías en mitigación ambiental; y así mejorar el desarrollo económica, en la ciudad de Cutervo se concentran diferentes tipos de actividades económicas como el turismo, la agricultura, la ganadería por lo que es una necesidad común mantener en buen estado los caminos y vías de circulación donde el principal beneficiario es la población. En esta investigación, se logró analizar la influencia de plástico PP y HDPE triturado, en las propiedades ya mencionadas del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023. Del mismo modo se determinó la influencia del plástico PP y HDPE triturado, en la estabilidad, durabilidad y permeabilidad del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

**A nivel nacional tenemos:** Según, Navarro, J (2021), su investigación tuvo como **objetivo:** Elaborar un asfalto en caliente incorporando PP y HDPE al pavimento flexible analizando % de vacíos y estabilidad, fue un **estudio** o análisis del tipo cuasi experimental con **estudios** descriptivos con una **población** tecnológica debido a que se plantea en diversos procedimientos y diversas tecnologías, donde la **muestra** de mezclas tiene algunas consideraciones básicas tales como: el uso o lugar donde se va hacer empleado donde fue reemplazado, asimismo el **muestreo** de los materiales de agregado grueso fueron extraídos de la cantera de Raime-Cutervo y el agregado grueso de la cantera del Infiernillo-Cutervo y se realizó las calicatas en el KM 14+000 de tal manera que se determinó la intensidad del tráfico que fue sometido, identificar diversas propiedades fundamentales para diseñar, el tipo de mezcla en consideración en la parte económica, la disponibilidad de agregados de la zona a estudiar, elección de una variedad de ligantes que estén de acorde o moderado, la dosificación de la mezcla y cumplimiento de los parámetros normativos, los agregados usados para la aplicación la carretera Cutervo, tomando como muestra, briquetas para 03 tipos de tránsito en proporción al 1%, 3%, 5% de plástico HDPE. Tal que al realizarse los ensayos en laboratorio concluimos que el porcentaje más optimo es el 1%, y 3% ya que le da mayor durabilidad, estabilidad, permeabilidad, % de vacíos y flujo a la carpeta asfáltica, asimismo con los porcentajes de 2%, 4% y 6% obtuvimos como resultado optimo al 4% lo cual permite a la carpeta asfáltica tener una mayor durabilidad, estabilidad, % de vacíos, flujo, y permeabilidad optima con respecto al peso del asfalto y sus agregados usando el método Marshall, como **conclusión** es aceptado la incorporación de PP y HDPE y con un resultado optimo del 4 % del plástico PP triturado incrementando un porcentaje de vacíos, flujo, estabilidad, permeabilidad y durabilidad, optimo, y con un porcentaje del 1% y 3 % del plástico HDPE incrementa sus propiedades al asfalto pero es factible para un tránsito liviano y pesado<sup>7</sup>.

Según Sánchez (2021), el **objetivo** de esta investigación fue determinar el porcentaje óptimo de plástico para agregar al asfalto como parte del agregado. Se llevo a cabo un **estudio** o análisis experimental en el que la población consistió en mezclas asfálticas para la ciudad de Cutervo. Se tomaron muestras de diversas dosificaciones de plástico y se realizaron pruebas tales como: Ensayos de

humedad, granulometría, límites, Proctor, CBR, perfil estratigráfico de las tres calicatas, Ensayos de análisis granulométrico fina y grueso, Análisis granulométrico del plástico PP Y HDPE, Diseño de mezcla asfáltica Base, Ensayo de peso específico, Porcentaje de vacíos, Resistencia de mezclas bituminosas, Ensayo de permeabilidad, Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio, que consiste en la preparación de los agregados por vía seca, el ensayo Lottman Modificado basado en la normativa AASHTO T283, ficha de resultados de laboratorio ASTM D 6913, ASTM D 4318, ASTM 1557, ASTM 1883, MTC E-204, MTC E-204, ASTM C 136-1996, MTC E-514, MTC E-505, MTC E-504, MTC E-516, MTC E-209. De tal manera que los **resultados** de este estudio demostraron que la mezcla asfáltica convencional debe agregarse con un 4% de plástico PP triturado Y 1%, 5% de plástico HDPE triturado para cumplir con normas MTC E504 y 505. El porcentaje óptimo para mejorar las propiedades mecánicas es del 1% mientras que con 4% y 3% se logra una mayor estabilidad, pero se excede el límite permisible de flujo. El investigador **concluyo** que al aumentar el ligante, se incrementa la fuerza de cohesión hasta llegar a un límite máxima, después del cual la mezcla se vuelve inestable. Esto ocurre en mezclas asfálticas tradicionales. Por otro lado, en mezclas modificadas con la adición de plástico como agregado fino, se observó que, al aumentar ligante, la inestabilidad se presenta con mayor rapidez en comparación con las mezclas asfálticas tradicionales<sup>8</sup>.

Según Luque (2019), el **objetivo** principal de este estudio fue analizar las propiedades y parámetros del concreto asfáltico al incorporar tereftalato de polietileno utilizando el método Marshall. Se trató de un **estudio** experimental que se centró en el comportamiento de todos los parámetros en el concreto asfáltico, tomando como muestra la dosificación de tereftalato de polietileno. La metodología utilizada fue el ensayo de Marshall, y los **resultados** obtenidos demostraron que el tereftalato de polietileno permite mejorar las propiedades del concreto asfáltico sin salir de los parámetros establecidos por el diseño Marshall. Se determinó que el porcentaje óptimo, cumplimiento con los datos Técnicos Generales de la Construcción (EG-2013) del Ministerio de Transportes y comunicaciones, es del 6,70% en referencia a la masa del asfalto. El estudio también señaló que un aumento del polietileno por encima de ese porcentaje resultara en un incremento en la cantidad de vacíos, lo cual es contraproducente. Además, se observó que el

comportamiento de estabilidad y flujo del concreto asfalto no mejoran con porcentaje superiores al óptimo establecido<sup>9</sup>.

**A nivel internacional tenemos:** Según, Salamanca, D.(2018) su investigación tuvo como **objetivo:** comparar las propiedades del asfalto al incorporar caucho en polvo y una mezcla de asfalto con polímeros, fue un análisis del tipo cualitativo-experimental donde la población viene hacer el tramo de prueba: Catapilco la laguna tomando como muestra una longitud de 1500 m divididos entre tramos donde los ensayos que se utilizaron fueron el módulo de rigidez, estabilidad, fluidez, bajo la normativa UNE-EN 12697-26, M.C.-V.8,8.302.40 respectivamente, el autor determina que en Chile produce más de 159 toneladas de desechos en llantas anuales de los cuales solo se utiliza el 5% de ellas, es por ello que la necesidad de reciclar a dar uso o reusar diversos materiales es bueno para el medio ambiente, en estado natural el caucho proviene de los árboles (Hevea Brasilienses) y para ser un caucho sintético sufre un proceso químico conocido como polimerización, en la necesidad de disminuir y reutilizar el caucho de neumáticos el autor determino que la incorporación con caucho es susceptible es óptimo para cualquier circunstancia<sup>1</sup>.

Según Acuña (2018), el objetivo de su investigación fue mejorar las propiedades del asfalto M-1904-16 mediante la modificación con plástico de envases de agroquímicos. Estos envases fueron sometidos a rayos infrarrojos y termogravimetría a altas temperaturas. El estudio se llevó a cabo utilizando un enfoque experimental, y se realizaron los siguientes procedimientos: caracterización del asfalto, caracterización de los envases de agroquímicos tratados y lavados, diseño experimental, considerando temperatura, tiempo y polímeros, y una nueva caracterización de la muestra de asfalto. La población, objetivo fue la ciudad de San Jose, y se tomaron muestras del asfalto M-1904-16, en las cuales se determinaron diversas propiedades. Todos los ensayos realizados se llevaron a cabo en el laboratorio LANAMME, donde se determinaron características como el punto de inflamación, viscosidad cinética, solubilidad, penetración, ductilidad, entre otros. Los resultados indicaron que la incorporación de envases de agroquímicos aumenta la viscosidad del asfalto y una mayor dureza, elasticidad y resistencia al flujo a medida que aumenta la temperatura. Sin embargo, que la ductilidad del material se mantuvo en general. En resumen, se encontraron

mejoras significativas en las propiedades del asfalto debido a la incorporación de los envases de agroquímicos<sup>2</sup>.

Según Cornejo, D. (2018), su proyecto tiene como primer objetivo: incrementar las propiedades en las mezclas asfálticas incorporando plástico triturado del tipo PP y HDPE reducir los desechos en mejora del medio ambiente estas fueron provenientes de chapitas de botellas de agua mineral de pomos de yogurt, de cajas de cerveza, bebidas carbónicas, fue un análisis del tipo exploratorio-descriptivo-correlacional, donde la población es el asfalto en caliente en la ciudad de Quito tomando como muestra el Teretfalato de Polietileno-PP y HDPE con los agregados provenientes de cantera rio Pita para ello uso el ensayo Marshall, este ensayo es para asfaltos calientes, en donde se **evaluó** su flujo-estabilidad-**tracción** directa-**compactación** al realizarlo determino el **óptimo** porcentaje de plástico triturado que corresponde al 7.2%, igualando valores con los ensayos que se hicieron con las muestras al 5.5%, 6%, 6.5%. 7% y 7.5%, cabe resaltar que tamaño en la trituración del asfalto al pasar por el ensayo de granulometría ha llegado hasta 1.18 mm cantidad retenida en el tamiz N°16 este producto fue incorporado como un agregado fino<sup>3</sup>.

**En otros idiomas tenemos:** His article has the objective of evaluating the scope of mitigation of potential environmental impacts due to the use of newly formulated bitumen modifiers, which contain recycled non-recyclable hard plastics, this study is experimental, where the population to be analyzed comes to do the road pavement taking as a sample pavements of the same thickness and pavements with different thicknesses, the analysis of the impacts will be carried out using the LCA methodology according to ISO 14040 and ISO 14044 (ISO, 2006a, 2006b), where it was determined that the use of waste of hard plastics shows a potential mitigation of environmental impacts up to a reduction of 70%<sup>10</sup>.

According to. Giustozzi, F. and Jia, Y. (2021), their article, aims to provide a detailed overview of the plastics recycling industry in Australia and New Zealand to help identify specific sources of plastics by category, volume and flow that they can possibly be used in asphalt for road applications, it was a non-experimental analysis, where the population is recycled with solid waste in Australia, taking plastic collection as a sample, where its classification was used by the mechanical recycling test, In doing so, it was determined that the size reduction of plastics may be

necessary for some recycling facilities due to the size compatibility of certain reprocessing machinery, large plastics are commonly shredded into flakes before being washed or decontaminated<sup>11</sup>.

According to White, G. (2019), his article shows the objective of determining the effect of recycled plastic on the fracture toughness of asphalt, was an experimental type analysis, where the population is asphalt in Australia, taking as a sample incorporation of modified plastic in asphalt, where its classification was used by the Macrebur test, In doing so, it was determined that the recycled plastic modification of the bituminous binder for asphalt production resulted in a significant improvement in asphalt mixtures under fatigue conditions, as well as in an increase in modulus stiffness, as measured by common UK laboratory test methods. United. When the improved properties of asphalt were used in the design of layered elastic pavements, the required pavement thickness was reduced for the same traffic loads, and the expected structural life of the pavement was increased, when the unmodified pavement thickness was retained<sup>12</sup>.

**Definición de la mezcla asfáltica:** Según Navarro (2021), se hace referencia a la mezcla asfáltica, también conocida como aglomerados, la cual se utiliza en diversas obras con el propósito de mejorar y estabilizar diferentes superficies o terrenos. La mezcla asfáltica esta compuesta por agregados pétreos en un 90%, un ligante de hidrocarbonato en un 5%, y polvo mineral-Fuller en un 5%. Estos componentes tienen como objetivo mejorar la rigidez y la estructura del pavimento. En cuanto a las propiedades mecánicas, se hace referencia a las características relacionadas con la resistencia y el comportamiento del material asfáltico.

**Estabilidad:** De acuerdo a Navarrete, G. (2019), la estabilidad viene a ser “la capacidad de un asfalto para oponerse al desplazamiento y deformación de cuanto a las cargas de tránsito. Un pavimento estable esta apto para sostener su forma bajo las cargas repetitivas” (p.88)<sup>14</sup>. La estabilidad va a depender directamente de los agregados y del ligante en concordancias con sus respectivas propiedades.

**Tabla 01:** *Causa y efecto de la inestabilidad en el pavimento*

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Exceso de asfalto en la mezcla.	Ondulaciones, ahuellamiento y exudación.
Exceso de arena de tamaño medio en la mezcla.	Baja resistencia durante la capacitación y posteriormente durante un cierto tiempo, dificultades para la captación.
Agregado redondeado.	Ahuellamiento y canalización.

Fuente: Instituto del asfalto (1982, p. 86)

**Durabilidad:** según Padilla (2004), la durabilidad de un pavimento asfáltico se define como su capacidad para resistir factores como la desintegración del agregado, cambios en las propiedades del asfalto y segregación de las películas de asfalto. Los agregados que presentan características de dureza, firmeza y alta resistencia de cohesión contribuyen a la durabilidad del asfalto. El desgaste principal que afecta la durabilidad es la alta carga vehicular y las condiciones climáticas variables (Padilla, 2004, p.89).<sup>17</sup>

**Tabla 02:** *Causa y efecto de la durabilidad*

<b>causa</b>	<b>Efecto</b>
Bajo contenido de asfalto	Endurecimiento rápido del asfalto y desintegración por pérdida de agregado.
Alto contenido de vacíos debido al diseño o la falta de compactación	Endurecimiento del asfalto seguido por agrietamiento o desintegración.
Agregado susceptible al agua	Películas de asfalto se desprende del agregado dejando un pavimento desgastado o desintegrado.

Fuente: Instituto del asfalto (1982, p. 97)

**Impermeabilidad:** De acuerdo a Padilla, A. (2004), define “es el aguante a la trasmisión del aire, así como del agua hacia su interior o a través de él” [16], la impermeabilidad va depender del tamaño de vacíos y su cantidad en referencia al área o superficie de la mezcla asfáltica. (p. 89).<sup>18</sup>

**Tabla 03:** Causa y efecto de la impermeabilidad

Causa	Efecto
Bajo contenido de asfalto.	Las películas delgadas de asfalto causaran tempranamente un envejecimiento y una desintegración de la mezcla.
Alto contenido de vacíos en la mezcla de diseño.	El agua y el aire pueden entrar fácilmente en el pavimento, causando oxidación y desintegración de la mezcla.
Compactación inadecuada.	Resultará en vacíos altos en los pavimentos, lo cual conducirá a infiltración de agua y baja estabilidad.

Fuente: Instituto del asfalto (1982, p. 96)

**Método Marshall:** El Método Marshall se utiliza para el diseño de mezclas asfálticas en caliente. Según Padilla (2004), este método fue desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial y posteriormente se adoptó para su implementación en carreteras. El Método Marshall se basa en pruebas fundamentales de estabilidad y porcentaje de vacíos (Padilla, 2004, p. 75).<sup>19</sup>

Definición de plástico reciclado (PP Y HDPE)

**Plástico reciclado:** El plástico reciclado y la reutilización se implementó por primera vez en el 1941, su uso ha ido variando al pasar el tiempo, lo usaron como textil, como envases rígidos y ligeros, como empaques, entre otros, según Quispe, E. (2019) “Se precisa básicamente en acopiar, lavar, seleccionar la muestra del modelo para derretirlos adicionándoles calor para implementarlo como materia prima, alternativa o sustituta para formar moldes de los productos que se necesiten” [18].

El PP Y HDPE y su situación en el Perú.

**Generación de residuos sólidos en el Perú** La generación per cápita (GPC) promedio de residuos sólidos peruanos, Según los municipios y la información pública, en 2013, era tan 0,56 kg/persona/día. Fue el promedio regional GIC 2013 más alto de la región Ucayali 0.660 kg/persona/día. El índice GIC más bajo fue en la región Moquegua en 2013. 0,391 kg/persona/día. (Ministerio de Medio Ambiente, 2014).

Según el Ministerio del Medio Ambiente (2016), los resultados de la gestión integral

por parte del ministerio los residuos sólidos generados en el Perú el año 2014 revelan que se generaron o se obtuvieron la cantidad de 7.5 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, de los cuales menos del 50% fueron adecuadamente dispuestos en rellenos sanitarios. Estos resultados demuestran que, aunque se han logrado avances y mejoras en la gestión insuficiente de residuos sólidos que existía en décadas anteriores en nuestro país, los problemas de residuos sólidos o de contaminación ambiental y de salud pública relacionados con estos residuos aún persisten en nuestro territorio nacional. A nivel regional, la financiación destinada al manejo de residuos sólidos en el período de 2006 a 2014 ascendió a S/ 1560`268,925.27 para ser utilizados en la construcción de infraestructura y la asignación para realizar los servicios de limpieza pública a nivel nacional. Sin embargo, solo el 42.76% de los montos o importes aprobados por el estado y registrados en la banca de proyectos de financiación pública se destinaron para el sector de la construcción de infraestructuras, tales como rellenos sanitarios, plantas de reciclaje y estaciones de transferencia (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

Según Masilla y Ruiz (2009), la composición de un kilogramo de resinas PP y HDPE en el Perú está compuesta por un 64% de hidrocarburo, un 23% son derivados líquidos provenientes del gas natural y un 13% de otros componentes. Estas resinas, que se utilizan ampliamente en la producción de envases para bebidas, representan aproximadamente el 65% de todos los envases. Dado el escaso crecimiento de la producción petroquímica regional, se importa tanto PP como HDPE, lo que impacta significativamente en las industriales. La producción de bebidas gaseosas depende en gran medida de las fluctuaciones en el precio internacional de estas resinas. En el año 2007, el costo promedio de compra de las resinas PP y HDPE alcanzó los US\$1,471 por tonelada métrica. Los principales países de donde se extraen estas resinas para la fabricación de envases o recipientes vienen ser los Estados Unidos con un porcentaje del 43% y Taiwán tiene un porcentaje del 41%. Otros países proveedores incluyen Hong Kon, China, Corea, y Colombia (Masilla y Ruiz, 2009, p. 98)<sup>20</sup>

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

Según, Padilla (2019), “El presente proyecto se clasifica en una investigación tecnológica, debido a que se plantea el procedimiento para el diseño de una mezcla asfáltica utilizando partículas de Plásticos recicladas.”<sup>21</sup> (p.64)

##### **Mejoramiento de la carpeta asfáltica (plástico PP y HDPE triturado)**

Este trabajo es del tipo aplicada y se caracteriza por una comprensión de los problemas y cuestiones del mundo real; y hacer recomendaciones al respecto.

En este sentido, se analizará el efecto de la adición del plástico PP y HDPE triturado a la mezcla asfáltica, y se examinará su aplicación en pavimentos, en base al conocimiento previo del diseño de la mezcla. La mezcla asfáltica con la adición de un porcentaje de resinas de plástico PP y HDPE triturado, gracias a los resultados de laboratorio, se podrá comprobar la influencia en cuanto a estabilidad, durabilidad y permeabilidad.

##### **3.1.2 Diseño de investigación:**

Según, Quiñones (2019) “Definen los objetivos de investigación como un aspecto a tener en cuenta en el planteamiento del problema, así como las preguntas de investigación. El objetivo de la investigación es esbozar lo que se pretende y se desea lograr a través de la investigación”<sup>22</sup> (p.65)

De tal manera, la investigación es experimental, porque tiene 3 objetivos donde se pondrá a prueba la hipótesis (manipulando las variables): con el plástico de polipropileno PP en los porcentajes de 2, 4 y 6% y con el plástico de polietileno de alta densidad HDPE con los porcentajes del 1, 3 y 5%. En ausencia de una distribución aleatoria, para lo cual nos enfrentaremos a la tarea de detectar la variable independiente (plástico PP y HDPE triturado mediante el proceso scrap) y dividir el efecto en todas las propiedades a analizar y en sus respectivos componentes restantes. Afecta a la variable dependiente (propiedades de la mezcla asfáltica); se diferencia de las pruebas reales al retrasar la confiabilidad al comienzo de los grupos.

### **Mejoramiento de la carpeta asfáltica (plástico PP y HDPE triturado)**

Por tanto, el estudio es experimental (cuasiexperimental), en el que se utilizará la proporción de plástico PP triturado-scrap con los porcentajes del 2, 4 y 6%; y para el plástico HDPE triturado-scrap con los porcentajes del 1, 3 y 5% para el diseño de la mezcla, para analizar su efecto sobre las propiedades de la mezcla asfáltica; Además, clasificándola como cuasiexperimental por diferentes autores (tesis: Navarro, 4, 6 y 8% y Cornejo, 5.5, 6, 6.5 y 7%) realizados con incorporación de plástico reciclados, triturado en la subrasantes de pavimentos asfálticos lo cual determinaron el diseño de la mezcla para el estudio actual.

### **3.2. Variable y Operacionalización.**

**Variable Independiente 1:** Plástico polipropileno PP triturado-scrap

**Indicadores:** 2%, 4%, 6% plástico PP triturado, respecto al peso de las briquetas del asfalto o volumen de la mezcla asfáltica lo cual se adicionará.

**Escala de medición:** Razón

#### **Definición conceptual**

En cuanto a Luque (2019) este plástico se obtiene mediante un reciclado lo cual Se denomina “polímero totalmente reutilizable debido a las propiedades y características que exhibe, como su resistencia a la tensión y abrasión permanentes, su estabilidad, durabilidad e impermeabilidad de la subrasante” (p.75).<sup>23</sup>

#### **Definición operacional**

el plástico triturado PP reemplazará en forma proporcional al cemento en las dosificaciones del 2,4 y 6% respecto al peso de briquetas de asfalto, empleándose para ello 03 combinaciones de muestras siguientes: Mb, Mb+2%, Mb+4% y Mb+6%; con la finalidad en mejorar las propiedades en los pavimentos flexibles, y así determinar el diseño óptimo.

**Variable Independiente 2:** Plástico HDPE triturado

**Indicadores:** 1%, 3%, 5% plástico HDPE triturado, respecto al peso de las briquetas del asfalto o volumen de la mezcla asfáltica lo cual se adicionará.

**Escala de medición:** Razón.

**Definición conceptual:** Según. Giustozzi, Padilla. (2021) “Este plástico se obtienen mediante reciclaje de plásticos en Australia y Nueva Zelanda para ayudar a identificar fuentes específicas de plásticos por categoría, volumen y flujo que se puedan usar en el asfalto para aplicaciones en pavimentos flexibles. Esta es la capacidad de incorporar plásticos HDPE triturado, que son una molestia ambiental; en el asfalto, lo que lo convierte en un producto útil que mejora las propiedades del pavimento. ” (p.83). <sup>24</sup>

### **Definición operacional**

El plástico triturado HDPE reemplazará en forma proporcional al cemento en las dosificaciones del 1, 3 y 5% respecto al peso de las briquetas de asfalto, empleándose para ello 03 combinaciones de muestra siguientes: Mb, Mb+1%, Mb+3% y Mb+5%; con la intención de mejorar las propiedades en los pavimentos flexibles., y así determinar el diseño óptimo.

### **Variable Dependiente: Propiedades del asfalto**

#### **Definición conceptual**

Según, Navarro, J. (2021) “menciona que la mezcla asfáltica también es conocido como aglomerados es usado en diversas obras con fines de mejorar, estabilizar diversos superficies o terrenos, la mezcla asfáltica está compuesta por agregados pétreos en un 90%, un ligante de hidrocarbonato en un 5% y de polvo mineral–filler en un 5% estas tienden a mejorar la rigidez y estructura del pavimento flexible. Estos son los parámetros que ayudan a determinar el comportamiento estructural del pavimento bajo diferentes condiciones de carga, temperatura y entre factores externos. ”(p. 87) <sup>24</sup>

#### **Definición operacional**

La mezcla asfáltica se combina con plásticos PP y HDPE reciclados, mejorando de forma independiente las propiedades mecánicas y volumétricas de la mezcla asfáltica. En este proyecto, en cuanto a esta prueba Marshall es realizada en asfalto común, posteriormente se preparar 3 muestras para cada resistencia, es decir, 12 discos para una relación de asfalto óptima y 7 diseños. Prefabricados con tereftalato

de PP (Mb, 1%, 3% y 5%) y del HDPE (Mb, 1%, 3% y 5%), de las cuales se obtendrán un total de 28 briquetas, por estas características: aumentar la estabilidad, incrementar la durabilidad, e incrementar la permeabilidad del pavimento flexible, fluencia y relación de vacíos de la mezcla asfáltica se evaluará mediante pruebas de laboratorio. Bajo la NTP Y MARSHALL.

