



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur,
Chilca 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Acuña Sanchez, Yngrid Isabel (ORCID: 0000-0003-4574-4233)

Pariona Bustamante, Jose Stephano (ORCID: 0000-0001-5540-8167)

ASESOR:

Msc. Medrano Sanchez, Emilio Jose (ORCID: 0000-0003-0002-5876)

LINEA DE INVESTIGACION:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Este proyecto de investigación está dedicada a mi familia e hijos por la confianza, amor y apoyo condicional que me brindaron durante todo este tiempo para poder lograr este objetivo. A Dios por todas las bendiciones que derrama en nosotros y nos guía en cumplir nuestros sueños.

A mi familia, por su apoyo incondicional en lo que siempre estuvieron en los momentos difíciles dándome ánimos y fuerza para alcanzar mis objetivos trazados.

Agradecimiento

Agradecer a la plana docente de ingenieros que nos brindaron sus conocimientos durante la carrera y a nuestro asesor el Ing. Emilio Medrano por su experiencia para la elaboración de este proyecto de investigación, también a la empresa Ochoa Maquinarias por el apoyo en los trabajos de campo que se realizó en esta investigación.

A nuestro asesor, por brindarnos sus conocimientos y consejos, siempre estar motivándonos para así cumplir con el desarrollo de nuestro trabajo de investigación y lograr con éxito nuestro objetivo

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iii
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de Investigación	23
3.2. Variables y operacionalización	23
3.3. Población, muestra y muestreo	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de análisis de datos	47
3.7. Aspectos éticos	47
IV. RESULTADOS	48
V. DISCUSIÓN	69
VI. CONCLUSIONES	73
VII. RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS	78
ANEXOS.....	83

Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen de resultado del PCI	26
Tabla 2. Contenido de Humedad de calicatas	38
Tabla 3. Clasificación de Suelo	38
Tabla 4. Resultado de California Bearing Ratio de la calicata 01	40
Tabla 5. Resultados del estudio de suelos.....	54
Tabla 6. Factores para el diseño de pavimento flexible.....	54
Tabla 7. Cálculo del número estructural.....	55
Tabla 8. Cálculo de espesores de capas de pavimento	55
Tabla 9. Materiales para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente.....	56
Tabla 10. Dosificación del diseño Marshall	56
Tabla 11. Resumen del porcentaje óptimo de asfalto.....	57
Tabla 12. Dosificación del diseño Marshall con tereftalato de Polietileno.....	58
Tabla 13. Resumen del porcentaje óptimo de asfalto con 0.75% de Tereftalato de Polietileno	59
Tabla 14. Resumen del porcentaje óptimo de asfalto con 1.75% de Tereftalato de Polietileno	60
Tabla 15. Resumen del porcentaje óptimo de asfalto con 3.00% de Tereftalato de Polietileno	61
Tabla 16. Resumen de los 4 ensayos MARSHALL estudiados.....	62
Tabla 17. Relación de estabilidad de los 4 ensayos Marshall	63
Tabla 18. Relación de los porcentajes de vacío de los 4 ensayos Marshall	64
Tabla 19. Relación del flujo de los 4 ensayos Marshall	64
Tabla 20. Dimensiones del diseño de pavimento	66
Tabla 21. Diferencia de precio unitario x m ³	67

Índice de Figuras

Figura 1. Máquina de ensayo Marshall	18
Figura 2. Análisis Comparativo de Material Bituminoso	19
Figura 3. Resumen del conteo vehicular	26
Figura 4. Resumen del conteo vehicular	27
Figura 5. Cálculo del IMDA	28
Figura 6. Configuración de Ejes	29
Figura 7. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígido	30
Figura 8. Cálculo de Ejes Equivalentes	30
Figura 9. Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño	32
Figura 10. Resumen del cuadro	33
Figura 11. Número de Calicatas para Exploración de Suelos	33
Figura 12. Elaboración de la primera calicata	34
Figura 13. Elaboración de la segunda calicata	35
Figura 14. Elaboración de la tercera calicata	35
Figura 15. Muestra del suelo llevado a laboratorio	36
Figura 16. Análisis Granulométrico por tamizado calicata 01	36
Figura 17. Análisis Granulométrico por tamizado calicata 02	37
Figura 18. Análisis Granulométrico por tamizado calicata 03	37
Figura 19. Elaboración del Proctor Modificado del C01	39
Figura 20. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico	42
Figura 21. Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) e Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico	44
Figura 22. Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico	45
Figura 23. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai	46
Figura 24. Mapa político de la provincia de Cañete	49
Figura 25. Distrito de Chilca	50