### **3.3. Población, Muestra, Muestreo Y unidad de análisis**

**3.3.1 Población:** Según, Navarro (2018) la población, es una colección de miembros que contienen ciertas características, la población puede ser un conjunto finito o infinito la cual se le llamará una población objetiva en esta población se caracterizará por tener rasgos o propiedades comunes de las cuales se podrá determinar las conclusiones de una investigación (p. 34) <sup>18</sup>

En este sentido, la población objetiva de esta investigación viene hacer las briquetas realizadas en el laboratorio completamente identificadas por porcentaje de adición del plástico PP y HDPE siendo sus dimensiones estándar de 4" (101.6 mm) x 2 ½" (6.35 mm) y cilíndricas.

Cabe señalar que el tipo de vía es de alto transito o clase A. La población estará formada por todas las briquetas en las cuales se determinará su estabilidad, durabilidad y permeabilidad, para la determinación y definición del tipo de suelo se realizará 3 calicatas y se determinará los resultantes de los ensayos de CBR, capacidad portante, humedad.

**3.3.2 Muestra:** según Hernández (2010). "La muestra es una esencia, un sub grupo de la población. Entendido como un subconjunto de elementos que corresponden a ese conjunto definido en sus características al que se denomina población"<sup>17</sup> (p.175). de tal manera que, en este análisis e investigación, se realizará una muestra base Mb de la cual será punto de inicio, luego se procederá a calcular los pesos por cada porcentaje a emplear en cada diseño en cumplimiento con las normativas y procedimientos establecidos por el método Marshall.

Los porcentajes para cada dosificación son del 2, 4 y 6% para el plástico reciclado del tipo PP compuesto por polipropileno; en el caso del HDPE polietileno de alta densidad la dosificación será del 1, 3 y 5% respecto al peso de cada briqueta, en consecuencia se tendrá 28 muestras o briquetas para la determinación de los

cambios físicos y mecánicos en la carpeta asfáltica.

**Tabla 04:** *Numero de briquetas según cada ensayo y porcentaje*

Plástico de Polipropileno - PP

ENSAYO DE ESTABILIDAD		
PLÁSTICO PP AL		
2%	4%	6%
4.00	4.00	4.00

ENSAYO DE PERMEABILIDAD		
PLÁSTICO PP AL		
2%	4%	6%
1.00	1.00	1.00

ENSAYO DE FLUJO		
PLÁSTICO PP AL		
2%	4%	6%
4.00	4.00	4.00

Plástico de polietileno de alta densidad - HDPE

ENSAYO DE ESTABILIDAD		
PLÁSTICO HDPE AL		
1%	3%	5%
4.00	4.00	4.00

ENSAYO DE PERMEABILIDAD		
PLÁSTICO HDPE AL		
1%	3%	5%
1.00	1.00	1.00

ENSAYO DE FLUJO		
PLÁSTICO HDPE AL		
1%	3%	5%
4.00	4.00	4.00

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3 Muestreo

Según, Quiñones (2019) El muestreo es no probabilístico por conveniencia de la investigación, donde se elige el material que está al alcance de nuestra investigación, (p. 86)<sup>24</sup>

El tipo de muestreo alude a la técnica de selección por característica de cada briqueta, esto indica que el muestreo sin duda no es probabilístico, esto quiere decir que no hay necesidad de emplear las estadísticas, por el contrario se usaran instrumentos que determinen datos numéricos los cuales conllevaran a la realización de tablas y gráficos para así poder interpretar los cambios efectuados en las diversas propiedades de la carpeta asfáltica al incorporar el plástico reciclado del tipo PP y HDPE y esto determinara el desarrollo de la actual investigación.

### **3.3.4 unidad de análisis**

Vienen hacer todos los ensayos realizados en las briquetas que tienen una misma característica o composición de nuestra población, para nuestro análisis e investigación lo conforma los Ensayos de estabilidad (KI ó Lb), Ensayos durabilidad (T), Ensayos de impermeabilidad (T), donde se han adicionado el plástico PP y HDPE triturado en porcentajes de 2%, 4%, 6%, 1%, 3% y 5% respectivamente.

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

### **Técnica de recolección de datos**

Según, Acuña (2018) “En general elegir plásticos agroquímicos, lo cual estos a veces fueron sometidos a rayos infrarrojos a termogravimetría y así determinar si tiene gases químicos y determinar su comportamiento en altas temperaturas,” (p.88).<sup>25</sup>

Mejoramiento de asfalto, para ello se realizara de una manera del tipo experimental los siguientes procedimientos características del asfalto, características del de envases agroquímicos triturados y lavados, diseño experimental (cuasi experimental) con la temperatura, tiempo y polímeros, nueva caracterización de la muestra de asfalto, donde la población es la ciudad de Cutervo tomando como muestra el asfalto M-1904-16 donde en el cual se determinara sus diversas propiedades, todo estos ensayos se realizaran en el laboratorio LANAMME en el cual se determinaran su punto de estabilidad, durabilidad, e impermeabilidad, en donde se determinara que la incorporación de envases de agroquímicos aumenta la estabilidad, durabilidad e impermeabilidad en general presenta mejoras significativas en las propiedades del asfalto.<sup>25</sup>

Por la determinación y recolección de datos se empleará observación y así llegar a probables soluciones a los problemas identificados, en tanto para demostrar las hipótesis identificadas. Por otro lado, las fuentes de información o ensayos ya conocidos nos llevarán a aplicar nuestras teorías bases para analizar cada variable que han sido implementadas en el transcurso del tiempo y así han adquirido finalmente la técnica cuasi-empírica. Utilice también las normas emitidas en el Departamento de Transporte.

### **Instrumentos de recolección de datos**

“Una medición adecuada es aquella que registra los datos observados que realmente representan a la teoría, así como la medición o toma de datos debe cumplir la confiabilidad y validez” <sup>26</sup>.

De esta forma se realizan las pruebas para la investigación antes mencionada para obtener los resultados mencionados de la siguiente manera:

- Fichas de laboratorio (Ver anexo)
- Ensayos

**Tabla 05:** *Ensayos de laboratorio*

<b>Ensayos</b>	<b>Instrumento</b>
Ensayos de humedad, granulometría, límites, proctor, CBR, perfil estratigráfico de las tres calicatas	ficha de resultados de laboratorio ASTSM D 6913, ASTMD 4318, ASTM 1557, ASTM 1883
Ensayos de análisis granulométrico fina	MTC E 204
Ensayo de análisis granulométrico grueso	MTC E 204
Análisis granulométrico del plástico PP Y HDPE	ASTM C 136-1996
Diseño de mezcla asfáltica Base	
Ensayo de peso específico	MTC E 514
Porcentaje de vacíos	MTC E 505
Resistencia de mezclas bituminosas	MTC E 504
Ensayo de permeabilidad	MTC E 516
Ensayo de durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio	MTC E 209

Fuente: Elaboración propia

## **Confiabilidad**

Según, Sánchez, H. (2021) La confiabilidad se determina por la precisión y solidez de la medición de los ensayos realizados, de tal manera que puede dar un cálculo exacto de la confianza, se pueden obtener estimaciones de la confiabilidad mediante una variedad de medidas. La confiabilidad es fundamentada en la aplicación repetida o consistente de un elemento de investigación que, cuando se estudia de manera consistente, conducirá a resultados iguales, creando confianza en la seguridad de las herramientas empleadas durante la elaboración y medición de los ensayos que se realizaron durante la prueba. A cambio, se emitirá un certificado de calibración de los dispositivos utilizados para los ensayos. (p. 118)<sup>27</sup>

De tal manera que la confiabilidad apoyada en los laboratorios mecánicos de suelos de Cutervo.

## **Validez**

Según, Luque, A (2019) La validez se determina mediante una interpretación precisa de los datos obtenidos del dispositivo de medición en la elaboración de los ensayos los cuales vienen hacer los resultados de los análisis. Por lo tanto, las herramientas utilizadas deben ser aprobadas por expertos o profesionales dedicados al rubro de la investigación en el campo de las carreteras, quienes verificarán y aceptarán el contenido de esta encuesta. (p. 125).<sup>28</sup>

Las herramientas que se utilizarán estarán validadas por las normas MTC, AAHSTO y ASTM utilizadas y asignadas en cada modelo de ensayo para tener un resultado óptimo.

### **3.5. Procedimientos**

Se llevará a cabo la realización de 3 calicatas y así la determinación del tipo de suelo, se determinara el tipo de vía o clase de vía para la designación de parámetros que deben cumplir respecto a la norma, se procederá a realizar un diseño base Mb el cual nos servirá para la comparación y determinación del cambios físicos, mecánicos e químicos si se llegara a necesitar para la determinación de la variación de las propiedades de la carpeta asfáltica tales como la estabilidad, durabilidad y permeabilidad al ser afectadas en los porcentajes de 2, 4 y 6% en el caso del

plástico reciclado PP y los porcentajes de 1, 3 y 5% en el caso del HDPE y así llevar a la selección del mejor diseño que estarán en cumplimiento con los parámetros establecidos por el ministerio de transporte y comunicación.

### **3.6. Método de Análisis de datos**

Según, Cornejo (2018) El método viene hacer el procedimiento que se realiza al analizar todos los datos recopilados durante el proceso de investigación, análisis y ensayos para así llegar al propósito de la indagación, que permitirá una respuesta o conclusión a nuestras hipótesis. Con el método más adecuado para un análisis de datos se obtendrá una respuesta factible a la solución del problema de esta investigación, a través de una observación directa a los resultados, así como a la recopilación u obtención de datos obtenidos al elaborar los ensayos, nos ayuda a contemplar las diversas variaciones de cada ensayo o pruebas ejecutadas en el laboratorio y las observaciones oportunas, necesarias para nuestros productos, y presentarlas con una hipótesis. (p. 108).<sup>29</sup>

Los datos obtenidos o recopilados tras la realización de los ensayos y experimentos son recogidos mediante la observación directa, lo cual se depositara en las diversas tablas de recopilación de datos para que esta información sirva de base para comparar el comportamiento de los diversos diseños empleados en la incorporación del PP y HDPE la cual nos servirá en la verificación de los objetivos y supuestos de la investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

El actual proyecto para su progreso y una buena realización del este estudio o investigación que se está realizando se utilizarán las disposiciones generales de los códigos de diseño y normas de especificación de materiales respetando los parámetros de las normas ya establecidas, en especial las mencionadas por el MTC en la Guía de Ensayo de Materiales, además de utilizar las buenas prácticas y demás disposiciones contenidas en las normas nacionales o internacionales aplicables en la materia. El estudio. De igual forma, se utilizaron diversas referencias como soporte teórico del estudio, se respetaron los derechos de autor correspondientes, y su citación se obtuvo a través de la norma ISO-690-2010 y verificada en la plataforma web turnitin.

#### IV. RESULTADOS

##### Nombre de la tesis:

Influencia del plástico PP y HDPE triturado en las propiedades del asfalto en la Av. San Juan, Cutervo, Cajamarca, 2023

##### Ubicación:

Departamento : Cajamarca

Provincia : Cutervo

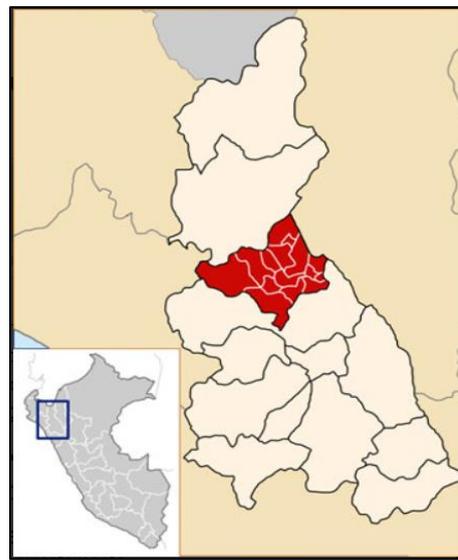
Distrito : Cutervo

Ubicación : Av. San Juan, Cutervo



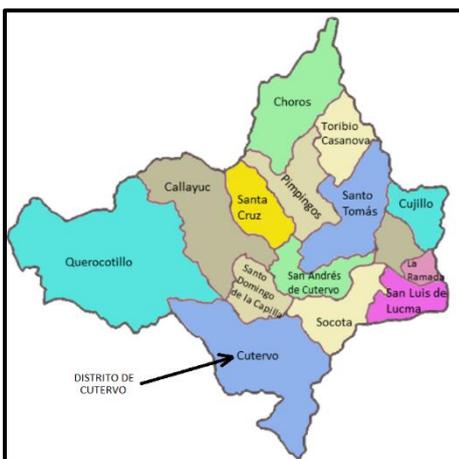
**Figura N°01:** Mapa del Perú

Fuente: Google Maps



**Figura N°02:** Mapa de Cajamarca

Fuente: Google Maps



**Figura N°03:** Distrito de Cutervo

Fuente: Google Maps



**Figura N°04:** Av. San Juan

Fuente: Google Earth

Los ensayos realizados en el laboratorio LEM-ENGIL SRL, el cual se encuentra ubicado en el departamento de Lima, en el distrito de San Juan de Lurigancho y en el Jr. Los Ingenieros Mz. F6 Lote 19, fueron elaborados con equipos calibrados, en buen estado de conservación y así se obtuvo los resultados en la incorporación de PP y HDPE en la carpeta asfáltica para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del mismo, tales como la estabilidad, durabilidad y permeabilidad.

Todo los ensayos realizados fueron por el método de prueba estándar para estabilidad Marshall (ASTM D6927-2015), los agregados empleados para este ensayo fueron obtenidos con canteras cercanas a la zona de estudio; para la piedra chancada de ½" se extrajo de la cantera Rayme, para la arena gruesa se extrajo de la cantera Inferniyo, el plástico PP y HDPE se obtuvo del reciclaje realizado en la zona (chapas de plástico - PP y cajas de cerveza – HDPE), el cemento asfáltico empleado fue con un PEN 85-100.

Para poder iniciar nuestros laboratorios realizamos 3 calicatas las cuales fueron de una profundidad de 1.50 y tuvieron como dimensión de 1.00x1.20m las cuales fueron realizadas en las progresivas 14+000 km, 14+500km y 15+000km.



**Figura N°05:** Primera calicata  
Fuente: Construcción Propia



**Figura N°06:** Segunda Calicata  
Fuente: Construcción Propia



**Figura N°07:** Tercera Calicata  
Fuente: Construcción Propia

Se procedió a realizar la estratigrafía del terreno, los ensayos de granulometría, seguido del contenido de humedad, la determinación de los límites de atterberg, clasificación de suelos mediante los métodos SUCS y AASHTO, Proctor modificado y el CBR siendo los resultados lo siguiente:



**Figura N°08:** Perfil estratigráfico - Resumen

Fuente: Laboratorio Adricorp SAC

**Tabla 06:** Granulometría.

**RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO**

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	UBICACIÓN	GRANULOMETRÍA	
				% QUE PASA	
				Nº 4	Nº 200
C-1	M-1	1.50	Coord.: E740197.23 - N9292761.40 - Alt.2585 msnm	99.90	96.10
C-2	M-1	1.50	Coord.: E740640.06 - N9292802.24 - Alt.2596 msnm	96.20	91.70
C-3	M-1	1.50	Coord.: E741092.46 - N9293007.63 - Alt.2591 msnm	96.60	88.70

Fuente: Construcción Propia

**Tabla 07: Clasificación.**

**RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO**

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	UBICACIÓN	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
C-1	M-1	1.50	Coord.: E740197.23 - N9292761.40 - Alt.2585 msnm	ML	A-4
C-2	M-1	1.50	Coord.: E740640.06 - N9292802.24 - Alt.2596 msnm	ML	A-7-6
C-3	M-1	1.50	Coord.: E741092.46 - N9293007.63 - Alt.2591 msnm	ML	A-7-6

Fuente: Construcción Propia

**Interpretación.** – De acuerdo a SUCS el suelo es del tipo limo de baja plasticidad – ML; de acuerdo a AASHTO se clasifica como un suelo arcilloso de alta compresión y cambio de volumen.

**Tabla 08: CBR**

**RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO**

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	UBICACIÓN	CBR	
				95	100
				%	%
C-1	M-1	1.50	Coord.: E740197.23 - N9292761.40 - Alt.2585 msnm	5.80	22.80
C-2	M-1	1.50	Coord.: E740640.06 - N9292802.24 - Alt.2596 msnm	6.00	23.00
C-3	M-1	1.50	Coord.: E741092.46 - N9293007.63 - Alt.2591 msnm	5.70	22.90

Fuente: Construcción Propia

**Interpretación.** – Para poder determinar y diseñar nuestra carpeta asfáltica tenemos que determinar nuestro CBR promedio siendo el resultado de 5.83.

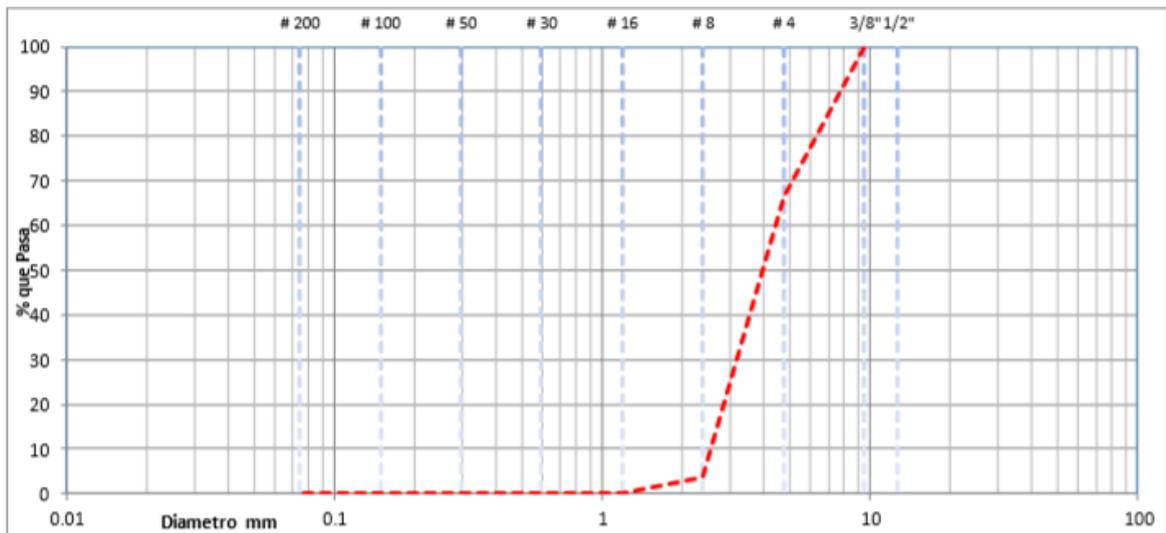
Para la determinación de resultados, primero se tuvo que evaluar la composición físico y químico de todos los agregados pétreos que conforman la carpeta asfáltica y la adición del plástico PP y HDPE.

## Análisis granulométrico del plástico PP – ASTM C 136-1996



**Figura N°09:** Tamizado

Fuente: Construcción propia



**Figura N°10:** Granulometría del Plástico PP

Fuente: Laboratorio LEM-ENGIL SRL

**Interpretación.** – Se puede observar que el 33.4% es retenido por la malla N°04 de 4.76mm, el 63.9% es retenido por la malla N°08 de 2.38mm y el 3.8% es retenido por la malla N°16 de 1.19mm.

### Propiedades del Polipropileno PP

Propiedades Físicas	Valor	Unidad	Comentario
Gravedad específica	0.91	g / cm <sup>3</sup>	ASTM D792
Absorción de Agua	<= 0.010	%	Sumergido, 24hr; ASTM D570
	<= 0.010	%	Saturación en Agua (23°C), ASTM D570

Propiedades Mecánicas (23°C)	Valor	Unidad	Comentario
Dureza	78	Shore D	ASTM D2240
Esfuerzo de tracción	33	MPa	ASTM D638
Esfuerzo de tracción(65°C)	2.76	MPa	ASTM D638
Módulo de tracción	1.31	GPa	ASTM D638
Alargamiento de rotura	400	%	ASTM D638
Esfuerzo de flexión	33.1	MPa	ASTM D790
Módulo de flexión	1.34	GPa	ASTM D790
Esfuerzo de compresión	34.5	MPa	10 % de Deformación, ASTM D695
Módulo de compresión	1.38	GPa	ASTM D695
Ensayo de impacto Izod con entalle	0.641	J/cm	ASTM D256 Tipo A
Coefficiente de fricción dinámica	0.25		Seco vs. Acero; QTM55007
Maquinabilidad	3		Rango 1-10, 1 fácil de maquinar

**Figura N°11:** Propiedades del Polipropileno PP

Fuente: Corporación Emacin

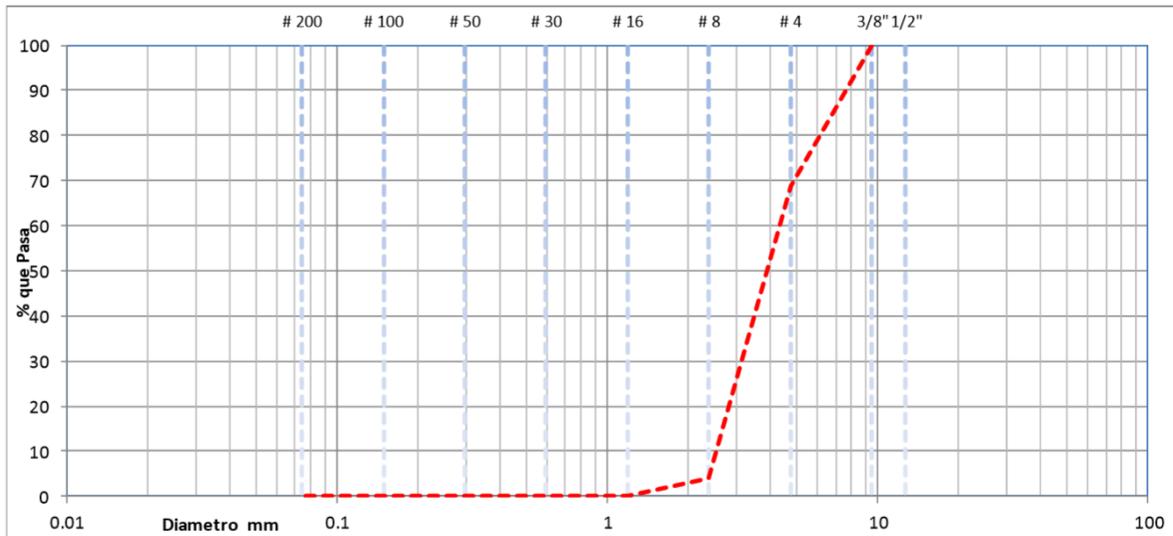
### Análisis granulométrico del plástico HDPE – ASTM C 136-1996



**Figura N°12:** Tamizado

Fuente: Construcción propia

## Granulometría del Plástico HDPE



**Figura N°13:** Granulometría del Plástico HDPE

Fuente: Laboratorio LEM-ENGIL SRL

**Interpretación.** – Se puede observar que el 31.1% es retenido por la malla N°04 de 4.76mm, el 64.9% es retenido por la malla N°08 de 2.38mm y el 3.8% es retenido por la malla N°16 de 1.19mm.

### Propiedades ASTM e ISO

Físicas	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Gravedad Específica		0.96	ASTM D792
Flujo de Masa (fundida)			ASTMD1238
	190°C/2.16 Kg	0.8 g/10 min	
	190°C/21.6 Kg	57 g/10 min	
Resistencia al agrietamiento por tensión ambiental			ASTM D 1693
	122 °F, 100% Igepal, F50	20 hr	
Mecánicas	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Resistencia a la tracción		4600 psi	ASTM D638
Resistencia a la rotura		3500 psi	ASTM D638
Rendimiento de alargamiento a la tracción		7 %	ASTM D638
Rotura de alargamiento por tracción		1000 %	ASTM D638
Módulo de flexión -2% secante		188000 psi	ASTM d790b
Impact	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Resistencia a la tracción		40 ft-lb/in <sup>2</sup>	ASTM D1822
Dureza	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Durómetro Dureza		66	ASTM D2240
Térmica	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Temperatura de deflexión bajo carga		169 °F	ASTMD648
Tempratura de fragilidad		< -105 °F	ASTM D746
Temperatura de reblandecimiento Vicat		268 °F	ASTMD1525
Térmica	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Temperatura de Fusión		271 °F	Interno
Temperatura Pico de Cristalización		248 °F	Interno

**Figura N°14:** Propiedades del Plastico HDPE

Fuente: Corporación Emacin

Para la determinación y cumplimiento de los agregados con el **MAC 2** se procedió a realizar los trabajos del tamizaje de acuerdo al **MTC E 204**

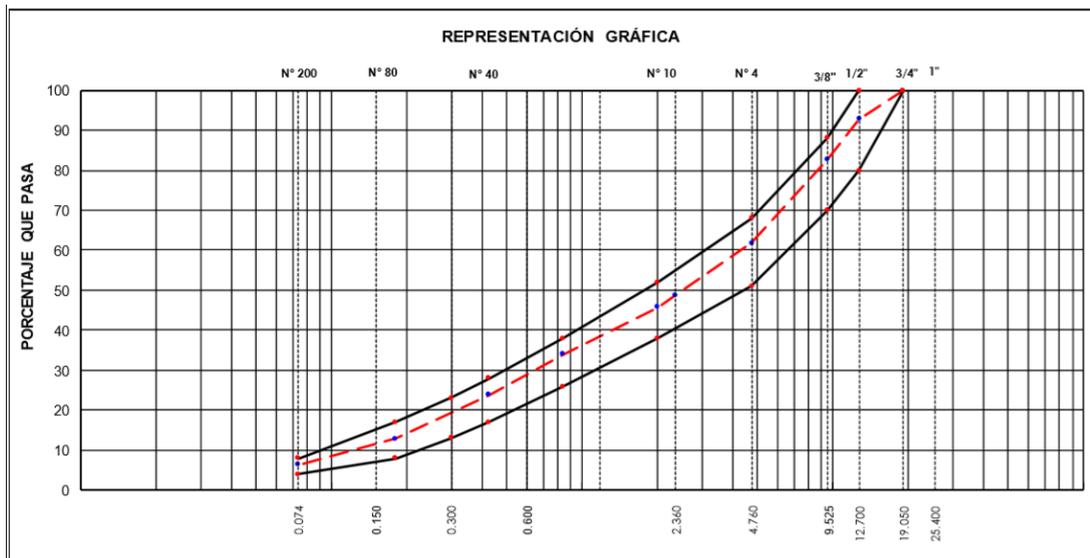


**Figura N°15:** Cuarteo de la arena  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°16:** Cuarteo de la piedra  
Fuente: Construcción propia

### Análisis granulometría del agregado fino y grueso para MAC 2

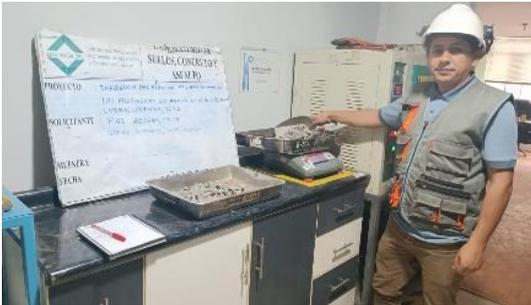


**Figura N°17:** Análisis granulometría del agregado fino y grueso para MAC 2  
Fuente: Laboratorio LEM-ENGIL SRL

**Interpretación.** – Se puede observar que el tamaño máximo nominal es de 1/2" y el diseño proporcional es de 29.6% para la grava o piedra chancada y el 70.4% es de arena gruesa.

Una vez determinado que los agregados cumplen con el **MAC 2** se procedió a realizar en diseño de mezcla marshall y así contar con un diseño base, en la cual nos servirá para poder determinar la cantidad de cada agregado a emplear.

Para el diseño base se va trabajo con los contenidos de asfalto del 4.5% hasta 6.5% en ese rango en la cual se determinó los valores de la gravedad específica, la prueba de absorción, la prueba de estabilidad por el método Marshall, prueba de flujo por el método Marshall y el análisis de vacíos.



**Figura N°18:** Peso de la Piedra  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°19:** Peso de la Arena  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°20:** Puesto al horno - arena  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°21:** Puesta al horno - piedra  
Fuente: Construcción propia

Se puede determinar el contenido de humedad y pesos específicos de los agregados tanto de la piedra chancada y de la arena gruesa.



**Figura N°22:** Calentando agregados  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°23:** Peso de la Mezcla  
Fuente: Construcción propia

Continuando con el proceso se calienta todas las diversas proporciones de los agregados en el horno hasta una temperatura de 110°C., luego de ser pesado se incrementa el cemento asfáltico con un PEN 85-100 para ser batidos en la cocina, para ser dispuesto en el recipiente Marshall y golpeados por 75 golpes en cada cara.



**Figura N°24:** Compactación 75 golpes  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°25:** Extracción de briquetta  
Fuente: Construcción propia

Una vez que se obtuvo las briquetas con los diversos porcentajes del contenido de asfalto se determinó la gravedad específica de la briquetta, para eso se realizó la prueba de absorción mediante superficies saturadas de especímenes secos de acuerdo al **ASTM D2726**.



**Figura N°26:** Dimensionamiento  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°27:** Peso seco  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°28:** Peso saturado  
Fuente: Construcción propia



**Figura N°29:** Peso sumergido  
Fuente: Construcción propia

Una vez que se obtuvo todos los valores de todas las briquetas se procedió a realizar los baños maría hasta una temperatura de 60°C, posteriormente se procedió a colocar al aparato Marshall y así se determino la estabilidad y el flujo.



**Figura N°30:** Estabilidad Marshall

Fuente: Construcción propia



**Figura N°31:** Flujo Marshall

Fuente: Construcción propia



**Figura N°32:** Rotura

Fuente: Construcción propia



**Figura N°33:** Deformación

Fuente: Construcción propia

Teniendo los resultados se realizó la siguiente tabla resumen con los valores generados en los diversos porcentajes del contenido de asfalto, al igual que se realizó las gráficas y se obtuvo el óptimo diseño en cumplimiento con los parámetros para un diseño de mezclas asfálticas bituminosas.

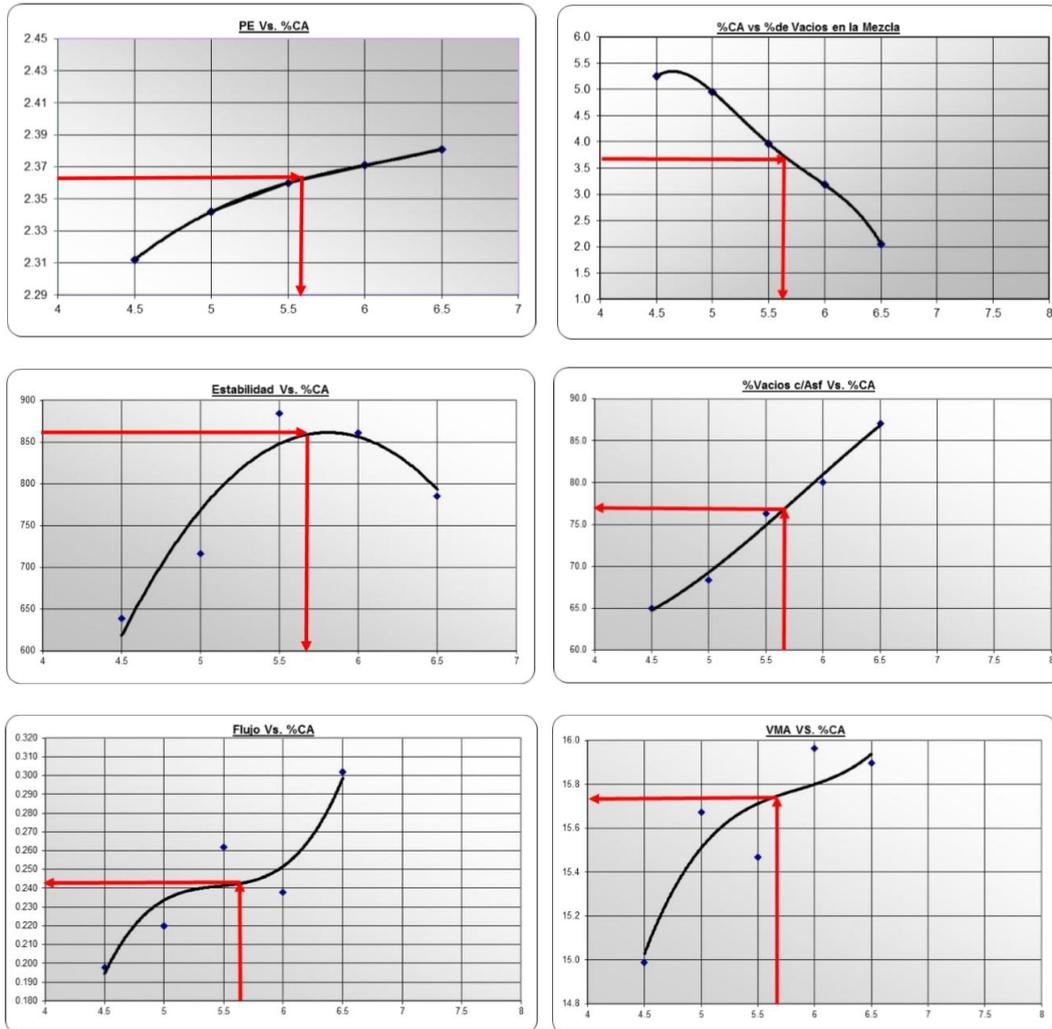
**Tabla 09:** Diseño de mezcla asfáltica base

DATOS PARA LAS GRÁFICAS DE MARSHALL						
Contenido de asfalto	PE Bulk	% de vacíos			Estabilidad promedio (kg)	Flujo promedio (cm)
		Mezcla	Agregado	C/asfalto		
		(%)	(%)	(%)		
4.5	2.314	5.263	14.878	64.998	643	0.193
5.0	2.347	4.973	15.697	68.455	720	0.221
5.5	2.363	3.983	15.489	76.576	878	0.264
6.0	2.370	3.201	15.943	80.156	868	0.235
6.5	2.384	2.067	19.914	86.873	790	0.303

Fuente: Construcción Propia

**Interpretación.** – Para el diseño óptimo base se trabajó con 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% del contenido de asfalto, obteniendo los valores de la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos y PE Bulk; así realizar nuestra gráfica y diseño óptimo.

Determinación del contenido óptimo de la mezcla asfáltica base - diagramas



**Figura N°34:** Análisis granulometría del agregado fino y grueso para MAC2

Fuente: Construcción Propia

**Interpretación.** – Para el cumplimiento de los criterios de diseño de mezclas Marshall; se determinó que la Av. San Juan es una avenida de alto tráfico, en consecuencia, el porcentaje de vacío para el diseño es de 3.4% obteniendo un contenido de asfalto de 5.4%, con este dato se determina que el PE es de 2.353; estabilidad de 924 kg, un flujo de 9.8 pulgadas y una relación de estabilidad por flujo de 3732 kg/cm.

**Tabla 10: Determinación del peso específico – base**

PESO ESPECÍFICO BULK					
CODIGO DE ESPECIMEN	LAE-2023	LAE-2023	LAE-2023	LAE-2023	Promedio
(LAE)	009	010	011	012	
Nro. Briqueta	1	2	3	4	
Nro. Golpes:	75	75	75	75	
Peso de briqueta al aire:	1181.3	1178.4	1185.4	1201.0	
Peso de briqueta saturada:	1194.1	1189.3	1197.6	1202.0	
Peso de briqueta al agua:	691.2	688.6	694.8	691.6	
Volumen de briqueta:	502.9	500.7	502.8	510.4	
Peso específico bulk	2.349	2.354	2.358	2.353	

Fuente: Construcción Propia

**Interpretación.** – Se elaboro 4 briquetas base de las cuales el promedio del peso específico bulk es de 2.353.

**Tabla 11: Determinación del porcentaje de vacíos – base**

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE					
CODIGO DE ESPECIMEN	LAE-2023	LAE-2023	LAE-2023	LAE-2023	Promedio
(LAE)	009	010	011	012	
Nro. Briqueta	1	2	3	4	
Peso específico bulk:	2.349	2.354	2.358	2.353	
Peso específico máximo (rice):	2.437	2.437	2.437	2.437	
% de vacíos:	3.6	3.4	3.3	3.4	3.4

Fuente: Construcción Propia

**Interpretación.** – Se elaboro 4 briquetas base de las cuales el promedio del porcentaje de vacíos es de 3.4%, lo cual se encuentra entre los parámetros aceptables para mezclas asfálticas bituminosas.

**Tabla 12: Determinación de la estabilidad y flujo – base**

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO					
CODIGO DE ESPECIMEN	LAE-2023	LAE-2023	LAE-2023	LAE-2023	Promedio
(LAE)	009	010	011	012	
Nro. Briqueta	1	2	3	4	
Estabilidad kg:	928	920	948	935	
Factor de estabilidad:	1.0	1.0	1.0	1.0	
Estabilidad corregida kg:	894	920	948	935	924
Flujo (pulg.)	9.7	9.8	9.7	9.8	9.8
Flujo (mm.)	2.46	2.49	2.46	2.49	2.48
Relación estabilidad/flujo (kg/cm <sup>2</sup> )	3629	3696	3848	3756	3732

Fuente: Construcción Propia

**Interpretación.** – Se elaboro 4 briquetas base de las cuales el promedio de la estabilidad corregida es de 924kg; el flujo es de 9.8 pulgadas y la relación de la estabilidad y el flujo es de 3732kg/cm, lo cual se encuentra entre los parámetros aceptables para mezclas asfálticas bituminosas

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

(1) A la fecha se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.  
(2) Relación entre el porcentaje en peso del agregado más fino que el tamiz 0,075 mm y el contenido de asfalto efectivo, en porcentaje en peso del total de la mezcla.  
(3) Para zonas de clima frío es deseable que la relación Est. /flujo sea de la menor magnitud posible.  
(4) El Índice de Compactabilidad mínimo será 5.  
El Índice de Compactabilidad se define como:  $\frac{1}{GEB\ 50 - GEB\ 5}$   
Siendo GEB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

**Figura Nº35:** parámetros para diseño de mezclas asfálticas

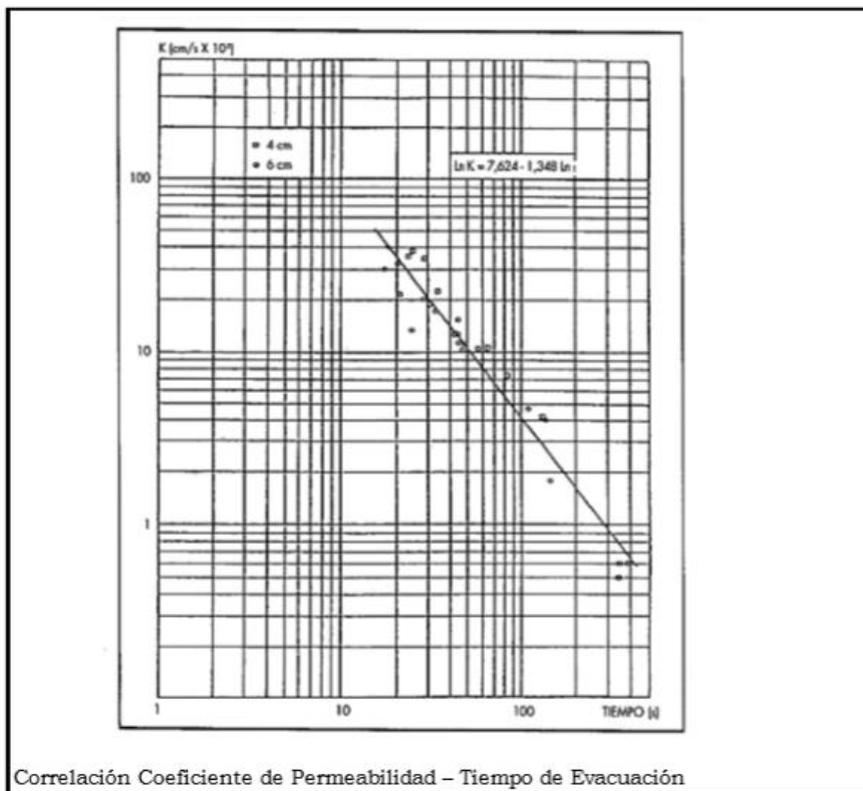
Fuente: Manual de carreteras EG-2013 edición marzo de 2014

**Interpretación.** – La transitabilidad de la Av. San Juan es alta quiere decir de la clase A, la compactación por cara es de 75 golpes, la estabilidad mínima es de 8150N que equivale a 831 kgf; el flujo esta entre los parámetros de 8 – 14 que equivale a 0.200 – 0.355 cm de deformación, el porcentaje de vacíos esta entre 3% al 5% y la relación entre la estabilidad y el flujo debe de estar entre 1700 a 4000 kg/cm.

Es importante recalcar que para climas fríos la relación de la estabilidad y del flujo debe ser mas cercana superior a 1700kg/cm.

Para el ensayo de permeabilidad se realizó mediante la norma del MTC E 516

N° de ensayo	Tiempo de evacuación del agua (s)
1	23



RESULTADOS OBTENIDOS		
Coefficiente de permeabilidad	(cm/s)x10 <sup>-2</sup>	30

**Figura N°36:** permeabilidad

Fuente: Construcción Propia

**Interpretación.** – el tiempo en el cual demora la evacuación del agua en la briqueta designada fue de 23 segundos, reemplazando dicho dato en e la formula se determinó que el coeficiente de permeabilidad es de  $30 \times 10^{-2}$  cm/seg.

El proceso que se realizó para la determinación de la mezcla base será el mismo con la diferencia que se incorporara el plasto PP en los porcentajes de 2%, 4% y 6% y para el plástico HDPE en los porcentajes del 1%, 3% y 5%, estos porcentajes son respecto al peso promedio de la briguetas base el cual es de 1181.70kg; al realizar todos estos procesos repetitivos se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla 13:** Cuadro resumen de diseño marshall incorporado el PP

CUADRO RESUMEN DISEÑO MARSHALL						
Descripción	PE	Vacíos (%)	Flujo (pulg.)	Estabilidad (Kgf)	Estab/Flujo (kgf/cm)	Observación
Muestra Base	2.353	3.4	9.8	924	3732	CUMPLE
2% de PP	2.304	3.6	10.1	899	3504	CUMPLE
4% de PP	2.235	3.4	12	868	2861	CUMPLE
6% de PP	2.160	2.9	14	775	2187	NO CUMPLE
<b>Parámetros (EG-2013)</b>		<b>3% a 5%</b>	<b>8" a 14"</b>	<b>Mayor 831</b>	<b>1700 a 4000</b>	

Fuente: Construcción propia

**Interpretación.** – La incorporación del polipropileno (PP) no cumple para la incorporación del 6% por contar con una buena estabilidad y tener pocos vacíos; en la incorporación del 2% y 4% cumple con todos los parámetros, siendo el mejor diseño el de 4% esto es debido a que la relación entre la estabilidad y el flujo es menor (2861 kgf/cm).

**Tabla 14:** Cuadro resumen de diseño marshall incorporado el HDPE

CUADRO RESUMEN DISEÑO MARSHALL						
Descripción	PE	Vacíos (%)	Flujo (pulg.)	Estabilidad (Kgf)	Estab/Flujo (kgf/cm)	Observación
Muestra Base	2.353	3.4	9.8	924	3732	CUMPLE
1% de HDPE	2.346	3.6	9.7	930	3775	CUMPLE
3% de HDPE	2.304	3.8	9.5	954	3952	CUMPLE
5% de HDPE	2.248	4.3	8.6	968	4418	NO CUMPLE
<b>Parámetros (EG-2013)</b>		<b>3% a 5%</b>	<b>8" a 14"</b>	<b>Mayor 831</b>	<b>1700 a 4000</b>	

Fuente: Construcción propia

**Interpretación.** – La incorporación del polietileno de alta densidad (HDPE) no cumple para la incorporación del 5% por tener una alta relación entre la estabilidad y el flujo por encima de los parámetros; en la incorporación del 1% y 3% cumple con todos los parámetros, siendo el mejor diseño el de 1% esto es debido a que la relación entre la estabilidad y el flujo es menor (3775 kgf/cm).

Para el ensayo de permeabilidad se debe considerar el porcentaje de vacíos de cada muestra tanto en el polipropileno (PP) y en el polietileno de alta densidad (HDPE) con el tiempo que demora en evacuar el agua.

**Tabla 15:** Cuadro resumen de permeabilidad incorporado el PP

PERMEABILIDAD			
Descripción	Vacíos (%)	Tiempo de Evacuación (seg)	Coefficiente de Permeabilidad (cm/seg)*10 <sup>-2</sup>
Muestra Base	3.4	23	30
2% de PP	3.6	21	32
4% de PP	3.4	22	29
6% de PP	2.9	25	25

Fuente: Construcción propia

**Interpretación.** – De la tabla se puede interpretar que, a mayor cantidad de vacíos, es menor el tiempo de evacuación y mayor coeficiente de permeabilidad; en consecuencia, el asfalto con mayor impermeabilidad es del 4% de PP, en vista que la proporción de 6% ya fue descartada por no cumplir con los parámetros establecidos; también se determinó que el diseño de la mezcla al 4% es más impermeable que la muestra base.

**Tabla 16:** Cuadro resumen de permeabilidad incorporado el HDPE

PERMEABILIDAD			
Descripción	Vacíos (%)	Tiempo de Evacuación (seg)	Coefficiente de Permeabilidad (cm/seg)*10 <sup>-2</sup>
Muestra Base	3.4	23	30
1% de HDPE	3.6	21	37
3% de HDPE	3.8	19	39
5% de HDPE	4.3	18	42

Fuente: Construcción propia

**Interpretación.** – De la tabla se puede interpretar que, a mayor cantidad de vacíos, es menor el tiempo de evacuación y mayor coeficiente de permeabilidad; en consecuencia, el asfalto con mayor impermeabilidad es del 1% del HDPE, también se determinó que la muestra base tiene mayor impermeabilidad que el diseño de la mezcla al 1% de HDPE e la muestra base.

Para determinar la durabilidad del asfalto hay que resaltar que es directa mente proporcional a la cantidad de asfalto (e), a los agregados densos, a la máxima impermeabilidad e inversamente proporcional a la cantidad de vacíos en la mezcla asfáltica.

## V. DISCUSIÓN

**Discusión general: Sánchez (2021)**, en su investigación tuvo como objetivo el diseño de una mezcla asfáltica incorporando plástico PP y HDPE triturado, de tal manera que sus resultados dieron como resultado óptimo al 2% y 4% incorporando a la mezcla asfáltica en caliente, obteniendo mejoras en el la mezcla asfáltica convencional, de tal manera que cumpliendo con los parámetros establecidos se ha obtenido el peso específico es óptimo para los tres porcentajes usados, % de vacíos dando como resultado óptimo al 2% y 4% del plástico PP triturado, HDPE 1%, 3% (porcentajes óptimos) de tal manera que no fue un resultado óptimo para el 6% del plástico PP triturado y 5% del HDPE de la incorporación de la mezcla asfáltica en caliente tales porcentajes fueron agregados de acuerdo al patrón base y de acuerdo a la norma EG-2013, con la finalidad dar mayor estabilidad, durabilidad (% vacíos) y permeabilidad a la mezcla asfáltica de la Av., San Juan-Cutervo obteniendo como resultado que a mayor porcentaje del plástico PP Y HDPE resultan negativas y desfavorables, no cumplen con las características del diseño de Marshall, en conclusión a mayor % de plástico triturado, se obtuvo resultados desfavorables, por lo tanto en la presente investigación se comprobó que los % menores obtuvieron un resultado óptimo.

**Discusión 1:** Analizar la influencia del plástico PP (**2%, 4% y 6%**) y HDPE (**1%, 3% y 5%**) triturado, en la **estabilidad** del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.

**Antecedente:** Navarro (2021) en su investigación agrego porcentajes PP (**2%, 4% y 6%**) y HDPE (**1%, 3% y 5%**) al pavimento flexible, de tal manera que incrementa sus propiedades al asfalto al incrementar 2% y 4% del plástico PP y 1%, 3% del plástico HDPPE triturado reemplazando parte de la mezcla de los agregados del asfalto. Asi mismo la estabilidad, pero es factible para un tránsito liviano, al incorporar los porcentajes de

**Comparación:** según los antecedentes algunos plásticos como el plástico PP y HDPE triturados aumentan la estabilidad , cabe recalcar que a mayor estabilidad es menor su durabilidad, de tal manera que a mayor porcentaje de plástico su resultado fue desfavorable debido a que sus resultados salieron menores a los parámetros del diseño de Marshall, en conclusión en ambas mezclas asfálticas de

plásticos no fueron resultados favorables, de tal manera que los porcentajes menores tanto como: 2%, y 4% del plástico PP triturado fueron óptimos asimismo el 1% y 3% del plástico HDPE triturados también fueron favorables y le dieron mayor estabilidad a la mezcla asfáltica convencional y para Sánchez (2021) en su investigación fue determinar la influencia de las propiedades físicas y mecánicas del asfalto en caliente al adicionar plástico PP y HDPE, al incorporar 6% del plástico PP triturado y 5% del plástico HDPE triturado, fueron desfavorables, por ende se llegó a concluir que a mayor porcentaje de plástico triturado incorporado a la mezcla asfáltica en caliente fue desfavorable. De tal manera que se trabajó con un MAC 2, ya que Cutervo se encuentra a 2649 m.s.n.m

**Discusión 2:** Analizar la influencia del plástico PP (**2%, 4% y 6%**) y HDPE (**1%, 3% y 5%**) triturado, en la **durabilidad** del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.