Figura 26. Avenida Antigua Panamericana Sur.....	51
Figura 27. Coordenadas en Google Earth Pro	52
Figura 28. Curvas de nivel en Global Mapper	53
Figura 29. Exportación de Puntos en Civil3D.....	53
Figura 30. Diseño de Mezcla asfáltica tradicional	57
Figura 31. Diseño de Mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno (0.75%).....	59
Figura 32. Diseño de Mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno (1.75%).....	60
Figura 33. Diseño de Mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno (3.00%).....	61
Figura 34. Estabilidad de cada diseño de mezcla	63
Figura 35. Porcentaje de vacío de cada diseño de mezcla.....	64
Figura 36. Flujo de cada diseño de mezcla	65
Figura 37. Análisis de precio unitario de mezcla asfáltica convencional	66
Figura 38. Análisis de precio unitario de mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno	67

RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño de pavimento flexible con aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur , Chilca 2021” tiene como objetivo general determinar la influencia de la aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur debido a que actualmente esta avenida se encuentra en mal estado y no permite un tránsito fluido, a la vez también contribuir con una sociedad más sostenible.

El tipo de investigación es cuantitativo de tipo aplicada y un diseño experimental – descriptivo. La técnica que se utilizó es el levantamiento de información de campo para ambas variables y el instrumento los formatos de técnica de pruebas del ensayo Marshall y el IMDA para ambas variables. Para la investigación se realizó la selección de la muestra intencional por conveniencia, debido a que se consideró 1km de la Avenida Antigua Panamericana Sur, en el distrito de Chilca.

Finalmente en el laboratorio se obtuvo como resultado que la aplicación de Tereftalato de Polietileno influye positivamente en la mezcla asfáltica, logrando que con el óptimo de diseño de mezcla asfáltica: C.A. 6.0%, agregado grueso 39%, agregado fino 58%, tereftalato de polietileno 3%, tenemos las siguientes propiedades: Peso específico: 2.445, Vacíos%: 4.1, Estabilidad:17.7, Flujo: 5.1, Relación Estabilidad/Flujo: 3547.2 kg/cm aumentando su resistencia y obteniéndose una estructura de pavimento conformada por un espesor de carpeta asfáltica con incorporación de Tereftalato de Polietileno de 8 cm, una base granular de 25 cm y una subbase granular de 25 cm, obteniendo un pavimento flexible más eficiente que contribuye a mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Antigua Panamericana Sur. El diseño fue elaborado mediante el modelo AASHTO regido del Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la comparación mediante el método Marshall.

Palabras claves: pavimento flexible, mezcla asfáltica, tereftalato de polietileno, Marshall

ABSTRACT

The present thesis entitled "Design of flexible pavement with application of Polyethylene Terephthalate in the asphalt mixture, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021" has the general objective of determining the influence of the application of Polyethylene Terephthalate in the asphalt mixture for the design of the flexible pavement, Avenida Antigua Panamericana Sur because currently this avenue is in poor condition and does not allow fluid traffic, at the same time contributing to a more sustainable society.

The type of research is quantitative of an applied type and an experimental - descriptive design. The technique that was used is the gathering of field information for both variables and the instrument the test technique formats of the Marshall test and the IMDA for both variables. For the research, the intentional sample was selected for convenience, since 1km of Avenida Antigua Panamericana Sur, in the district of Chilca, was considered.