**Antecedente: Salamanca (2018)** “comparar las propiedades del asfalto al incorporar plástico en polvo y una mezcla de asfalto con polímeros.” De tal manera que los resultados de % de vacíos se encuentra dentro del parámetro de la norma De tal manera que su comportamiento es óptimo para cualquier circunstancia

**Comparación:** Al incorporar los porcentajes de 2%, 4% y 5% se obtuvo una estabilidad, compactación, al realizarlo determino el óptimo porcentaje de plástico triturado.

**Discusión 3:** Analizar la influencia del plástico PP (**2%, 4% y 6%**) y HDPE (**1%, 3% y 5%**) triturado, en la **permeabilidad** del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.

#### **A) plástico PP triturado**

**Antecedentes: Luque (2019)** En su investigación agrego diversos diferentes porcentajes de plástico PP triturado (**2%, 4% y 6%**) directamente al a la mezcla asfáltica usando método del Marshall para identificar un resultado óptimo tanto para estabilidad, durabilidad y permeabilidad, de tal manera que los resultados óptimos fueron el 2% y 4%, de la mezcla asfáltica en caliente.

**Resultados:** al realizarse los ensayos de peso específico, % de vacíos, flujo; estabilidad, estabilidad/flujo. Con el 2%, 4% y 6%, el porcentaje de 6% fue

desfavorable ya que a mayor porcentaje de plástico a la mezcla asfáltica en caliente no fue en resultado deseado, ya que el plástico es de baja densidad, por lo que se concluye que a menor % el resultado será mejor ya que el porcentaje de vacíos en el patrón base se encuentra de (3-5) y a medida que se fue incorporando dichos porcentajes mencionados.

**Comparación:** con el plástico PP triturado de los antecedentes no se obtuvo resultados favorables con el 6% de la incorporación de la mezcla asfáltica en caliente debido a que su resultado es menor que a los parámetros patrones de tal manera que el 2% y 4% si obtuvieron un resultado optimo dándole mayor, estabilidad, % de vacíos, flujo, permeabilidad.

### **B) Plástico HDPE triturado**

**Según cornejo, D. (2018)** su proyecto tuvo como objetivo las mezclas asfálticas incorporando plástico HDPE (1%, 3%, 5%) reducir los desechos en mejora del medio ambiente estas fueron provenientes de cajas de cerveza, fue un análisis de tipo explorativo-descriptivo-correlacional, donde la población es el asfalto en caliente obteniendo con 1% y 3% el incremento de mayor estabilidad, % de vacíos, flujo, estabilidad/flujo.

**Resultados:** Al realizarse los ensayos de Marshall con el asfalto sin la incorporación del plástico su resultado de la estabilidad promedia fue de 924 kg y a medida que fue incorporándose el plástico al 1% (930 kg) 3% (954) y 5% (968) siendo el mejor que incremento a estabilidad, flujo y % de vacíos fue el 1% y 3% lo que hizo que tenga un resultado optimo, favorable.

**Comparación:** con el plástico HDPE de los antecedentes se obtuvieron resultados favorables con el 1% y 3%, peso específico, % de vacíos, flujo y estabilidad. Y en la presente investigación se demuestra que se incrementó la estabilidad. A diferencia del 5% que no fue un resultado optimo, de tal manera que 1 %, y 3% fueron óptimos, asimismo se observó que los porcentajes deben ser menores del 5 % para obtener resultado óptimo.

## VI. CONCLUSIONES

1. El tipo de diseño de la mezcla asfáltica fue elaborado para un MAC 2, con una carretera de alta transitabilidad o de clase A, usando un cemento asfáltico PEN 85-100 que es recomendable para zonas de 2000 a 3200 msnm, el espesor de la carpeta asfáltica es de 2", el tipo de suelo en zona del proyecto de acuerdo a la clasificación de SUCS es un suelo del tipo limo de baja plasticidad – ML; de acuerdo a AASHTO se clasifica como un suelo arcilloso de alta compresión y cambio de volumen.
2. El mejor diseño obtenido al incorporar el polipropileno (PP) a una mezcla asfáltica en caliente, es incrementado el 4% respecto al peso, de los cuales se puede determinar que el porcentaje de vacíos con la muestra base viene hacer el mismo, que tiene mayor deformación a la muestra base, tiene mayor impermeabilidad que la muestra base, lo cual conlleva a una mayor durabilidad, la relación entre la estabilidad y flujo es menor a la muestra base lo que indica que favorece a la zona del estudio debido a que es un clima frío; si bien es cierto que la estabilidad a disminuido al incorporar el PP al 4% pero se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el ministerio de transporte y comunicación.
3. El mejor diseño obtenido al incorporar el polietileno de alta densidad (HDPE) a una mezcla asfáltica en caliente, es incrementado el 1% respecto al peso, de los cuales se puede determinar que la estabilidad es mayor a la muestra base, como también tiene mayor impermeabilidad a la de la muestra base, lo cual con lleva a una mayor durabilidad en el tiempo, sin embargo el porcentaje de vacíos es mayor a la muestra base, también se determinó que tiene una menor deformación a la muestra base y la relación de la estabilidad y el flujo es mayor a la de la muestra base, lo cual no es favorable para climas frío como es en nuestra zona de estudio, sin embargo este diseño cumple con todos los parámetros establecidos por el ministerio de transporte y comunicación.
4. Si comparamos entre un diseño de mezcla asfáltica con PP y HDPE concluimos que es factible usar el polietileno PP al 4% del peso, debido a que la relación de la estabilidad y flujo es menor (2861 kgf/cm menor 3775 kgf/cm) lo cual es favorable para climas fríos de acuerdo al ministerio de transporte y comunicación.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

1. Se recomienda hacer un ensayo uniendo los dos plásticos PP y HDPE triturado, de tal manera que vean si se obtiene resultados óptimos o desfavorables.
2. Implementar campañas de reutilización y clasificación de residuos para la incorporación e implementación de proyectos de mejoramiento de vías a nivel nacional incorporando el plástico como medio de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica.
3. Realizar ensayos de PP y HDPE en los diversos climas de nuestra región y así poder determinar qué tipo de plástico es mejor para cada clima.
4. Se tiene que tener en cuenta que para una buena estabilidad de la mezcla asfáltica va depender la transitabilidad; cabe indicar que la estabilidad es inversamente proporcional a la durabilidad y directamente proporcional a la resistencia; así como la durabilidad es inversamente proporcional a la cantidad de vacíos y directamente proporcional a la impermeabilidad.

## REFERENCIAS

1. SALAMANCA VERA, Diego Agustín. *Estudio comparativo del comportamiento de mezcla asfáltica con incorporación de polvo de caucho nacional, mediante vía seca, versus mezcla con asfalto modificado con polímeros y asfalto multigrado. tramo de prueba: catapilco – la laguna*. Chile: Universidad Técnica Federico Santa Maria, 2018.
2. ACUÑA FERNÁNDEZ, Ximena. *Evaluación de condiciones de temperatura, tiempo y porcentaje de polímero agregado en la modificación de asfaltos con plástico reciclado proveniente de envases de agroquímicos con base en grado de desempeño, reología y propiedades fisicoquímicas*. Costa Rica: Universidad De Costa Rica, 2018.
3. CORNEJO VILLACÍS, Daniel Alejandro y LAMIÑA ASUMASA, Jimmy Cristian. *Caracterización de mezclas asfálticas en caliente, mediante la incorporación de material triturado de productos reciclados de tereftalato de polietileno (PET), utilizando los agregados de la mina del río pita en la ciudad de quito, mediante la determinación del módulo de rigidez*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, 2018.
4. ARAÚJO DE PAIVA, Bianca. *Análise do ligante asfáltico modificado com poliestireno de copos descartáveis*. Brasil: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2017.
5. RANIERI, Mauro. *Asphalt mixtures improved with plastic additives: mix design and case study in an airpor*. Italia: University Of Palermo, 2017.
6. ABUKHETTALA, Mukhtar. *Potential Use of Plastic Waste Materials in Pavement Structures Applications*. Canada: University of Ottawa, 2021.
7. NAVARRO JIMÉNEZ, José Martin. *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de pet*. Chicayo: Universidad Señor de Sipán, 2017.
8. SÁNCHEZ CÓRDOVA, Hildebrando Manuel. *Mejoras mecánicas de la mezcla asfáltica con la incorporación de caucho como parte del agregado fino para la ciudad de Piura*. Piura: Universidad de Piura, 2021.
9. LUQUE LEON, Alex Mauro. *Influencia de la incorporación del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño marshall del concreto asfáltico – Juliaca, 2018*. Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2018.

10. CAPUANO, Lucia, et al. *Use of recycled plastics as a second raw material in the production of road pavements: an example of circular economy evaluated with lca methodology*. Italy: Procedia Environmental Science, Engineering and Management, 2020, pag 37-43.
11. GIUSTOZZI, Filippo y JIAN BOOM, Yeong. *Use of road-grade recycled plastics for sustainable asphalt pavements: overview of the recycled plastic industry and recycled plastic types*. Sydney: ARRB Group Limited, AP-R648-21, 2021.
12. WHITW, Greg. *Objective evaluation of the practical benefits of asphalt binders modified with recycled plastic*. Queensland: Asphalt Pavement 19, 2019.
13. NAVARRO JIMÉNEZ, José Martín. *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de pet*. Chicayo: Universidad Señor de Sipán, 2017, pag 33.
14. NAVARRETE SCHETTINI, Gabriel Antonio. *Reutilización de residuos sólidos de elastómero y pavimento asfáltico envejecido y su impacto ambiental en Manabí - Ecuador*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2019, pag 47-48.
15. PADILLA RODRÍGUEZ, Alejandro. *Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista*. España: Universitat Politècnica de Catalunya, 2004.
16. PADILLA RODRÍGUEZ, Alejandro. *Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista*. España: Universitat Politècnica de Catalunya, 2004.
17. PADILLA RODRÍGUEZ, Alejandro. *Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista*. España: Universitat Politècnica de Catalunya, 2004, pag 48.
18. QUISPE SERRANO, Esperanza y SAÑAC VILCA, Magaly. *Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018*. Abancay: Universidad Tecnológica De Los Andes, 2019.
19. Cabrera, A., y Miranda, H. (2019). *Mezclas asfálticas mejoradas con caucho de llantas añadido por vía seca*. (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil). Repositorio UCSG.

<http://repositorio.ucsq.edu.ec/handle/3317/13840>.

20. Sherwell Betancourt, G. F. (2014). "Estudio del uso de Polietileno Tereftalato (PET) como material de refuerzo de estructuras térreas conformadas por suelo fino" (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
21. Silvestre Velasquez, D. F. (2017). Comparación Técnica y Económica entre las Mezclas Asfálticas Tradicionales y Reforzadas con Plástico Reciclado en la Ciudad de Lima-2017 (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
22. Padilla, A. (2004). Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3334>
23. Chávez, J. M., & Herna, E. B. (2014). Elaboración de mezclas asfálticas con partículas de caucho reciclado en el departamento de Lambayeque. Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Pimentel, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/1112/1/INGENIERIA%20CIVIL.pdf>
24. Granados, J. (2017). Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional. (Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma) Repositorio Institucional URP.  
<http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1572/JLGRANADOSN.pdf?sequen=1&isAllowed=>
25. Luque, A (2019). Estado del arte en el estudio de las deformaciones plásticas en pavimentos. (Tesis de pre grado, Universidad industrial de Santander). <https://studylib.es/doc/6860611/estado-del-arte-en-el-estudio-de-las-deformacionesplasti...>
26. Rivera, R. (2004). Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, Universidad de Piura, Área Departamental de Ciencias de la Ingeniería, Piura, Perú. Obtenido de [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_63\\_186\\_28\\_558.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_63_186_28_558.pdf)

27. Martinez, J. J. (2014). Incorporación de Tereftalato de Polietileno como Agente Modificador en el Asfalto (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana Cali, Santiago de Cali, Colombia.
28. Mershed, K.; Mohammed, B. y Adil, D. (2015). Utilization of Waste Plastic Water Bottle as a Modifier For Asphalt mixture Properties [Utilización de la Botella de Agua Plástica Residual como un Modificador para las Propiedades de la Mezcla de Asfalto]. *Journal of Engineering and Development*, 20(2).
29. Sherwell Betancourt, G. F. (2014). "Estudio del uso de Polietileno Tereftalato (PET) como material de refuerzo de estructuras térreas conformadas por suelo fino" (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
30. Zenteno Enriquez, S. J. (2018). Efecto de la Estabilización de Suelos Finos con Tereftalato de Polietileno como Material de Refuerzo en la Estructura de Pavimentos Flexibles del Distrito de Puno. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
31. Bahia, HU & Anderson DA, 1995. Los parámetros reológicos del aglutinante SHRP: por qué son necesarios y cómo se comparan con las propiedades convencionales. *Junta de Investigación de Transporte* 1488: 32-39.
32. Bayomy, f. Y Abdo, AA, 2007. Evaluación del desempeño de mezclas de Idaho HMA usando estabilidad giratoria. Reporte final. Instituto Nacional de Tecnología de Transporte Avanzada. Universidad de Idaho, 1 de mayo.
33. Becker, Y. et al., 2001. Asfalto modificado con polímero. *Vision Tecnológica* 9 (1): 39-50. Bense, P., 1983. Enrobés armés par déchets de matières plastiques. *Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées* ( 128) 8 (0458-5860): 99-106.
34. Bestgen, J. et al., 2016. Idoneidad mecánica y ambiental del agregado de concreto reciclado como material de base para carreteras. *Revista de materiales en ingeniería civil* ( 040 1-6067).
35. ASTM D792:2013. Standard test methods for density and specific gravity (relative density) of plastics by displacement. American Society for Testing and Materials (ASTM) International.
36. EN 12697-34:2012. Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 4: Marshall test. European Committee for Standardization (CEN).
37. Dhattrak, A.I., Konmare, D. S. (2016). Laboratory Performance of Randomly

- Oriented Plastic Waste in Subgrade of Flexible Pavement. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 5(3), 3969–3976.
38. Rivera, R. (2004). Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, Universidad de Piura, Área Departamental de Ciencias de la Ingeniería, Piura, Perú. Obtenido de [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_63\\_186\\_28\\_558.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_63_186_28_558.pdf).
39. ADELAKIN, Saliu. Mechanical and Structural Changes of PVC when Subjected to Heat. Tesis (Título). Arcada: Arcada University Of Applied Science, 2015 Disponible en: Plastic tech thesis.pdf (theseus.fi).
40. ANICAMA, Linda. Diseño del pavimento asfaltado comparando el empleo de caucho reciclado y plástico reciclado, Anexo Astobamba - Provincia Cajatambo – 2020. Tesis (Título). Cajatambo: Universidad Cesar Vallejo, Ingeniería Civil, 2020 Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60423>.
41. ARIZA, Diego, SANCHEZ, Carlos y CARREÑO, Katerine. Propiedades volumétricas de mezclas asfálticas en caliente con inclusión de asfalto natural “MAPIA” y grano de caucho reciclado como llenante mineral [en línea]. Revista Ingenio, 2022. [fecha de consulta: 30 de septiembre de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.22463/2011642X.3051>. ISSN: 2389-864X
42. CASO, Sara y DE LA CRUZ, Gissela. Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con polímeros reciclados HDPE y SBR, para pavimentos en la ciudad de Huancavelica”, Universidad Nacional de Huancavelica. Tesis (Título). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2022 Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3450>.
43. CENTENO, Claudia y ROQUE, Ana. Evaluación de la mezcla asfáltica al adicionar plástico PET y PVC reciclado, en la Av. Boulevard 01, Distrito Ilo, Moquegua 2022. Tesis (Título). Ilo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90213>.
44. DASH, Swayam y PANDA, Mahabir. Influence of mix parameters on design of cold bituminous mix [en línea]. Volume 19, 10 December 2018, Pages 376 -385. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.002>.

45. GOMEZ, Breixo y PEREZ, Ignacio. Effects of the use of construction and demolition waste aggregates in cold asphalt mixtures [en línea]. vol. 51, pp. 267-277, 2014. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2183/18009>.  
ISSN: 0950-0618.
46. JONI, H. Y HASHIM, M. Evaluation silica fume addition on some properties of cold bitumen emulsion mixtures (CBEMs), IOP Publishing [en línea]. 2018  
Disponible en:  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/433/1/012021/pdf>.
47. OCHOA, R. y GRIMALDO, G. Validation of the polyvoids in the design of bituminous mixtures with coal tar as a binder [en línea] Vol 33 no. 2, 2018. Colombia: Revista ingeniería de construcción [ fecha de consulta: 25 de octubre de 2022]. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000200137](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000200137). ISSN 0718-5073.
48. CORBACHO, Jorge. Análisis de estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda de carga de Hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno reciclado en la ciudad de cusco – 2018. Tesis (Titulo). Cusco: Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco, 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3571>

<b>REFERENCIAS</b>	<b>48</b>
70% ULTIMOS 7 AÑOS	28
30% LIBROS – TESIS	12
40% EN INGLES	16

# ANEXOS

## Tabla de operacionalización de variables

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

**TITULO** Influencia del plástico PP y HDPE triturado en las propiedades del asfalto en la Av. San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE					
	Según <a href="#">Luque (2019)</a> , este plástico se obtiene mediante un reciclado lo cual se denomina polímero totalmente reutilizable debido a las propiedades y características que exhibe, como su resistencia a la tensión y abrasión permanentes, su dureza y su estabilidad a la intemperie.	el plástico triturado PP reemplazará en forma proporcional a la mezcla asfáltica en las dosificaciones del <b>2%, 4% y 6%</b> respecto al peso de briquetas de asfalto, empleándose para ello 03 combinaciones de muestras siguientes: N, N+2%, N+4% y N+6 %; con el objetivo de mejorar las Propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentos flexibles.	DOSIFICACIÓN	2% 4% 6%	RAZON
	Según <a href="#">Giustozzi (2021)</a> , Este plástico se obtiene mediante el reciclaje de plásticos en Australia y Nueva Zelanda para ayudar a identificar fuentes específicas de plásticos por categoría, volumen y flujo que se puedan usar en el asfalto para aplicaciones en pavimentos flexibles. Esta es la capacidad de incorporar plásticos HDPE reciclado, que son una molestia ambiental; en el asfalto, lo que lo convierte en un producto útil que mejora las propiedades del pavimento.	El plástico triturado HDPE reemplazará en forma proporcional a la mezcla asfáltica en las dosificaciones del <b>1%, 3% y 5%</b> respecto al peso de las briquetas de asfalto, empleándose para ello 03 combinaciones de muestra siguientes: N+1%, N+3% y N+5%; con el objetivo de mejorar las Propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentos flexibles.	DOSIFICACIÓN	1% 3% 5%	RAZON
DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>PROPIEDADES DEL ASFALTO</b>	Según <a href="#">Navarro, J. (2021)</a> , menciona que la mezcla asfáltica también es conocida como aglomerados y es usada en diversas obras con fines de mejorar, estabilizar diversas superficies o terrenos, la mezcla asfáltica está compuesta por agregados pétreos en un 90%, un ligante de hidrocarbonato en un 5% y de polvo mineral–filler en un 5% estas tienden a mejorar la rigidez y estructura del pavimento flexible.	La mezcla asfáltica se combina con plásticos PP y HDPE reciclados, mejorando de forma independiente las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, la prueba se realiza mediante el método Marshall, se preparan 3 muestras para cada porcentaje y por cada propiedad a estudiar 12 discos para una relación de asfalto óptima. se usará el PP al (N, 2%, 4% y 6%) y el HDPE al (N, 1%, 3% y 5%), así como determinar el porcentaje óptimo de cada diseño y evaluar las propiedades de la estabilidad, durabilidad, e impermeabilidad de la carpeta asfáltica en el pavimento flexible.	PROPIEDADES	estabilidad Kg o Lb durabilidad T permeabilidad T	RAZON RAZON RAZON

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TITULO Influencia del plástico PP y HDPE triturado en las propiedades del asfalto en la Av. San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>				<p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Tipo Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> EXPLICATIVA (Causa Efecto)</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental (Cuasi)</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b> <b>Todas</b> las <b>Muestras</b> ensayados en el Laboratorio</p> <p><b>Muestra:</b> 4 Muestras de estabilidad 4 Muestras de durabilidad 4 Muestras de permeabilidad</p> <p><b>Muestreo:</b> <b>No Probabilístico</b></p> <p><b>Técnica:</b> <b>Observación Directa</b></p> <p><b>Instrumentos de la investigación:</b> <b>Ficha Recolección de Datos</b></p> <p><b>Ficha Resultados de Laboratorio</b> Según NTP - ASTM</p>
<p>¿<b>De que manera</b> influirá el plástico PP y HDPE triturado en las propiedades física y mecánicas del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023?</p>	<p><b>Evaluar</b> la influencia de plástico PP y HDPE triturado, en las propiedades físicas y mecánicas del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.</p>	<p>El plástico PP y HDPE <b>triturado influye</b> en las propiedades físicas y mecánicas del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.</p>	<p><b>Plastico triturado PP</b></p>	<p><b>DOSIFICACIÓN</b> Por Peso de Briquetas de Asfalto</p>	2%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	
					4%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	
					6%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	
			<p><b>Plastico triturado HDPE</b></p>	<p><b>DOSIFICACIÓN</b> Por Peso de Briquetas de Asfalto</p>	1%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	
					3%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	
					5%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	
<b>P. Especifico</b>	<b>O. Especifico</b>	<b>H. Especifico</b>	<b>DEPENDIENTE</b>				
<p>• ¿En <b>cuánto</b> influye el plástico PP y HDPE triturado en la estabilidad de las propiedades del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023?</p>	<p>• <b>Analizar</b> la influencia del plástico PP y HDPE triturado, en la estabilidad del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.</p>	<p>• El plástico PP y HDPE triturado <b>incrementa</b> la Estabilidad en las propiedades del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.</p>	<p><b>PROPIEDADES del Asfalto</b></p>	<p>PROPIEDADES MECÁNICAS</p>	Estabilidad Kg o Lb	<b>Ficha Resultado de Laboratorio Método Marshall Anexo 4-B</b>	
<p>• ¿En <b>cuánto</b> influye el plástico PP y HDPE triturado en la durabilidad de las propiedades del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023?</p>	<p>• <b>Analizar</b> la influencia del plástico PP y HDPE triturado, en la durabilidad del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.</p>	<p>• El plástico PP y HDPE triturado <b>aumenta</b> la Durabilidad en las propiedades del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.</p>			Durabilidad T	<b>Ficha Resultado de Laboratorio Método Marshall Anexo 4-C</b>	
<p>• ¿En <b>cuánto</b> influye el plástico PP y HDPE triturado en la permeabilidad de las propiedades del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023?</p>	<p>• <b>Analizar</b> la influencia del plástico PP y HDPE triturado, en la permeabilidad del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.</p>	<p>• El plástico PP y HDPE triturado <b>incrementa</b> la permeabilidad en las propiedades del asfalto en la avenida San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023.</p>			Permeabilidad T	<b>Ficha Resultado de Laboratorio NTP 3203 Anexo 4-D</b>	



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Influencia del plástico PP y HDPE triturado

“Influencia del plástico PP y HDPE triturado en las propiedades del asfalto en la Av. San Juan, Cutervo - Cajamarca 2023”

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Ubillús Rodríguez, Juan Ricardo (ORCID: 0000-0003-2281-8674)

Tesista 02: Paz Aguilar, Erlita (ORCID: 0000-0002-3653-910X)

Fecha: Lima, Junio – 2023.

Parte B: Influencia del plástico PP triturado

2%	Ok
4%	Ok
6%	Ok

Tesis: Navarro, J. (2021) Influencia del plástico PP triturado: 4%, 6%, 8%

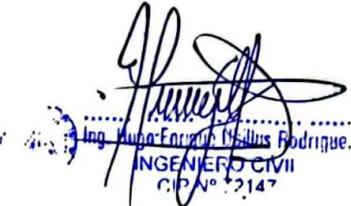
Parte C: Influencia del plástico HDPE triturado

1%	Ok
3%	Ok
5%	Ok

Tesis Araujo, B. (2017) Influencia del plástico HDPE triturado: 1%, 3%, 5%, 7%

Tesis: Cornejo, D. (2018) Influencia del plástico HDPE triturado: 5.5%, 6%, 6.5%. 7%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

<p>Apellidos: Figueroa Tamariz  Nombres: Ivan Emerson  Título: Ingeniero Civil  Grado: Ingeniero  N° Reg. CIP: 166478  Firma:</p>  <p>IVAN EMERSON  FIGUEROA TAMARIZ  INGENIERO CIVIL  Reg. CIP N° 166478</p>	<p>Apellidos: Ubillús Rodríguez  Nombres: Hugo Enrique  Título: Ingeniero Civil  Grado: Ingeniero  N° Reg. CIP: 72147  Firma:</p>  <p>Ing. Hugo Enrique Ubillús Rodríguez  INGENIERO CIVIL  CIP N° 72147</p>	<p>Apellidos: Cabanillas Muños  Nombres: Orlando Antenor  Título: Ingeniero Civil  Grado: Ingeniero  N° Reg. CIP: 41647  Firma:</p>  <p>Orlando Antenor Cabanillas Muños  INGENIERO CIVIL  Registro C.I.P. 41647</p>
--	---	---

## REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

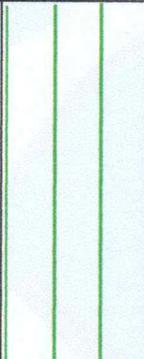
SOLICITANTE	: TESISTAS: PAZ AGUILAR, ERLITA - UBILLÚS RODRIGUEZ, JUAN RICARDO	
PROYECTO	: Influencia del Plastico PP y HDPE en Las Propiedades del Asfalto en La Av. San Juan, Cutervo - Cajamarca - 2023.	
UBICACIÓN	: Av. San Juan Cutervo - Cajamarca - 2023.	
FECHA	: 24 de Junio del 2023	
CALICATA	: C - 1	N° REGISTRO : RE - LMS/LEM - 01
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTÓ
UBICACIÓN	: Coord.: E.740197.23 - N.9292761.4 - Alt. 2585 m.s.n.m.	PROG. (KM) : 14+000

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10			AFIRMADO			
-0.20						
-0.30						
-0.40						
-0.50						
-0.60	A CIELO ABIERTO	M - 1	Se tiene una Clasificación SUCS "ML" y AASHTO "A-4 IG(8)"; concerniente a un Material de Limo de Baja Plasticidad; de Resistencia Blanda; Ligeramente plástica; Ligeramente húmedo; de Consistencia Friable. Su Color es Amarillo Pardusco. Presenta Finos, Arenas y Gravas Menores a 3" en un 100%	ML	A-4 IG(8)	
-0.70						
-0.80						
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30						
-1.40						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						
-2.60						
-2.70						
-2.80						
-2.90						
-3.00						

**ADRICORP SAC.**  
INGENIEROS GEOTÉCNICOS  
*Alex R. Adrianzen Regalado*  
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 215814

## REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

SOLICITANTE	: TESISTAS: PAZ AGUILAR, ERLITA - UBILLÚS RODRIGUEZ, JUAN RICARDO		
PROYECTO	: Influencia del Plastico PP y HDPE en Las Propiedades del Asfalto en La Av. San Juan, Cutervo - Cajamarca - 2023.		
UBICACIÓN	: Av. San Juan Cutervo - Cajamarca - 2023.		
FECHA	: 24 de Junio del 2023		
CALICATA	: C - 2	N° REGISTRO : RE - LMS/LEM - 02	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTÓ	
UBICACIÓN	: Coord.: E.740640.06 - N.9292802.24 - A.2596 m.s.n.m.	PROG. (KM) : 14+500	

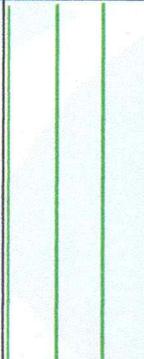
PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10 -0.20 -0.30 -0.40 -0.50 -0.60 -0.70 -0.80 -0.90 -1.00 -1.10 -1.20 -1.30 -1.40 -1.50 -1.60 -1.70 -1.80 -1.90 -2.00 -2.10 -2.20 -2.30 -2.40 -2.50 -2.60 -2.70 -2.80 -2.90 -3.00	A CIELO ABIERTO	M - 1	<p>AFIRMADO</p> <p>Se tiene una Clasificación SUCS "ML" y AASHTO "A-7-6 IG(11)"; concierne a un Material de Limo Plasticidad; de Resistencia Blanda; Ligeramente plástica; Ligeramente húmedo; de Consistencia Friable. Su Color es Amarillo Pardusco. Presenta Finos, Arenas y Gravas Menores a 3" en un 100%.</p>	ML	A-7-6 IG(11)	

**ADRICORP SAC.**  
INGENIEROS GEOTECNICOS

*Alex R. Adrijánzen Regalado*  
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 215014

## REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

SOLICITANTE	: TESISTAS: PAZ AGUILAR, ERLITA - UBILLÚS RODRIGUEZ, JUAN RICARDO	
PROYECTO	: Influencia del Plastico PP y HDPE en Las Propiedades del Asfalto en La Av. San Juan, Cutervo - Cajamarca - 2023.	
UBICACIÓN	: Av. San Juan Cutervo - Cajamarca - 2023.	
FECHA	: 24 de Junio del 2023	
CALICATA	: C - 3	N° REGISTRO : RE - LMS/LEM - 03
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTÓ
UBICACIÓN	: Coord.: E.741092.46 - N.9293007.63 - A.2591 m.s.n.m.	PROG. (KM) : 15+000

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION		SIMBOLO
				SUCS	AASHTO	
-0.10			AFIRMADO			
-0.20						
-0.30						
-0.40						
-0.50						
-0.60	A CIELO ABIERTO	M - 1	Se tiene una Clasificación SUCS "ML" y AASHTO "A-7-6 IG(10)"; concierne a un Material de Limo Plasticidad; de Resistencia Blanda; Ligeramente plástica; Ligeramente húmedo; de Consistencia Friable. Su Color es Amarillo Pardusco. Presenta Finos, Arenas y Gravas Menores a 3" en un 100%.	ML	A-7-6 IG(10)	
-0.70						
-0.80						
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30						
-1.40						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						
-2.60						
-2.70						
-2.80						
-2.90						
-3.00						

**ADRICORP SAC.**  
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

*Alex R. Adrianzen Regalado*  
JEFE LAB. SUELOS - CONCRETO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 215014



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMAS APLICADAS</b>	<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL (NTP 400.012:2001) / ASTM C 136-1996</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-GRANAF-054 REV. 04</b>																																																																											
<b>N° DE SOLICITUD : LCE-103-05-2023</b>																																																																													
<b>SOLICITANTE : PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO</b>																																																																													
<b>PROYECTO : INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023</b>																																																																													
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO : CUTERVO, CAJAMARCA</b>																																																																													
<b>MATERIAL : ADICION PP</b>		<b>N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-LAA-23-006</b>																																																																											
<b>PROCEDENCIA : -</b>		<b>N° CODIGO DE MUESTRA : LAA-2023-006</b>																																																																											
<b>UBICACIÓN : -</b>		<b>FECHA MUESTREO : 24/05/2023</b>																																																																											
<b>KM / N° CAPA : -</b>		<b>FECHA ENSAYO : 02/06/2023</b>																																																																											
<b>EMPLEO DEL AGREGADO : MEZCLA DE ASFALTO</b>																																																																													
<b>I. - GRANULOMETRIA (NTP 400.012)</b>																																																																													
Peso muestra seca Inicial (g)		101.8																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamiz</th> <th>Peso Retenido Parcial</th> <th>% Retenido Parcial</th> <th>% Retenido Acumulado</th> <th>% Acumulado que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mm</td> <td>N°</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.52</td> <td>3/8"</td> <td></td> <td></td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>4.76</td> <td>N°4</td> <td>34.0</td> <td>33.4</td> <td>66.6</td> </tr> <tr> <td>2.38</td> <td>8</td> <td>63.9</td> <td>62.8</td> <td>3.8</td> </tr> <tr> <td>1.19</td> <td>16</td> <td>3.9</td> <td>3.8</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>0.60</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>0.30</td> <td>50</td> <td></td> <td></td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>0.15</td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>0.07</td> <td>200</td> <td></td> <td></td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Residuo</td> <td></td> <td>100.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fino eliminado en lavado</td> <td></td> <td>100.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Modulo de Finura</td> <td></td> <td>5.30</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tamaño Maximo</td> <td></td> <td>3/8"</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tamaño Maximo Nominal</td> <td></td> <td>N°4</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Tamiz	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa	mm	N°				9.52	3/8"			100.0	4.76	N°4	34.0	33.4	66.6	2.38	8	63.9	62.8	3.8	1.19	16	3.9	3.8	100.0	0.60	30			100.0	0.30	50			100.0	0.15	100			100.0	0.07	200			100.0	Residuo			100.0		Fino eliminado en lavado			100.0		Modulo de Finura			5.30		Tamaño Maximo			3/8"		Tamaño Maximo Nominal			N°4	
Tamiz	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa																																																																									
mm	N°																																																																												
9.52	3/8"			100.0																																																																									
4.76	N°4	34.0	33.4	66.6																																																																									
2.38	8	63.9	62.8	3.8																																																																									
1.19	16	3.9	3.8	100.0																																																																									
0.60	30			100.0																																																																									
0.30	50			100.0																																																																									
0.15	100			100.0																																																																									
0.07	200			100.0																																																																									
Residuo			100.0																																																																										
Fino eliminado en lavado			100.0																																																																										
Modulo de Finura			5.30																																																																										
Tamaño Maximo			3/8"																																																																										
Tamaño Maximo Nominal			N°4																																																																										
<b>II.- MATERIAL FINO QUE LA MALLA # 200 (NTP 400.018)</b>																																																																													
Peso material seco sucio aprox. 0,1g (1)		101.8																																																																											
Peso material seco lavado aprox. 0,1g (2)		101.8																																																																											
Fino por lavado - aprox. 0.1% = (1-2)/1x100																																																																													
<b>III. - SECADO A MASA CONSTANTE : (NTP 339.185:2002)</b>																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Condición de muestra</th> <th>Material sucio</th> <th>Material lavado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso humedo (g)</td> <td>101.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso seco 1 (g)</td> <td>101.8</td> <td>101.8</td> </tr> <tr> <td>Peso seco 2 (g)</td> <td>101.8</td> <td>101.8</td> </tr> <tr> <td>Peso seco 3 (g)</td> <td>101.8</td> <td>101.8</td> </tr> <tr> <td>Diferencia 1 - 2 (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diferencia 2 - 3 (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hora</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Condición de muestra	Material sucio	Material lavado	Peso humedo (g)	101.8		Peso seco 1 (g)	101.8	101.8	Peso seco 2 (g)	101.8	101.8	Peso seco 3 (g)	101.8	101.8	Diferencia 1 - 2 (%)			Diferencia 2 - 3 (%)			Humedad (%)			Hora	-	-																																																	
Condición de muestra	Material sucio	Material lavado																																																																											
Peso humedo (g)	101.8																																																																												
Peso seco 1 (g)	101.8	101.8																																																																											
Peso seco 2 (g)	101.8	101.8																																																																											
Peso seco 3 (g)	101.8	101.8																																																																											
Diferencia 1 - 2 (%)																																																																													
Diferencia 2 - 3 (%)																																																																													
Humedad (%)																																																																													
Hora	-	-																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diametro mm</th> <th>% que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.075</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.15</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1.18</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2.36</td> <td>3.8</td> </tr> <tr> <td>4.75</td> <td>66.6</td> </tr> <tr> <td>9.5</td> <td>100.0</td> </tr> </tbody> </table>			Diametro mm	% que pasa	0.075	0	0.15	0	0.3	0	0.6	0	1.18	0	2.36	3.8	4.75	66.6	9.5	100.0																																																									
Diametro mm	% que pasa																																																																												
0.075	0																																																																												
0.15	0																																																																												
0.3	0																																																																												
0.6	0																																																																												
1.18	0																																																																												
2.36	3.8																																																																												
4.75	66.6																																																																												
9.5	100.0																																																																												
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>																																																																													
<b>Procedimiento de Secado :</b>	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022																																																																										
	Cocina	N° Balanza 01 : BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022																																																																										
<b>Procedimiento de Secado :</b>	Manual <input checked="" type="checkbox"/>	N° Tamizador : -	N° de Certificado : -																																																																										
	Mecanico																																																																												
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.																																																																												
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>																																																																													
																																																																													
<b>ESTE CERTIFICADO SIN SELLOS Y FIRMAS CARECEN DE VALIDEZ.</b>																																																																													

# Polipropileno-PP



*Polímero termoplástico que presenta excelente resistencia química e inocuidad ante compuestos orgánicos y ácidos, siendo así de aplicación para la industria alimentaria, posee buena rigidez, dureza y resistencia superficial; logrando así una buena estabilidad dimensional.*

*Aplicación: cajas, botellas, tuberías, industria automotriz, envases de alimentos y cosméticos.*

Propiedades Físicas	Valor	Unidad	Comentario
Gravedad específica	0.91	g / cm <sup>3</sup>	ASTM D792
Absorción de Agua	<= 0.010	%	Sumergido, 24hr; ASTM D570
	<= 0.010	%	Saturación en Agua (23°C), ASTM D570

Propiedades Mecánicas (23°C)	Valor	Unidad	Comentario
Dureza	78	Shore D	ASTM D2240
Esfuerzo de tracción	33	MPa	ASTM D638
Esfuerzo de tracción(65°C)	2.76	MPa	ASTM D638
Módulo de tracción	1.31	GPa	ASTM D638
Alargamiento de rotura	400	%	ASTM D638
Esfuerzo de flexión	33.1	MPa	ASTM D790
Módulo de flexión	1.34	GPa	ASTM D790
Esfuerzo de compresión	34.5	MPa	10 % de Deformación, ASTM D695
Módulo de compresión	1.38	GPa	ASTM D695
Ensayo de impacto Izod con entalle	0.641	J/cm	ASTM D256 Tipo A
Coefficiente de fricción dinámica	0.25		Seco vs. Acero; QTM55007
Maquinabilidad	3		Rango 1-10, 1 fácil de maquinar

Propiedades Térmicas	Valor	Unidad	Comentario
Fusión	164	°C	Máximo cristalino; ASTM D3418
Máxima temperatura de servicio	82	°C	Temperatura del aire continuo
Deflexión a 1.8 MPa	98	°C	ASTM D648
Inflamabilidad	HB		Espesor 3.17 mm

Nota: 1 g/cm<sup>3</sup> = 1000 kg/m<sup>3</sup> ; 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>

**Polipropileno-PP**

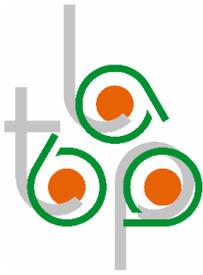


Propiedades de Resistencia Química	Valor	Comentario
Ácidos fuerte	Aceptable	pH 1-3
Ácidos débiles	Aceptable	
Alcohol	Aceptable	
Alcalinos fuertes	Aceptable	pH 11-14
Disolventes clorados	No Aceptable	
Exposición al sol constante	Limitada	
Agua caliente	Limitada	
Hidrocarburos alifáticos	No Aceptable	
Hidrocarburos aromáticos	No Aceptable	
Soluciones salinas inorgánicas	Aceptable	
Cetonas y esteres	No Aceptable	



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMAS APLICADAS</b>	<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL (NTP 400.012:2001) / ASTM C 136-1996</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-GRANAF-054 REV. 04</b>																																																																						
<b>N° DE SOLICITUD :</b> LCE-103-05-2023																																																																								
<b>SOLICITANTE :</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO																																																																								
<b>PROYECTO :</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023																																																																								
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> CUTERVO, CAJAMARCA																																																																								
<b>MATERIAL :</b> ADICION HDPE		<b>N° CERTIFICADO :</b> LEM-ENGIL-LAA-23-005																																																																						
<b>PROCEDENCIA :</b> -		<b>N° CODIGO DE MUESTRA :</b> LAA-2023-005																																																																						
<b>UBICACIÓN :</b> -		<b>FECHA MUESTREO :</b> 24/05/2023																																																																						
<b>KM / N° CAPA :</b> -		<b>FECHA ENSAYO :</b> 02/06/2023																																																																						
<b>EMPLEO DEL AGREGADO :</b> MEZCLA DE ASFALTO																																																																								
<b>I. - GRANULOMETRIA (NTP 400.012)</b>																																																																								
Peso muestra seca Inicial (g)		103.7																																																																						
<b>II. - MATERIAL FINO QUE LA MALLA # 200 (NTP 400.018)</b>																																																																								
Peso material seco sucio aprox. 0,1g (1)		103.7																																																																						
Peso material seco lavado aprox. 0,1g (2)		103.5																																																																						
Fino por lavado - aprox. 0.1% = (1-2)/1x100		0.2																																																																						
<b>III. - SECADO A MASA CONSTANTE : (NTP 339.185:2002)</b>																																																																								
<b>Condición de muestra</b>	<b>Material sucio</b>	<b>Material lavado</b>																																																																						
Peso humedo (g)	103.7																																																																							
Peso seco 1 (g)	103.7	103.5																																																																						
Peso seco 2 (g)	103.7	103.5																																																																						
Peso seco 3 (g)	103.7	103.5																																																																						
Diferencia 1 - 2 (%)																																																																								
Diferencia 2 - 3 (%)																																																																								
Humedad (%)																																																																								
Hora	-	-																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamiz</th> <th>Peso Retenido Parcial</th> <th>% Retenido Parcial</th> <th>% Retenido Acumulado</th> <th>% Acumulado que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9.52 mm / 3/8"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>4.76 mm / N°4</td> <td>32.3</td> <td>31.1</td> <td>31.1</td> <td>68.9</td> </tr> <tr> <td>2.38 mm / 8</td> <td>67.3</td> <td>64.9</td> <td>96.0</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>1.19 mm / 16</td> <td>3.9</td> <td>3.8</td> <td>99.8</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>0.60 mm / 30</td> <td></td> <td></td> <td>99.8</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>0.30 mm / 50</td> <td></td> <td></td> <td>99.8</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>0.15 mm / 100</td> <td></td> <td></td> <td>99.8</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>0.07 mm / 200</td> <td></td> <td></td> <td>99.8</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>Residuo</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>99.9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fino eliminado en lavado</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>100.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Modulo de Finura</td> <td>5.26</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tamaño Maximo</td> <td>3/8"</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tamaño Maximo Nominal</td> <td>N°4</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Tamiz	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa	9.52 mm / 3/8"				100.0	4.76 mm / N°4	32.3	31.1	31.1	68.9	2.38 mm / 8	67.3	64.9	96.0	4.0	1.19 mm / 16	3.9	3.8	99.8	0.2	0.60 mm / 30			99.8	0.2	0.30 mm / 50			99.8	0.2	0.15 mm / 100			99.8	0.2	0.07 mm / 200			99.8	0.2	Residuo	0.1	0.1	99.9		Fino eliminado en lavado	0.1	0.1	100.0		Modulo de Finura		5.26			Tamaño Maximo		3/8"			Tamaño Maximo Nominal		N°4		
Tamiz	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa																																																																				
9.52 mm / 3/8"				100.0																																																																				
4.76 mm / N°4	32.3	31.1	31.1	68.9																																																																				
2.38 mm / 8	67.3	64.9	96.0	4.0																																																																				
1.19 mm / 16	3.9	3.8	99.8	0.2																																																																				
0.60 mm / 30			99.8	0.2																																																																				
0.30 mm / 50			99.8	0.2																																																																				
0.15 mm / 100			99.8	0.2																																																																				
0.07 mm / 200			99.8	0.2																																																																				
Residuo	0.1	0.1	99.9																																																																					
Fino eliminado en lavado	0.1	0.1	100.0																																																																					
Modulo de Finura		5.26																																																																						
Tamaño Maximo		3/8"																																																																						
Tamaño Maximo Nominal		N°4																																																																						
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>																																																																								
<b>Procedimiento de Secado :</b>	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022																																																																					
	Cocina	N° Balanza 01 : BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022																																																																					
<b>Procedimiento de Secado :</b>	Manual <input checked="" type="checkbox"/>	N° Tamizador : -	N° de Certificado : -																																																																					
	Mecanico																																																																							
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.																																																																							
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>																																																																								
ESTE CERTIFICADO SIN SELLOS Y FIRMAS CARECEN DE VALIDEZ.																																																																								



## Polietileno de Alta Densidad (HDPE)

### Descripción:

Polietileno de Alto Impacto de  
Fácil procesamiento diseñado  
Para aplicaciones generales e  
Ideal para procesos de  
Termoformado

### Características Principales:

Alta Densidad  
Fácil Procesamiento  
Alta Productividad  
FDA

### Propiedades ASTM e ISO

Físicas	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Gravedad Específica		0.96	ASTM D792
Flujo de Masa (fundida)			ASTMD1238
	190°C/2.16 Kg	0.8 g/10 min	
	190°C/21.6 Kg	57 g/10 min	
Resistencia al agrietamiento por tensión ambiental			ASTM D 1693
	122 °F, 100% Igepal, F50	20 hr	
Mecánicas	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Resistencia a la tracción		4600 psi	ASTM D638
Resistencia a la rotura		3500 psi	ASTM D638
Rendimiento de alargamiento a la tracción		7 %	ASTM D638
Rotura de alargamiento por tracción		1000 %	ASTM D638
Módulo de flexión -2% secante		188000 psi	ASTM d790b
Impact	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Resistencia a la tracción		40 ft-lb/in <sup>2</sup>	ASTM D1822
Dureza	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Durómetro Dureza		66	ASTM D2240
Térmica	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Temperatura de deflexión bajo carga		169 °F	ASTMD648
Tempratura de fragilidad		< -105 °F	ASTM D746
Temperatura de reblandecimiento Vicat		268 °F	ASTMD1525
Térmica	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
Temperatura de Fusión		271 °F	Interno
Temperatura Pico de Cristalización		248 °F	Interno

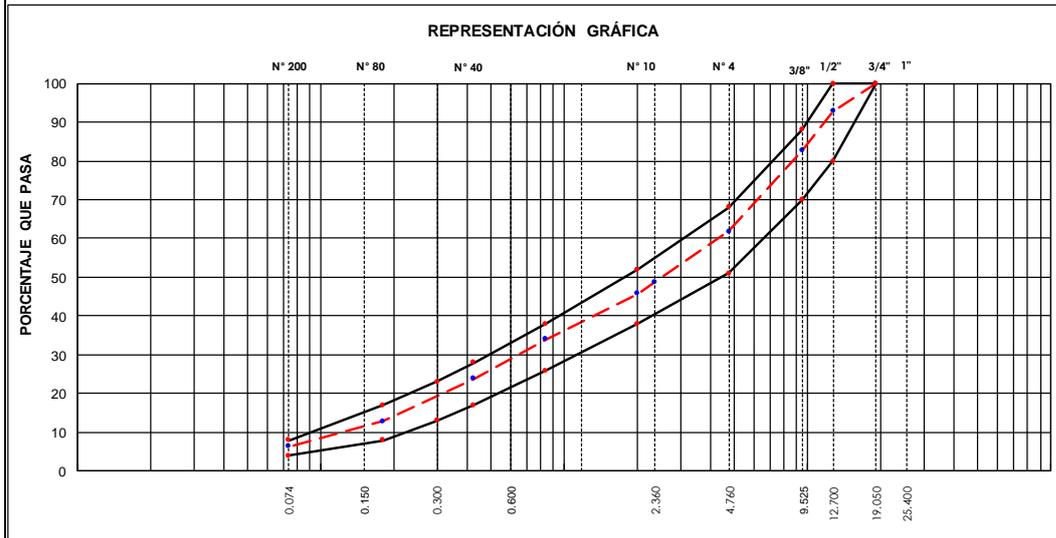
Información Adicional	Unidad de Valor Nominal	Unidad	Método de Prueba
	Placa moldeada y probada de acuerdo a ASTM D4976		



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMAS APLICADAS</b>	<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL</b> (NTP 400.012:2001) / ASTM C 136-1996 / MTC E 204	<b>FORM-LEM-ENGIL-GRANAGS-039</b> REV. 04
<b>N° DE SOLICITUD:</b>	LCE-103-05-2023	
<b>SOLICITANTE:</b>	PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-LAA-23-002
<b>PROYECTO:</b>	INFLUENCIA DEL PLASTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>	CUTERVO, CAJAMARCA	<b>CODIGO DE MUESTRA:</b> LAA-2023-002
<b>MATERIAL:</b>	AGREGADOS PARA ASFALTO	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 24/05/2022
<b>PROCEDENCIA</b>	CANTERA CUTERVO, CAJAMARCA	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 25/05/2022

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			MAC 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumulado	Que pasa		
1"	25.400				100.0		Muestreo por : <b>EL SOLICITANTE</b>
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	<b>100</b>	Tamaño Máximo Nominal : <b>1/2"</b>
1/2"	12.700	273.3	7.2	7.2	92.8	<b>80 - 100</b>	Peso de material sin lavar : <b>3792.0</b> g
3/8"	9.500	383.2	10.1	17.3	82.7	<b>70 - 88</b>	
N°4	4.750	793.4	20.9	38.2	61.8	<b>51 - 68</b>	
N° 8	2.360	494.3	13.0	51.3	48.7		
N° 10	2.000	109.3	2.9	54.2	45.8	<b>38 - 52</b>	<b>DISEÑO (Proporciones)</b>
N° 20	0.840	449.4	11.9	66.0	34.0		
N° 40	0.425	385.6	10.2	76.2	23.8	<b>17 - 28</b>	<b>Grava 3/4"</b> : <b>29.6</b> %
N° 80	0.180	414.4	10.9	87.1	12.9	<b>8 - 17</b>	<b>Arena</b> : <b>70.4</b> %
N° 200	0.074	245.5	6.5	93.6	6.4	<b>4 - 8</b>	
< 200	-	243.6	6.4	100.0			



<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>			
<b>Procedimiento de Horno</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° de Horno:</b> HN02	<b>N° de Certificado:</b> 291-CT-T-2022
<b>Secado:</b> Cocina	<input type="checkbox"/>	<b>N° Balanza 01:</b> BLO8	<b>N° de Certificado:</b> 040-CM-M-2023
		<b>N° Balanza 02:</b> BL12	<b>N° de Certificado:</b> 256-CM-M-2022
<b>Procedimiento de Manual</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>N° Tamizador:</b> -	<b>N° de Certificado:</b> -
<b>Tamizado:</b> Mecanico	<input type="checkbox"/>		
<b>Observaciones:</b> NINGUNA.			

**LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
 VICTOR HERRERIAS ACOSTA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-DAC-302 REV. 04</b>
-----------------------	---	---

**N° DE SOLICITUD:** LCE-118-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-005

**UBICACIÓN DE PROYECTO:** CUTERVO, CAJAMARCA  
**MATERIAL:** DISEÑO PATRÓN

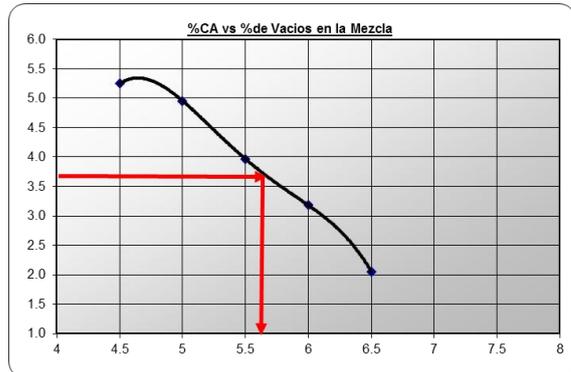
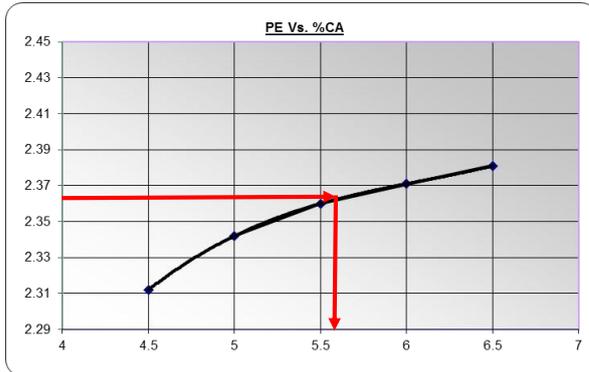
**N° CODIGO DE MUESTRA:** LAA-2023-005 / LAA-2023-006

**FECHA DE ENSAYO:** 05/06/2023

## DATOS PARA LAS GRAFICAS DE MARSHALL

Contenido de asfalto	PE Bulk	% de vacios			Estabilidad promedio (kg)	Flujo promedio (cm)
		Mezcla (%)	Agregado (%)	c/asfalto (%)		
4.5	2.314	5.263	14.878	64.998	643	0.193
5.0	2.347	4.973	15.697	68.455	720	0.221
5.5	2.363	3.983	15.489	76.576	878	0.264
6.0	2.370	3.201	15.943	80.156	868	0.235
6.5	2.384	2.067	15.914	86.873	790	0.303

## GRAFICOS



## LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54305

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-DAC-302 REV. 04</b>
-----------------------	---	---

**N° DE SOLICITUD:** LCE-118-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-005

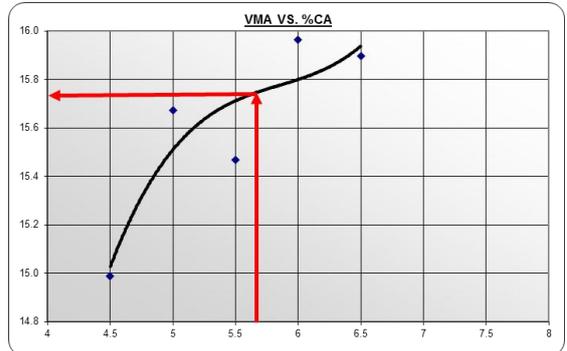
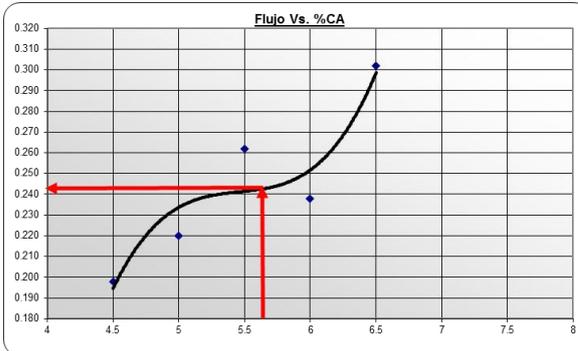
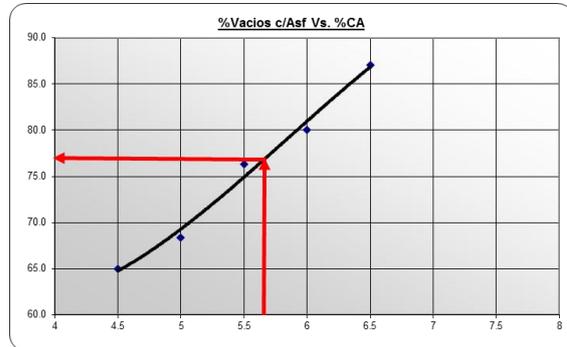
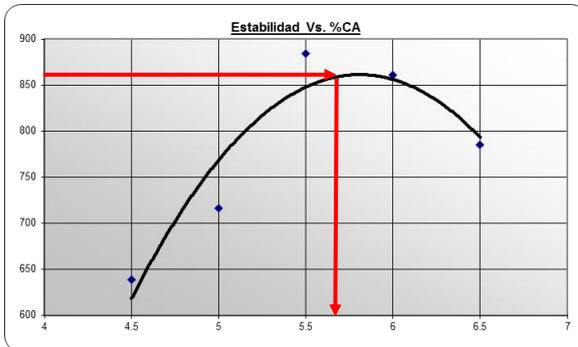
**UBICACIÓN DE PROYECTO:** CUTERVO, CAJAMARCA

**N° CODIGO DE MUESTRA:** LAA-2023-005 / LAA-2023-006

**MATERIAL:** DISEÑO PATRÓN

**FECHA DE ENSAYO:** 05/06/2023

## GRAFICOS



LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA (MTC E 514)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APB-212 REV. 04</b>
-----------------------	---	---------------------------------------

**N° DE SOLICITUD:** LCE-119-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-022

**UBICACIÓN DE PROYECTO :** CUTERVO, CAJAMARCA  
**MATERIAL :** DISEÑO PATRÓN

**FECHA DE MUESTREO:** 10/06/2023  
**FECHA DE ENSAYO:** 11/06/2022

**PESO ESPECIFICO BULK**

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-009	LAE-2023-010	LAE-2023-011	LAE-2023-012	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
Nro golpes:	75	75	75	75	
Peso de briqueta al aire :	1181.3	1178.40	1185.4	1201.0	
Peso de briqueta saturada :	1194.1	1189.3	1197.6	1202.0	
Peso de briqueta en el agua:	691.2	688.6	694.8	691.6	
volumen de briqueta:	502.9	500.7	502.8	510.4	
peso especifico bulk:	2.349	2.354	2.358	2.353	2.353

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno  
Cocina

X

**N° de Horno :** HNO2

**N° de Certificado :** 291-CT-T-2022

**N° de Balanza :** BL12

**N° de Certificado :** 256-CM-M-2022

**Observaciones:** Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR H. HERVAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54509

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA EMPLEADA	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS (MTC E 505)	FORM-LEM-ENGIL-APV-214 REV. 04
----------------	--	-----------------------------------

N° DE SOLICITUD: **LCE-119-06-2023**

SOLICITANTE: **PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO**

PROYECTO: **INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023** N° DE CERTIFICADO: **LEM-ENGIL-DAC-23-022**

UBICACIÓN DE PROYECTO : **CUTERVO, CAJAMARCA** FECHA DE MUESTREO: **10/06/2023**

MATERIAL : **DISEÑO PATRÓN** FECHA DE ENSAYO: **11/06/2023**

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE					
CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-009	LAE-2023-010	LAE-2023-011	LAE-2023-012	
Nro briqueta	1	2	3	4	<b>Promedio</b>
peso especifico bulk:	2.349	2.354	2.358	2.353	
peso especifico máximo (rice):	2.437	2.437	2.437	2.437	
% de Vacios:	3.6	3.4	3.3	3.4	

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado : Horno	<b>X</b>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291CT-T-2022
Cocina		N° de Balanza : BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.		

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**





**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL ( MTC E 504)</b>	<b>FORM -LEM-ENGIL-AEF-213 REV. 04</b>			
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-119-06-2023					
<b>SOLICITANTE:</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO					
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-DAC-23-022			
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> CUTERVO, CAJAMARCA		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023			
<b>MATERIAL :</b> DISEÑO PATRÓN		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/06/2023			
<b>ENSAYO ESTABILIDAD Y FLUJO</b>					
<b>CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)</b>	<b>LAE-2023-009</b>	<b>LAE-2023-010</b>	<b>LAE-2023-011</b>	<b>LAE-2023-012</b>	<b>Promedio</b>
Nro briqueta	1	2	3	4	
estabilidad kg:	928	920	948	935	
factor estabilidad:	1.0	1.0	1.0	1.0	
estabilidad corregida kg:	894	920	948	935	<b>924</b>
flujo . Pulg:	9.7	9.8	9.7	9.8	<b>9.8</b>
flujo . Mm :	2.46	2.49	2.46	2.49	<b>2.48</b>
relación estabilidad/flujo kg/cm2:	3629	3696	3848	3756	<b>3732</b>
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>					
Procedimiento de Secado : Horno	<b>X</b>	<b>N° de Horno :</b> HN02	<b>N° de Certificado :</b> 291CT-T-2022		
Cocina		<b>N° de Prensa :</b> PM01	<b>N° de Certificado :</b> LFP-747-2022		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.				
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>					
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.					



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

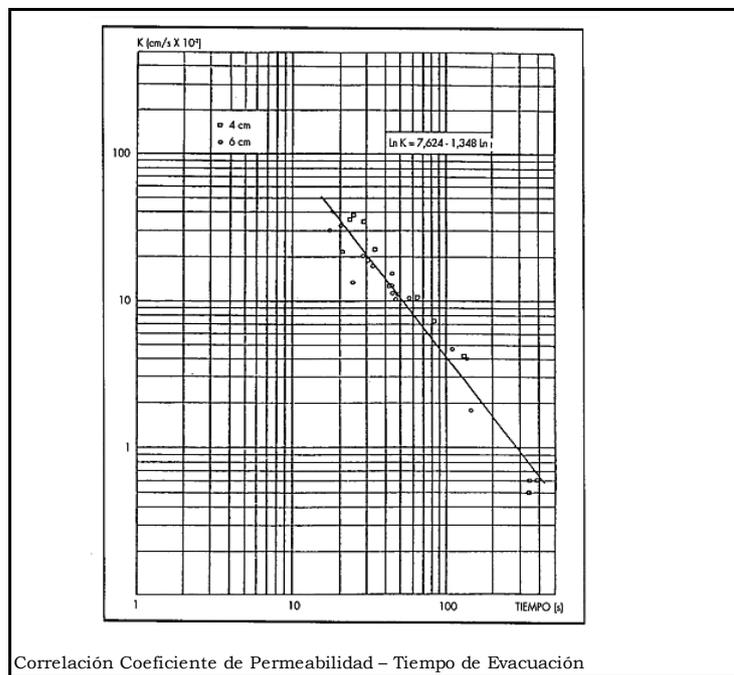
<b>NORMA APLICADA</b>	<b>PERMEABILIDAD IN SITU DE PAVIMENTOS DRENANTES CON EL PERMEAMETRO LCS - MTC E 516</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-PERMASF-057B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-119-06-2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-LAA-23-012
<b>SOLICITANTE</b>	: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	
<b>UBICACION DE PROYECTO</b>	: CUTERVO, CAJAMARCA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LAE-2023-012
		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/06/2023

### DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : MUESTRA PATRON

### DETERMINACIÓN DEL ENSAYO

N° de ensayo	Tiempo de evacuación del agua (s)
1	23



### RESULTADOS OBTENIDOS

<b>Coefficiente de permeabilidad</b>	(cm/s)x10 <sup>-2</sup>	<b>30</b>
--------------------------------------	-------------------------	-----------

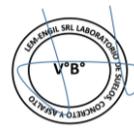
### EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

N° Cronometro : CR-01

N° de Certificado : T's-0100-2020

Observaciones: NINGUNA.

### LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR F. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54805

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA (MTC E 514)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APB-212 REV. 04</b>
-----------------------	---	---

**N° DE SOLICITUD:** LCE-123-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-026

**UBICACIÓN DE**

**PROYECTO :** CUTERVO, CAJAMARCA

**MATERIAL :** DISEÑO PATRÓN MAS 2% DE PP

**FECHA DE MUESTREO:** 10/06/2023

**FECHA DE ENSAYO:** 11/06/2023

**PESO ESPECIFICO BULK**

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-025	LAE-2023-026	LAE-2023-027	LAE-2023-028	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
Nro golpes:	75	75	75	75	
Peso de briqueta al aire :	1166.4	1160.6	1166.8	1160.8	
Peso de briqueta saturada :	1173.2	1167.6	1172.4	1168.8	
Peso de briqueta en el agua:	667.3	664.3	665.1	665	
volumen de briqueta:	505.9	503.3	507.3	503.8	
peso especifico bulk:	2.306	2.306	2.300	2.304	2.304

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno

**N° de Horno :** HN02

**N° de Certificado :** 291-CT-T-2022

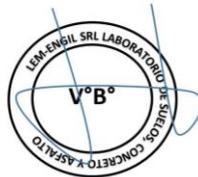
Cocina

**N° de Balanza :** BL12

**N° de Certificado :** 256-CM-M-2022

**Observaciones:** Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTOR HERRERIASACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA EMPLEADA	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS (MTC E 505)	FORM-LEM-ENGIL-APV-214 REV. 04
----------------	--	-----------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-123-06-2023

SOLICITANTE: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

PROYECTO: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES  
DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-DAC-23-026

UBICACIÓN DE PROYECTO: CUTERVO, CAJAMARCA

MATERIAL: DISEÑO PATRÓN MAS 2% DE PP

FECHA DE MUESTREO: 10/06/2023

FECHA DE ENSAYO: 11/06/2023

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-025	LAE-2023-026	LAE-2023-027	LAE-2023-028	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
peso especifico bulk:	2.306	2.306	2.300	2.304	
peso especifico máximo (rice):	2.389	2.389	2.389	2.389	
% de Vacios:	3.5	3.5	3.7	3.6	

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado: Horno

X

N° de Horno: HN02

N° de Certificado: 291-CT-T-2022

Cocina

N° de Balanza: BL12

N° de Certificado: 256-CM-M-2022

Observaciones: Ninguna.

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVIA ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA EMPLEADA	RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL ( MTC E 504)	FORM-LEM-ENGIL-AEF-213 REV. 04
----------------	---	-----------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-123-06-2023

SOLICITANTE: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

PROYECTO: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES  
DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-DAC-23-026

UBICACIÓN DE PROYECTO: CUTERVO, CAJAMARCA

MATERIAL: DISEÑO PATRÓN MAS 2% DE PP

FECHA DE MUESTREO: 10/06/2023

FECHA DE ENSAYO: 11/06/2023

ENSAYO ESTABILIDAD Y FLUJO

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-025	LAE-2023-026	LAE-2023-027	LAE-2023-028	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
estabilidad kg:	897	907	906	885	
factor estabilidad:	1.0	1.0	1.0	1.0	
estabilidad corregida kg:	897	907	906	885	899
flujo . Pulg:	10.1	10.2	10.0	10.1	10.1
flujo . Mm :	2.57	2.59	2.54	2.57	2.57
relación estabilidad/flujo kg/cm2:	3497	3501	3567	3450	3504

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado : Horno

X

N° de Horno : HN02

N° de Certificado : 294CT-T-2022

Cocina

N° de Prensa : PM01

N° de Certificado : LFP-747-2022

Observaciones: Ninguna.

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54808

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA (MTC E 514)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APB-212 REV. 04</b>
-----------------------	---	---------------------------------------

**N° DE SOLICITUD:** LCE-124-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-027

**UBICACIÓN DE**

**PROYECTO :** CUTERVO, CAJAMARCA

**MATERIAL :** DISEÑO PATRÓN MAS 4% DE PP

**FECHA DE MUESTREO:** 10/06/2023

**FECHA DE ENSAYO:** 11/06/2023

**PESO ESPECIFICO BULK**

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-029	LAE-2023-030	LAE-2023-031	LAE-2023-032	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
Nro golpes:	75	75	75	75	
Peso de briqueta al aire :	1165.1	1161.7	1165.2	1168.2	
Peso de briqueta saturada :	1172.3	1167.6	1173.3	1174.5	
Peso de briqueta en el agua:	650.4	648.4	651.4	652.4	
volumen de briqueta:	521.9	519.2	521.9	522.1	
peso especifico bulk:	2.232	2.237	2.233	2.238	2.235

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno

**X**

**N° de Horno :** HN02

**N° de Certificado :** 291-CT-T-2022

Cocina

**N° de Balanza :** BL12

**N° de Certificado :** 256-CM-M-2022

**Observaciones:** Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTOR F. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. 54508

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS (MTC E 505)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APV-214 REV. 04</b>
-----------------------	---	---

**N° DE SOLICITUD:** LCE-124-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES  
DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-027

**UBICACIÓN DE PROYECTO:** CUTERVO, CAJAMARCA

**MATERIAL:** DISEÑO PATRÓN MAS 4% DE PP

**FECHA DE MUESTREO:** 10/06/2023

**FECHA DE ENSAYO:** 11/06/2023

**PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE**

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-029	LAE-2023-030	LAE-2023-031	LAE-2023-032	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
peso específico bulk:	2.232	2.237	2.233	2.238	
peso específico máximo (rice):	2.314	2.314	2.314	2.314	
% de Vacios:	3.5	3.3	3.5	3.3	

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno

**N° de Horno :** HN02

**N° de Certificado :** 294-CT-T-2022

Cocina

**N° de Balanza :** BL12

**N° de Certificado :** 256-CM-M-2022

**Observaciones:** Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTOR H. HERVAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL ( MTC E 504)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-AEF-213 REV. 04</b>
-----------------------	--	---------------------------------------

**N° DE SOLICITUD:** LCE-124-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-027

**UBICACIÓN DE PROYECTO:** CUTERVO, CAJAMARCA

**MATERIAL:** DISEÑO PATRÓN MAS 4% DE PP

**FECHA DE MUESTREO:** 10/06/2023

**FECHA DE ENSAYO:** 11/06/2023

**ENSAYO ESTABILIDAD Y FLUJO**

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-029	LAE-2023-030	LAE-2023-031	LAE-2023-032	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
estabilidad kg:	876	860	856	881	
factor estabilidad:	1.0	1.0	1.0	1.0	
estabilidad corregida kg:	876	860	856	881	<b>868</b>
flujo . Pulg:	12.0	11.9	12.1	11.8	<b>12.0</b>
flujo . Mm :	3.05	3.02	3.07	3.00	<b>3.04</b>
relación estabilidad/flujo kg/cm2:	2874	2845	2785	2939	<b>2861</b>

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno  
Cocina

**X**

**N° de Horno :** HN02

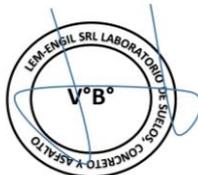
**N° de Certificado :** 291-CT-T-2022

**N° de Prensa :** PM01

**N° de Certificado :** LFP-747-2022

**Observaciones:** Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA (MTC E 514)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APB-212 REV. 04</b>
-----------------------	---	---------------------------------------

<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-125-06-2023	
<b>SOLICITANTE:</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-DAC-23-028
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> CUTERVO, CAJAMARCA	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
<b>MATERIAL :</b> DISEÑO PATRÓN MAS 6% DE PP	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/06/2023

<b>PESO ESPECIFICO BULK</b>					
-----------------------------	--	--	--	--	--

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-033	LAE-2023-034	LAE-2023-035	LAE-2023-036	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
Nro golpes:	75	75	75	75	
Peso de briqueta al aire :	1164.0	1153.5	1172.2	1166.5	
Peso de briqueta saturada :	1165.5	1155.6	1174.6	1172.8	
Peso de briqueta en el agua:	626.1	620.3	632.3	634.3	
volumen de briqueta:	539.4	535.3	542.3	538.5	
peso especifico bulk:	2.158	2.155	2.162	2.166	2.160

<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>					
--	--	--	--	--	--

Procedimiento de Secado : Horno	<b>X</b>	<b>N° de Horno :</b> HN02	<b>N° de Certificado :</b> 291-CT-T-2022		
Cocina		<b>N° de Balanza :</b> BL12	<b>N° de Certificado :</b> 256-CM-M-2022		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.				

<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>					
------------------------------------	--	--	--	--	--



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTORIA HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54808

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS (MTC E 505)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APV-214 REV. 04</b>				
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-125-06-2023						
<b>SOLICITANTE:</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO						
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023						
<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-DAC-23-028						
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO:</b> CUTERVO, CAJAMARCA						
<b>MATERIAL:</b> DISEÑO PATRÓN MAS 6% DE PP						
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023						
<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/06/2023						
<b>PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE</b>						
<b>CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)</b>	<b>LAE-2023-033</b>	<b>LAE-2023-034</b>	<b>LAE-2023-035</b>	<b>LAE-2023-036</b>	<b>Promedio</b>	
Nro briqueta	1	2	3	4		
peso especifico bulk:	2.158	2.155	2.162	2.166		
peso especifico máximo (rice):	2.224	2.224	2.224	2.224		
% de Vacios:	3.0	3.1	2.8	2.6		2.9
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>						
Procedimiento de Secado : Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>N° de Horno :</b> HN02	<b>N° de Certificado :</b> 294-CT-T-2022
Cocina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>N° de Balanza :</b> BL12	<b>N° de Certificado :</b> 256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.					
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>						
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.						



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL ( MTC E 504)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-AEF-213 REV. 04</b>
-----------------------	--	---------------------------------------

**N° DE SOLICITUD:** LCE-125-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-028

**UBICACIÓN DE PROYECTO:** CUTERVO, CAJAMARCA

**MATERIAL:** DISEÑO PATRÓN MAS 6% DE PP

**FECHA DE MUESTREO:** 10/06/2023

**FECHA DE ENSAYO:** 11/06/2023

**ENSAYO ESTABILIDAD Y FLUJO**

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-033	LAE-2023-034	LAE-2023-035	LAE-2023-036	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
estabilidad kg:	787	767	779	767	
factor estabilidad:	1.0	1.0	1.0	1.0	
estabilidad corregida kg:	787	767	779	767	<b>775</b>
flujo . Pulg:	13.8	13.9	14.0	14.1	<b>14.0</b>
flujo . Mm :	3.51	3.53	3.56	3.58	<b>3.54</b>
relación estabilidad/flujo kg/cm2:	2245	2172	2191	2142	<b>2187</b>

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno

**X**

**N° de Horno :** HN02

**N° de Certificado :** 294CT-T-2022

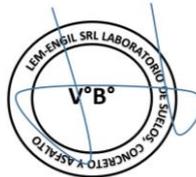
Cocina

**N° de Prensa :** PM01

**N° de Certificado :** LFP-747-2022

**Observaciones:** Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTOR H. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA (MTC E 514)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APB-212 REV. 04</b>
-----------------------	---	---------------------------------------

<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-120-06-2023	
<b>SOLICITANTE:</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-DAC-23-023
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> CUTERVO, CAJAMARCA	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
<b>MATERIAL :</b> DISEÑO PATRÓN MAS 1% DE HDPE	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/06/2023

PESO ESPECIFICO BULK					
CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-013	LAE-2023-014	LAE-2023-015	LAE-2023-016	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
Nro golpes:	75	75	75	75	
Peso de briqueta al aire :	1179.4	1170.1	1183.2	1173.4	
Peso de briqueta saturada :	1191.3	1184.4	1194.3	1184.5	
Peso de briqueta en el agua:	688.6	685.9	690.3	683.7	
volumen de briqueta:	502.7	498.5	504.0	500.8	
peso especifico bulk:	2.346	2.347	2.348	2.343	2.346

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado : Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
Cocina	<input type="checkbox"/>	N° de Balanza : BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.		

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS (MTC E 505)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APV-214 REV. 04</b>
-----------------------	---	---

**N° DE SOLICITUD:** LCE-120-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES  
DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-023

**UBICACIÓN DE PROYECTO :** CUTERVO, CAJAMARCA

**MATERIAL :** DISEÑO PATRÓN MAS 1% DE HDPE

**FECHA DE MUESTREO:** 10/06/2023

**FECHA DE ENSAYO:** 11/06/2023

## PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-013	LAE-2023-014	LAE-2023-015	LAE-2023-016	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
peso especifico bulk:	2.346	2.347	2.348	2.343	
peso especifico máximo (rice):	2.434	2.434	2.434	2.434	
% de Vacios:	3.6	3.6	3.5	3.7	

## EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado : Horno

X

N° de Horno : HN02

N° de Certificado : 291CT-T-2022

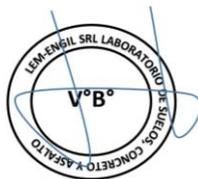
Cocina

N° de Balanza : BL12

N° de Certificado : 256-CM-M-2022

**Observaciones:** Ninguna.

## LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTORY H. HERVAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL ( MTC E 504)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-AEF-213 REV. 04</b>
-----------------------	--	---------------------------------------

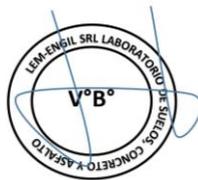
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-120-06-2023	
<b>SOLICITANTE:</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-DAC-23-023
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> CUTERVO, CAJAMARCA	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
<b>MATERIAL :</b> DISEÑO PATRÓN MAS 1% DE HDPE	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/06/2023

ENSAYO ESTABILIDAD Y FLUJO					
CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-013	LAE-2023-014	LAE-2023-015	LAE-2023-016	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
estabilidad kg:	938	931	928	923	
factor estabilidad:	1.0	1.0	1.0	1.0	
estabilidad corregida kg:	938	931	928	923	<b>930</b>
flujo . Pulg:	9.8	9.7	9.7	9.6	<b>9.7</b>
flujo . Mm :	2.49	2.46	2.46	2.44	<b>2.46</b>
relación estabilidad/flujo kg/cm2:	3768	3779	3767	3785	<b>3775</b>

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO					
Procedimiento de Secado : Horno	<b>X</b>	N° de Horno :	HN02	N° de Certificado :	291CT-T-2022
Cocina		N° de Prensa :	PM01	N° de Certificado :	LFP-747-2022

**Observaciones:** Ninguna.

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR HERRERIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54805

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA (MTC E 514)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APB-212 REV. 04</b>			
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-121-06-2023					
<b>SOLICITANTE:</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO					
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023					
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> CUTERVO, CAJAMARCA		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-DAC-23-024			
<b>MATERIAL :</b> DISEÑO PATRÓN MAS 3% DE HDPE		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023			
<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/06/2023					
<b>PESO ESPECIFICO BULK</b>					
CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-017	LAE-2023-018	LAE-2023-019	LAE-2023-020	<b>Promedio</b>
Nro briqueta	1	2	3	4	
Nro golpes:	75	75	75	75	2.304
Peso de briqueta al aire :	1182.4	1178.5	1175.1	1174.3	
Peso de briqueta saturada :	1195.2	1190.3	1186.4	1185.8	
Peso de briqueta en el agua:	682.2	677.5	677.1	676.2	
volumen de briqueta:	513.0	512.8	509.3	509.6	
peso especifico bulk:	2.305	2.298	2.307	2.304	
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>					
Procedimiento de Secado : Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>N° de Horno :</b> HN02 <b>N° de Certificado :</b> 291-CT-T-2022
Cocina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>N° de Balanza :</b> BL12 <b>N° de Certificado :</b> 256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.				
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>					
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.					



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA EMPLEADA	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS (MTC E 505)	FORM-LEM-ENGIL-APV-214 REV. 04
----------------	--	-----------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-121-06-2023

SOLICITANTE: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

PROYECTO: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES  
DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-DAC-23-024

UBICACIÓN DE PROYECTO : CUTERVO, CAJAMARCA

MATERIAL : DISEÑO PATRÓN MAS 3% DE HDPE

FECHA DE MUESTREO: 10/06/2023

FECHA DE ENSAYO: 11/06/2023

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-017	LAE-2023-018	LAE-2023-019	LAE-2023-020	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
peso especifico bulk:	2.305	2.298	2.307	2.304	
peso especifico máximo (rice):	2.394	2.394	2.394	2.394	
% de Vacios:	3.7	4.0	3.6	3.7	

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado : Horno

X

N° de Horno : HN02

N° de Certificado : 29-CT-T-2022

Cocina

N° de Balanza : BL12

N° de Certificado : 256-CM-M-2022

Observaciones: Ninguna.

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. 54808

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL ( MTC E 504)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-AEF-213 REV. 04</b>			
<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-121-06-2023					
<b>SOLICITANTE:</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO					
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023		<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-DAC-23-024			
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> CUTERVO, CAJAMARCA		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023			
<b>MATERIAL :</b> DISEÑO PATRÓN MAS 3% DE HDPE		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/06/2023			
<b>ENSAYO ESTABILIDAD Y FLUJO</b>					
<b>CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)</b>	<b>LAE-2023-017</b>	<b>LAE-2023-018</b>	<b>LAE-2023-019</b>	<b>LAE-2023-020</b>	<b>Promedio</b>
Nro briqueta	1	2	3	4	
estabilidad kg:	952	957	956	949	
factor estabilidad:	1.0	1.0	1.0	1.0	
estabilidad corregida kg:	952	957	956	949	<b>954</b>
flujo . Pulg:	9.5	9.4	9.5	9.6	<b>9.5</b>
flujo . Mm :	2.41	2.39	2.41	2.44	<b>2.41</b>
relación estabilidad/flujo kg/cm2:	3945	4008	3962	3892	<b>3952</b>
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>					
Procedimiento de Secado : Horno	<b>X</b>	<b>N° de Horno :</b> HN02	<b>N° de Certificado :</b> 291CT-T-2022		
Cocina		<b>N° de Prensa :</b> PM01	<b>N° de Certificado :</b> LFP-747-2022		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.				
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>					
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.					



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PESO ESPECIFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA (MTC E 514)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APB-212 REV. 04</b>
-----------------------	---	---------------------------------------

**N° DE SOLICITUD:** LCE-122-06-2023

**SOLICITANTE:** PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023

**N° DE CERTIFICADO:** LEM-ENGIL-DAC-23-025

**UBICACIÓN DE**

**PROYECTO :** CUTERVO, CAJAMARCA

**MATERIAL :** DISEÑO PATRÓN MAS 5% DE HDPE

**FECHA DE MUESTREO:** 10/06/2023

**FECHA DE ENSAYO:** 11/06/2023

**PESO ESPECIFICO BULK**

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-021	LAE-2023-022	LAE-2023-023	LAE-2023-024	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
Nro golpes:	75	75	75	75	
Peso de briqueta al aire :	1165.6	1187.4	1170.3	1170.8	
Peso de briqueta saturada :	1181.4	1199.4	1182.1	1185.3	
Peso de briqueta en el agua:	662.7	670.5	661.4	665.8	
volumen de briqueta:	518.7	528.9	520.7	519.5	
peso especifico bulk:	2.247	2.245	2.248	2.254	2.248

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno

N° de Horno : HN02

N° de Certificado : 291-CT-T-2022

Cocina

N° de Balanza : BL12

N° de Certificado : 256-CM-M-2022

**Observaciones:** Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR H. HERVÍAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. 54509

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA EMPLEADA</b>	<b>PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS (MTC E 505)</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-APV-214 REV. 04</b>
-----------------------	---	---

<b>N° DE SOLICITUD:</b> LCE-122-06-2023	
<b>SOLICITANTE:</b> PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-DAC-23-025
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO :</b> CUTERVO, CAJAMARCA	<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
<b>MATERIAL :</b> DISEÑO PATRÓN MAS 5% DE HDPE	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/06/2023

PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE					
CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-021	LAE-2023-022	LAE-2023-023	LAE-2023-024	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
peso específico bulk:	2.247	2.245	2.248	2.254	
peso específico máximo (rice):	2.349	2.349	2.349	2.349	
% de Vacios:	4.3	4.4	4.3	4.1	

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO					
Procedimiento de Secado : Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno :	HN02	N° de Certificado :	291-CT-T-2022
Cocina	<input type="checkbox"/>	N° de Balanza :	BL12	N° de Certificado :	256-CM-M-2022
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.				

LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO



LEM-ENGIL S.R.L.  
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA EMPLEADA	RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL ( MTC E 504)	FORM-LEM-ENGIL-AEF-213 REV. 04
----------------	---	--------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-122-06-2023  
SOLICITANTE: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO  
PROYECTO: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023 N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-DAC-23-025  
UBICACIÓN DE PROYECTO : CUTERVO, CAJAMARCA  
MATERIAL : DISEÑO PATRÓN MAS 5% DE HDPE  
FECHA DE MUESTREO: 10/06/2023  
FECHA DE ENSAYO: 11/06/2023

**ENSAYO ESTABILIDAD Y FLUJO**

CODIGO DE ESPECIMEN (LAE)	LAE-2023-021	LAE-2023-022	LAE-2023-023	LAE-2023-024	Promedio
Nro briqueta	1	2	3	4	
estabilidad kg:	965	968	971	967	
factor estabilidad:	1.0	1.0	1.0	1.0	
estabilidad corregida kg:	965	968	971	967	<b>968</b>
flujo . Pulg:	8.6	8.7	8.6	8.6	<b>8.6</b>
flujo . Mm :	2.18	2.21	2.18	2.18	<b>2.19</b>
relación estabilidad/flujo kg/cm2:	4418	4380	4445	4427	<b>4418</b>

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

Procedimiento de Secado : Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno : HN02	N° de Certificado : 291CT-T-2022
Cocina	<input type="checkbox"/>	N° de Prensa : PM01	N° de Certificado : LFP-747-2022

Observaciones: Ninguna.

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



LEM-ENGIL S.R.L.  
VICTOR F. HERVAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54609

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	PERMEABILIDAD IN SITU DE PAVIMENTOS DRENANTES CON EL PERMEAMETRO LCS - MTC E 516	FORM-LEM-ENGIL-PERMA5F-057B REV. 04
N° DE SOLICITUD	: LCE-123-06-2023	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-LAA-23-028
SOLICITANTE	: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CUTERVO, CAJAMARCA	N° CODIGO DE MUESTRA: LAE-2023-024
		FECHA DE MUESTREO: 10/06/2023
		FECHA DE ENSAYO: 14/06/2023
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
Muestra	: DISEÑO PATRÓN MAS 2% DE PP	
<b>DETERMINACIÓN DEL ENSAYO</b>		
N° de ensayo	Tiempo de evacuación del agua (s)	
1	21	
<p>Correlación Coeficiente de Permeabilidad - Tiempo de Evacuación</p>		
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>		
Coefficiente de permeabilidad (cm/s)x10 <sup>-2</sup>	32	
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>		
N° Cronometro	: CR-01	N° de Certificado : T's-0100-2020
Observaciones:	NINGUNA.	
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		



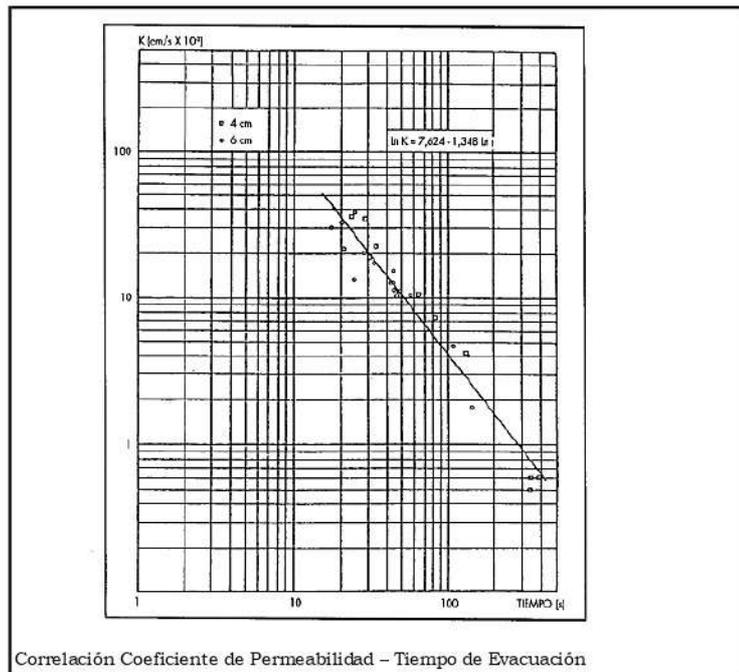
LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>PERMEABILIDAD IN SITU DE PAVIMENTOS DRENANTES CON EL PERMEAMETRO LCS - MTC E 516</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-PERMA SF-057B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-124-06-2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-LAA-23-032
<b>SOLICITANTE</b>	: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	
<b>UBICACION DE PROYECTO</b>	: CUTERVO, CAJAMARCA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LAE-2023-032
		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: DISEÑO PATRÓN MAS 4% DE PP

**DETERMINACIÓN DEL ENSAYO**

N° de ensayo	Tiempo de evacuación del agua (s)
1	22



RESULTADOS OBTENIDOS		
<b>Coefficiente de permeabilidad</b>	(cm/s)x10 <sup>-2</sup>	<b>29</b>

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
<b>N° Cronometro :</b> CR-01		<b>N° de Certificado :</b> T's-0100-2020
<b>Observaciones:</b> NINGUNA.		

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTOR MERWAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. 5480



LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

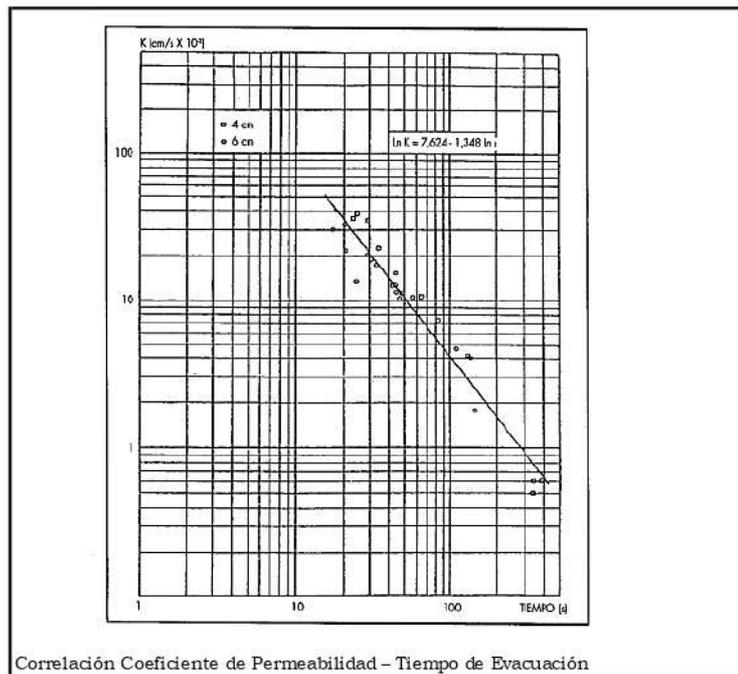
<b>NORMA APLICADA</b>	<b>PERMEABILIDAD IN SITU DE PAVIMENTOS DRENANTES CON EL PERMEAMETRO LCS - MTC E 516</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-PERMASF-057B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-125-06-2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-LAA-23-036
<b>SOLICITANTE</b>	: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	
<b>UBICACION DE PROYECTO</b>	: CUTERVO, CAJAMARCA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LAE-2023-036
		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/06/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : DISEÑO PATRÓN MAS 6% DE PP

**DETERMINACIÓN DEL ENSAYO**

N° de ensayo	Tiempo de evacuación del agua (s)
1	25



**RESULTADOS OBTENIDOS**

<b>Coefficiente de permeabilidad</b> (cm/s)x 10 <sup>-3</sup>	<b>25</b>
---	-----------

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

<b>N° Cronometro :</b> CR-01	<b>N° de Certificado :</b> T's-0100-2020
<b>Observaciones:</b> NINGUNA.	

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTOR FERRERIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ



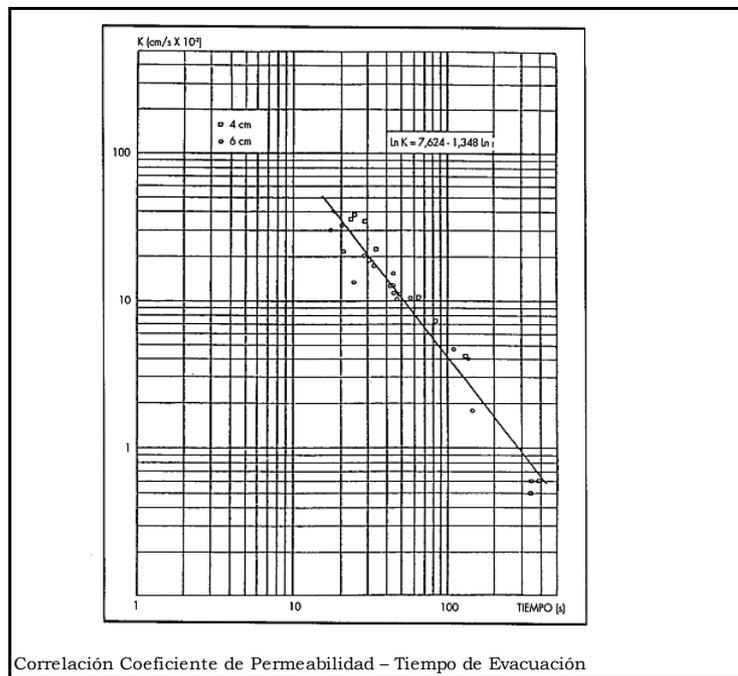
LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>PERMEABILIDAD IN SITU DE PAVIMENTOS DRENANTES CON EL PERMEAMETRO LCS - MTC E 516</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-PERMAF-057B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-120-06-2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-LAA-23-016
<b>SOLICITANTE</b>	: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: CUTERVO, CAJAMARCA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LAE-2023-016
		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: DISEÑO PATRÓN MAS 1% DE HDPE

**DETERMINACIÓN DEL ENSAYO**

N° de ensayo	Tiempo de evacuación del agua (s)
1	21



**RESULTADOS OBTENIDOS**

<b>Coefficiente de permeabilidad</b>	(cm/s)x10 <sup>-2</sup>	<b>37</b>
--------------------------------------	-------------------------	-----------

**EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO**

<b>N° Cronometro :</b> CR-01	<b>N° de Certificado :</b> T's-0100-2020
<b>Observaciones:</b> NINGUNA.	

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



**LEM-ENGIL S.R.L.**

VICTOR F. HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. 54805



# LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES DE INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>PERMEABILIDAD IN SITU DE PAVIMENTOS DRENANTES CON EL PERMEAMETRO LCS - MTC E 516</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-PERMA5F-057B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-121-06-2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-LAA-23-020
<b>SOLICITANTE</b>	: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: CUTERVO, CAJAMARCA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LAE-2023-020
		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/06/2023
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
Muestra	: DISEÑO PATRÓN MAS 3% DE HDPE	
<b>DETERMINACIÓN DEL ENSAYO</b>		
<b>N° de ensayo</b>	<b>Tiempo de evacuación del agua (s)</b>	
1	19	
<p>Correlación Coeficiente de Permeabilidad - Tiempo de Evacuación</p>		
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>		
<b>Coefficiente de permeabilidad</b>	<b>(cm/s)x10<sup>-2</sup></b>	<b>39</b>
<b>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</b>		
<b>N° Cronometro</b>	: CR-01	<b>N° de Certificado</b> : T's-0100-2020
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.	
<b>LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO</b>		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		



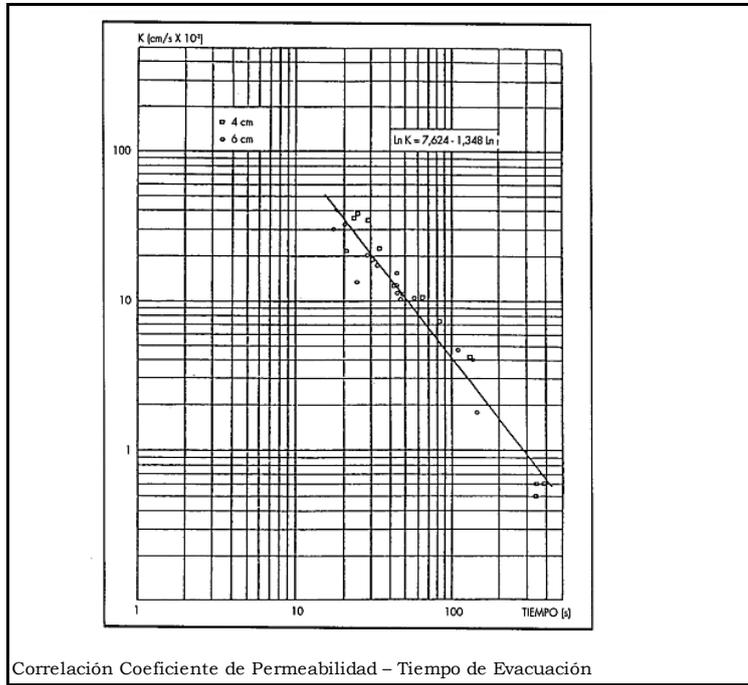
LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES DE INGENIERIA  
Y CONTROL DE CALIDAD

<b>NORMA APLICADA</b>	<b>PERMEABILIDAD IN SITU DE PAVIMENTOS DRENANTES CON EL PERMEAMETRO LCS - MTC E 516</b>	<b>FORM-LEM-ENGIL-PERMA5F-057B REV. 04</b>
<b>N° DE SOLICITUD</b>	: LCE-122-06-2023	<b>N° DE CERTIFICADO:</b> LEM-ENGIL-LAA-23-024
<b>SOLICITANTE</b>	: PAZ AGUILAR, ERLITA / UBILLÚS RODRÍGUEZ, JUAN RICARDO	
<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PP Y HDPE TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO EN LA AV. SAN JUAN, CUTERVO, CAJAMARCA, 2023	
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: CUTERVO, CAJAMARCA	<b>N° CODIGO DE MUESTRA:</b> LAE-2023-024
		<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 10/06/2023
		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 14/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: DISEÑO PATRÓN MAS 5% DE HDPE

**DETERMINACIÓN DEL ENSAYO**

N° de ensayo	Tiempo de evacuación del agua (s)
1	18



**RESULTADOS OBTENIDOS**

<b>Coeficiente de permeabilidad</b>	(cm/s)x10 <sup>-2</sup>	<b>42</b>
-------------------------------------	-------------------------	-----------

EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
<b>N° Cronometro :</b>	CR-01	<b>N° de Certificado :</b> T's-0100-2020
<b>Observaciones:</b>	NINGUNA.	

**LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO**



**LEM-ENGIL S.R.L.**  
VICTORIA HERVIAS ACOSTA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54605

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**040-CM-M-2023**  
**Área de Metrología**

Página 1 de 4

**Expediente** : 137A-02-2023  
**Solicitante** : LEM-ENGIL S.R.L.  
**Dirección** : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla -  
San Juan de Lurigancho - Lima - Perú  
**Equipo/ Instrumento** : **BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**  
**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : R31P30  
**Serie** : 8336290433  
**Identificación** : BL-LE-08 (\*)  
**Ubicación** : Laboratorio de Suelos  
**Procedencia** : China  
**Capacidad máxima** : 30000 g  
**Capacidad mínima** : 20 g (\*\*)  
**División de escala (d)** : 1 g  
**División de verificación (e)** : 10 g (\*\*)  
**Clase de exactitud** : III (\*\*)  
**Tipo** : Electrónica  
**Fecha de calibración** : 2023-02-10  
**Lugar** : Laboratorio de Suelos  
**LEM-ENGIL S.R.L.**  
Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú  
**Método utilizado** : Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase ( III ) y ( IIII ) ", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM - INACAL.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



2023-02-10

Fecha de emisión

**Fernando G. Valencia Velasco**  
Jefe de Metrología (Lab 02)

**Mirian A. Velasco Navarro**  
Gerente General

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura °C	27,8	28,2
Humedad Relativa %hr	68,3	61,2

**Patrones de referencia:**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Juego de Pesas de 1 g a 2 kg Clase M2	231-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 5 kg Clase M2	300-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 10 kg Clase M2	299-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 20 kg Clase M2	298-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Juego de Pesas de 100 mg a 500 mg Clase M2	082-CM-M-2022

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 02240-A y la fecha de calibración.
- (\*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (\*\*) Valores grabados en la placa de la balanza
- El delta del local proporcionado por el clientes es de:  $\Delta T = 8\text{ °C}$
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 30 000 g indicando la balanza 30 000 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración

**Resultados de medición**

Inspección visual			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**Ensayo de Repetibilidad**

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	27,8	Final	28,2	Humedad Relativa %hr	Inicial	68,3	Final	64,7

Carga = 15000 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
15 001	800	700
15 001	900	600
15 001	800	700
15 001	900	600
15 001	900	600
15 001	800	700
15 001	800	700
15 000	100	400
15 001	800	700
15 001	900	600

Carga = 30000 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
30 000	200	300
30 000	400	100
30 000	600	-100
30 000	500	0
30 000	600	-100
30 000	500	0
30 000	400	100
30 000	500	0
30 000	500	0
30 000	400	100

Carga (g)	Emáx. - Emín. (mg)	e.m.p. (mg)
15 000	300	20000
30 000	400	30000

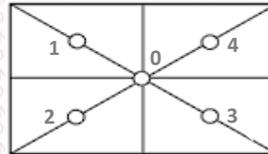
**Ensayo de Pesaje**

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	28,2	Final	28,2	Humedad Relativa %hr	Inicial	62,8	Final	61,2

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10,0	10	600	-100						
20,0	20	600	-100	0	20	600	-100	0	10000
1 500,0	1 500	500	0	100	1 500	400	100	200	10000
5 000,0	5 000	500	0	100	5 000	400	100	200	10000
10 000,0	10 000	500	0	100	10 000	500	0	100	20000
12 000,0	12 000	400	100	200	12 000	400	100	200	20000
15 000,0	15 000	900	-400	-300	15 001	800	700	800	20000
20 000,0	20 000	800	-300	-200	20 000	600	-100	0	20000
25 000,0	25 000	500	0	100	25 000	400	100	200	30000
27 000,0	27 000	500	0	100	27 000	500	0	100	30000
30 000,0	30 000	500	0	100	30 000	500	0	100	30000

**Ensayo de Excentricidad**

VISTA FRONTAL



**Condiciones Ambientales**

<b>Temperatura °C</b>	<b>Inicial</b>	28,1	<b>Final</b>	28,2	<b>Humedad Relativa %hr</b>	<b>Inicial</b>	63,5	<b>Final</b>	62,8
-----------------------	----------------	------	--------------	------	-----------------------------	----------------	------	--------------	------

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error en cero E <sub>o</sub>			Carga (g)	Determinación del error corregido E <sub>c</sub>			
		l (g)	ΔL (mg)	E <sub>o</sub> (mg)		l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
0	10,0	10	800	-300	10 000,0	10 000	300	200	500
1		10	600	-100		10 000	500	0	100
2		10	600	-100		10 000	500	0	100
3		10	500	0		10 000	200	300	300
4		10	800	-300		10 000	200	300	600

Error máximo permitido : ± 20000 mg

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000031 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,19 \text{ g}^2 + 0,0000000067 \cdot R^2}$$

**NOTA**

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (III)

- I Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E<sub>o</sub> Error en cero
- E<sub>c</sub> Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

**Fin de Documento**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
042-CT-T-2023**

**Área de Metrología**

Página 1 de 2

**Expediente** : 137B-02-2023  
**Solicitante** : LEM-ENGL S.R.L.  
**Dirección** : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla -  
San Juan de Lurigancho - Lima - Perú  
**Equipo/ Instrumento** : **TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL**  
**Marca** : ThermoLab  
**Modelo** : TP101  
**Serie** : No indica  
**Identificación** : 100-TT (\*)  
**Ubicación** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Intervalo de indicación** : -50 °C a 300 °C (\*)  
**Resolución** : 0,1 °C  
**Elemento Sensor** : No indica  
**Fecha de calibración** : 2023-02-15  
**Lugar** : **Laboratorio 01 - CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**  
Jr. Chiclayo Nro. 489, Int A - Rímac - Lima.  
**Método utilizado** : Por comparación directa siguiendo el procedimiento INDECOPI-SNM PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" (2da Edición Diciembre 2012).

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos únicamente para el instrumento calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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



2023-02-20  
**Fecha de emisión**

ALVAREZ NAVARRO ANGEL  
GUSTAVO  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.01  
metrologia@2myn.com  
Fecha: 20/02/2023 10:45  
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 20/02/2023 13:02  
Firmado con www.tocapu.pe

**Condiciones ambientales:**

Temperatura °C	21,1 °C ± 1,7 °C
Humedad Relativa %hr	51,9 %hr ± 3,2 %hr

**Patrones de referencia:**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia al DM-INACAL	Dos termómetros Digitales con 2 sensores de platino con incertidumbres del orden desde 0,016 °C hasta 0,07 °C .	LT-156-2022

**Instrumentos Auxiliares**

- Medidor de Condiciones ambientales **LT-0904-2022**

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 02245-A y la fecha de calibración.
- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 "International Temperature Scale ITS-90
- (\*) Datos grabados al indicador del instrumento de medición.

**Resultados de medición:**

Indicación Termómetro (°C)	Corrección (°C)	TCV (°C)	Incertidumbre (°C)
9,4	0,60	10,00	0,14
24,7	0,30	25,00	0,14
34,7	0,30	35,00	0,14

La Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) resulta de la relación:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{Corrección}$$

**Nota**

- La profundidad de inmersión del sensor fue de aproximadamente 7 cm
- El tiempo de estabilización fue de aproximadamente 5 min

Fin del documento

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**256-CM-M-2022**

**Área de Metrología**

Página 1 de 4

**Expediente** : 900-09-2022  
**Solicitante** : **LEM-ENGIL S.R.L.**  
**Dirección** : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla -  
San Juan de Lurigancho - Lima - Perú  
**Equipo/ Instrumento** : **BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**  
**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : SE6001F  
**Serie** : B615913870  
**Identificación** : BL-LE-12 (\*)  
**Ubicación** : Laboratorio de Suelos  
**Procedencia** : No indica  
**Capacidad máxima** : 6000 g  
**Capacidad mínima** : 2 g (\*\*)  
**División de escala (d)** : 0,1 g  
**División de verificación (e)** : 1 g (\*\*)  
**Clase de exactitud** : III (\*\*)  
**Tipo** : Electrónica  
**Fecha de calibración** : 2022-09-19

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**Lugar** : Laboratorio de Suelos  
**LEM-ENGIL S.R.L.**  
Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú  
**Método utilizado:** : Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase ( III ) y ( IIII ) ", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM - INACAL.



2022-09-22

Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO  
GABRIEL  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.02  
jmetrologia@2myn.com  
Fecha: 22/09/2022 16:42  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 22/09/2022 17:35  
Firmado con www.tocapu.pe

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura °C	20,7	21,7
Humedad Relativa %hr	66,3	62,2

**Patrones de referencia:**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a PESATEC	Pesa de 5 kg Clase M1	1324-MPES-C-2021
Patrones de Referencia a PESATEC	Juego de Pesas de 1 mg a 2 kg Clase M1	0863-MPES-C-2022

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01952-A y la fecha de calibración.
- (\*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (\*\*) Valores grabados en la placa de la balanza
- El delta del local proporcionado por el clientes es de:  $\Delta T = 4\text{ °C}$
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 6000 g indicando la balanza 6000,0 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración

**Resultados de medición**

Inspección visual			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**Ensayo de Repetibilidad**

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	20,7	Final	20,8	Humedad Relativa %hr	Inicial	66,3	Final	64,7

Carga = 3000 g		
I ( g )	ΔL(mg)	E ( mg )
3 000,0	50	0
3 000,0	40	10
3 000,0	40	10
3 000,0	50	0
3 000,0	50	0
3 000,0	40	10
3 000,0	40	10
3 000,0	40	10
3 000,0	40	10
3 000,0	50	0
3 000,0	50	0

Carga = 6000 g		
I ( g )	ΔL(mg)	E ( mg )
5 999,9	60	-110
6 000,0	50	0
5 999,9	50	-100
5 999,9	50	-100
5 999,9	60	-110
6 000,0	40	10
5 999,9	50	-100
5 999,9	40	-90
6 000,0	50	0
5 999,9	50	-100

Carga ( g )	Emáx. - Emín. ( mg )	e.m.p. ( mg )
3 000	10	3000
6 000	120	3000

**Ensayo de Pesaje**

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	21,2	Final	21,7	Humedad Relativa %hr	Inicial	63,7	Final	62,2

Carga ( g )
1,00
2,00
500,00
1 200,00
2 000,00
2 500,00
3 000,00
3 500,00
5 000,00
5 500,00
6 000,00

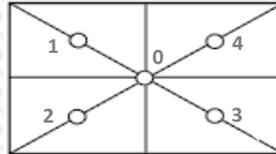
CRECIENTES			
I ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )
1,0	70	-20	
2,0	70	-20	0
500,0	60	-10	10
1 200,0	60	-10	10
2 000,0	60	-10	10
2 500,0	50	0	20
3 000,0	50	0	20
3 500,0	60	-10	10
5 000,0	50	-100	-80
5 500,0	50	0	20
5 999,9	60	-110	-90

DECRECIENTES			
I ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )
2,0	70	-20	0
500,0	70	-20	0
1 200,0	60	-10	10
2 000,0	50	0	20
2 500,0	60	-10	10
3 000,0	60	-10	10
3 500,0	60	-10	10
5 000,0	50	0	20
5 500,0	50	0	20
5 999,9	60	-110	-90

e.m.p. ( ± mg )
1000
1000
2000
2000
3000
3000
3000
3000
3000
3000
3000

**Ensayo de Excentricidad**

**VISTA FRONTAL**



**Condiciones Ambientales**

<b>Temperatura °C</b>	<b>Inicial</b>	20,8	<b>Final</b>	21,2	<b>Humedad Relativa %hr</b>	<b>Inicial</b>	64,7	<b>Final</b>	63,7
-----------------------	----------------	------	--------------	------	-----------------------------	----------------	------	--------------	------

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error en cero Eo			Carga (g)	Determinación del error corregido Ec			
		l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)		l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
0	1,00	1,0	70	-20	2 000,00	2 000,0	60	-10	10
1		1,0	50	0		2 000,0	60	-10	-10
2		1,0	50	0		2 000,0	60	-10	-10
3		1,0	70	-20		1 999,9	40	-90	-70
4		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0
<b>Error máximo permitido : ±</b>						2000 mg			

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000011 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,0051 \text{ g}^2 + 0,0000000027 \cdot R^2}$$

**NOTA**

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (III)

- I Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E<sub>o</sub> Error en cero
- E<sub>c</sub> Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

**Fin de Documento**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**291-CT-T-2022**

**Área de Metrología**

Página 1 de 5

**Expediente** : 900-09-2022

**Solicitante** : **LEM-ENGIL S.R.L.**

**Dirección** : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

**Equipo** : **HORNO**

**Marca** : **YU FENG**

**Modelo** : **STHX-2A**

**Serie** : 11003

**Identificación** : **HN-LE-02 (\*)**

**Ubicación** : Laboratorio de Suelos (\*\*)

**Procedencia** : No indica

**Tipo de Ventilación** : Forzada

**Nro. de Niveles** : 2

**Alcance del Equipo** : 50 °C a 300 °C (\*\*\*)

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

### Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	0 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

**Fecha de Calibración** : 2022-09-19

**Lugar de Calibración** : **Laboratorio de Suelos - LEM-ENGIL S.R.L.**  
Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

**Método utilizado:** : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-09-21

**Fecha de emisión**



ALVAREZ NAVARRO ANGEL  
GUSTAVO  
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.01  
metrologia@2myn.com  
Fecha: 21/09/2022 18:49  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 21/09/2022 19:18  
Firmado con www.tocapu.pe

**Cód. de Servicio:** 01953-A

**Cód. FT-T-03 Rev. 03**

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura °C	19,0	20,0
Humedad Relativa %hr	63	61

**Patrones de referencia:**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,14 °C hasta 0,16 °C.	188-CT-T-2022
Patrones de Referencia a SAT	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,7 °C / 2,2 %hr	LT-0493-2022
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,00091 s a 0,080 s	CCP-0981-001-22
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01953-A y la fecha de calibración.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- (\*\*) Dato proporcionado por el solicitante.
- (\*\*\*) Dato tomado de la pagina web del fabricante.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 2 h 40 min
- La calibración se realizó con 100% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron envases metalicos con material
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 5
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo  $110 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$  (\*\*)  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en  $110,3 \text{ °C}$  para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue  $109,67 \text{ °C}$   
La máxima temperatura detectada fue  $114,16 \text{ °C}$  y la mínima temperatura detectada fue  $105,13 \text{ °C}$

**Resultados de medición:**

**Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C**

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,3	108,82	110,29	109,30	106,30	108,86	108,64	114,01	113,83	105,13	112,01	109,72	8,88
02	110,3	108,82	110,19	109,20	106,55	108,81	108,59	114,01	113,68	105,18	112,26	109,73	8,83
04	110,4	108,92	110,24	109,25	106,50	108,86	108,59	114,16	113,63	105,48	111,28	109,69	8,68
06	110,3	108,87	110,24	109,25	106,64	108,81	108,54	114,06	113,78	105,13	109,86	109,52	8,93
08	110,3	108,87	110,29	109,35	106,55	108,86	108,64	114,11	113,93	105,72	111,52	109,78	8,39
10	110,2	108,87	110,34	109,35	106,50	108,96	108,74	114,06	113,58	105,33	112,21	109,79	8,73
12	110,3	109,02	110,29	109,25	106,55	108,86	108,74	114,01	113,73	105,23	110,25	109,59	8,78
14	110,3	108,82	110,19	109,20	106,30	108,81	108,69	114,01	113,93	105,38	109,91	109,52	8,63
16	110,3	108,87	110,29	109,35	106,64	108,81	108,59	114,16	113,73	105,28	112,21	109,79	8,88
18	110,4	108,97	110,29	109,30	106,50	108,81	108,54	114,16	113,58	105,13	110,20	109,55	9,03
20	110,3	108,87	110,24	109,30	106,60	108,81	108,54	114,06	113,93	105,23	112,26	109,78	8,83
22	110,3	108,92	110,24	109,25	106,60	108,81	108,64	114,06	113,73	105,13	112,16	109,75	8,93
24	110,3	108,87	110,29	109,35	106,55	108,81	108,69	114,16	113,83	105,28	110,01	109,58	8,88
26	110,3	108,82	110,24	109,30	106,55	108,86	108,74	114,01	113,83	105,67	111,57	109,76	8,34
28	110,3	108,87	110,34	109,35	106,30	108,86	108,74	114,11	113,88	105,52	112,21	109,82	8,58
30	110,3	108,87	110,24	109,30	106,55	108,96	108,69	114,11	113,83	105,57	110,15	109,63	8,54
32	110,3	108,92	110,24	109,20	106,55	108,81	108,74	114,01	113,58	105,13	110,20	109,54	8,88
34	110,2	109,02	110,29	109,30	106,55	108,91	108,74	114,16	113,83	105,72	110,15	109,67	8,44
36	110,3	108,87	110,29	109,25	106,64	108,96	108,69	114,11	113,73	105,52	110,10	109,62	8,58
38	110,3	108,82	110,24	109,30	106,50	108,96	108,64	114,01	113,93	105,13	112,06	109,76	8,88
40	110,3	108,82	110,24	109,30	106,60	108,86	108,69	114,11	113,78	105,43	111,62	109,74	8,68
42	110,3	108,87	110,19	109,30	106,50	108,81	108,59	114,01	113,58	105,18	110,10	109,51	8,83
44	110,3	108,97	110,34	109,35	106,50	108,86	108,54	114,01	113,73	105,33	111,87	109,75	8,68
46	110,4	108,92	110,29	109,35	106,30	108,86	108,59	114,11	113,88	105,23	110,69	109,62	8,88
48	110,3	108,82	110,29	109,35	106,55	108,91	108,64	114,11	113,68	105,23	112,26	109,78	8,88
50	110,3	108,87	110,29	109,35	106,40	108,96	108,59	114,16	113,93	105,28	110,74	109,66	8,88
52	110,3	109,02	110,34	109,20	106,69	108,91	108,69	114,11	113,78	105,13	111,62	109,75	8,98
54	110,3	108,87	110,34	109,30	106,50	108,86	108,74	114,06	113,58	105,72	111,91	109,79	8,34
56	110,2	108,87	110,19	109,30	106,60	108,86	108,74	114,06	113,78	105,52	110,30	109,62	8,54
58	110,3	108,87	110,29	109,25	106,64	108,81	108,59	114,06	113,73	105,28	110,50	109,60	8,78
60	110,3	108,92	110,29	109,30	106,30	108,81	108,54	114,01	113,68	105,18	109,91	109,49	8,83
<b>T. PROM</b>	110,3	108,89	110,27	109,30	106,51	108,86	108,65	114,08	113,76	105,34	111,10	109,67	
<b>T.MAX</b>	110,4	109,02	110,34	109,35	106,69	108,96	108,74	114,16	113,93	105,72	112,26		
<b>T.MIN</b>	110,2	108,82	110,19	109,20	106,30	108,81	108,54	114,01	113,58	105,13	109,86		
<b>DTT</b>	0,2	0,20	0,15	0,15	0,39	0,15	0,20	0,15	0,35	0,59	2,40		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,16	0,57
Mínima Temperatura Medida	105,13	0,46
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,40	0,05
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,74	0,70
Estabilidad Medida (±)	1,20	0,03
Uniformidad Medida	9,03	0,70

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- Tprom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX: Temperatura máxima.
- T.MIN: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

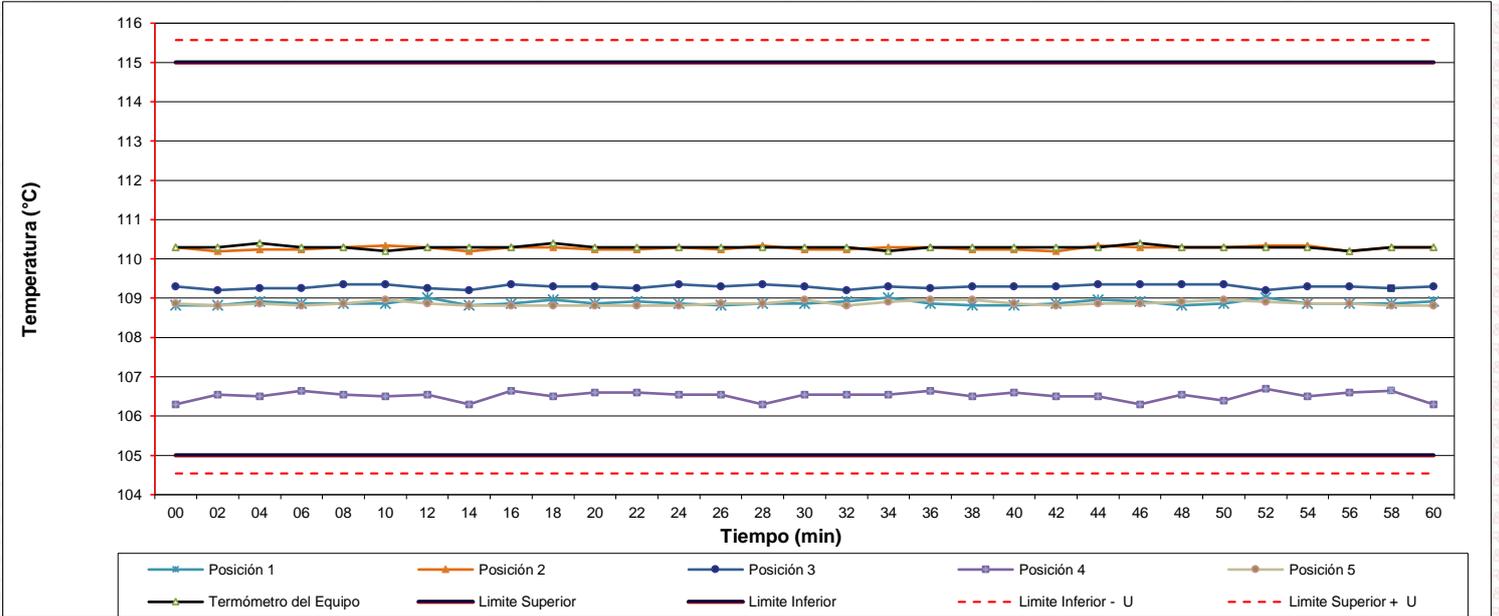
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

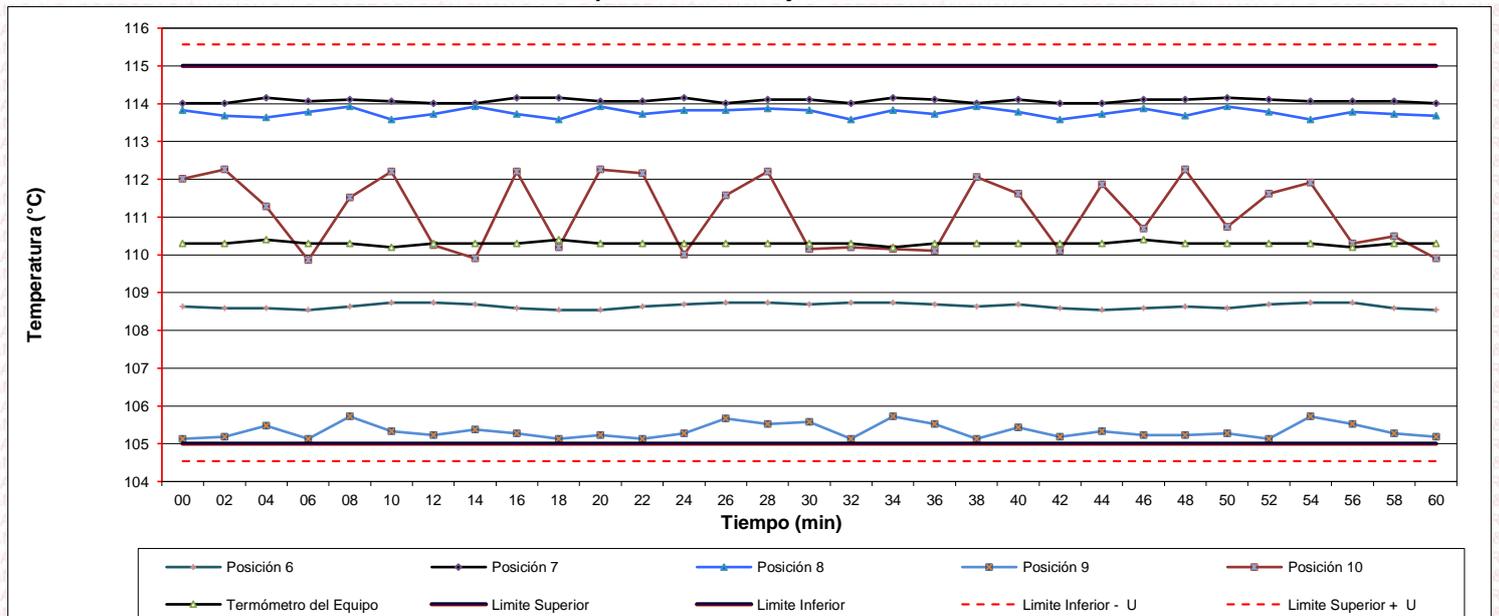
Cód. de Servicio: 01953-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

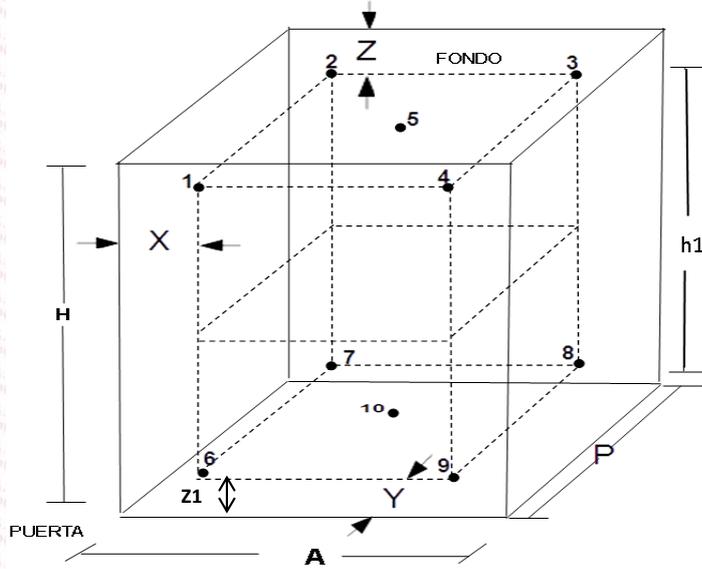
**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo**  
Temperatura de trabajo  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo**  
Temperatura de trabajo  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



**Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo**



**Dimensiones internas de la cámara**

**A=** 55,0 cm

**P=** 44,0 cm

**H=** 55,0 cm

**Ubicación de los sensores**

**X=** 6,0 cm      **Z=** 12,0 cm

**Y=** 4,5 cm      **Z1=** 9,5 cm

**Distancias entre planos**

**h1=** 33,5 cm

**Ubicación de parrillas durante la calibración:**

- Distancia de la parrilla superior a: 31,5 cm por encima de la base interna.
- Distancia de la parrilla inferior a: 11,0 cm por encima de la base interna.

**NOTA**

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

**Fotografía del Interior del Equipo**



**FIN DEL DOCUMENTO**