Finally, in the laboratory it was obtained as a result that the application of Polyethylene Terephthalate positively influences the asphalt mix, achieving that with the optimal asphalt mix design: C.A. 6.0%, coarse aggregate 39%, fine aggregate 58%, polyethylene terephthalate 3%, we have the following properties: Specific gravity: 2.445, Voids%: 4.1, Stability: 17.7, Flow: 5.1, Stability / Flow Ratio: 3547.2 kg / cm increasing its resistance and obtaining a pavement structure made up of an asphalt layer thickness with 8 cm Polyethylene Terephthalate incorporation, a 25 cm granular base and a 25 cm granular sub-base, obtaining a more efficient flexible pavement that contributes to improve vehicular traffic on Avenida Antigua Panamericana Sur. The design was prepared using the AASHTO model governed by the Manual of the Ministry of Transportation and Communications and the comparison using the Marshall method.

Keywords: flexible pavement, asphalt mix, polyethylene terephthalate, Marshall

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la importancia de las carreteras o caminos es reconocida en todo el mundo, teniendo un papel fundamental para el desarrollo de un país como la espina dorsal del transporte. En los últimos años la infraestructura vial ha tenido grandes avances tecnológicos por parte de la ingeniería civil, innovando en materiales y metodologías de construcción; la cual siempre debe ir de la mano con un proceso favorable en el impacto ambiental, garantizando a su vez la calidad y su vida útil en el tiempo. En la India se proyectaron a utilizar el plástico reciclado para construir las carreteras a futuro, 17 años más tarde, un promedio de 20.000 kilómetros de carreteras fue pavimentadas con residuos de plástico, teniendo como resultados la reducción de baches, fallas, etc.; y aumentando la resistencia a la tracción.

En Perú, el pavimento flexible, elaborado mediante una mezcla asfáltica, es el principal tipo de pavimento empleado en infraestructura vial para la construcción de pistas, carreteras, etc; usadas para unir las comunidades del país; permitiendo así su desarrollo. A pesar de la existencia de una centralización en el departamento de Lima, que cuenta con una población de aproximadamente $\frac{1}{3}$ de la población total de todo el país, los pavimentos en varios de los distritos de la capital se hallan en mal estado, además que algunos no cuentan con un diseño de pavimento flexible o de pavimento rígido. A así mismo, solo en Lima metropolitana y Callao se consume diariamente más de 177 toneladas de plástico PET (Tereftalato de Polietileno), esto significa que existe una enorme cantidad de productos reciclables que pueden ser usados para rellenos sanitarios o vertederos informales de residuos sólidos; ante esto una alternativa factible que contribuya a reducir la contaminación que generan estos plásticos, es la de poder utilizarlos como un material agregado en los pavimentos flexibles para su mantenimientos y rehabilitación, en el diseño de mezcla asfáltica agregar un porcentaje de este plástico reciclado que pueda influir positivamente en la mejora de sus propiedades cumpliendo con los parámetros del MTC. Por esa razón, investigadores de los departamentos de Áncash, Puno y Junín han realizado estudios en las mezclas asfálticas buscando conseguir una mejora en su durabilidad al incorporar polímeros en el asfalto, para así conseguir una mejora en las propiedades

físicas y reológicas en los asfaltos tradicionales, esto se consigue teniendo ligantes con una mayor viscosidad en elevadas temperaturas reduciendo así las deformaciones permanentes de la mezcla que compone las capas o superficie de rodadura, siendo uno de estos el fisuramiento por fatiga, que es una de las degradaciones más comunes en un pavimento flexible y uno de los criterios de diseño de la estructura del pavimento, además de obtener un aumento de la rigidez, la resistencia a la fatiga, la resistencia a la humedad, entre otras. Para realizar eso han hecho estudios agregando a la mezcla asfáltica ceniza, plástico, cáscara de arroz y carbón de maíz, grano de caucho donde se generó un aporte a las propiedades del asfalto en cuanto a su durabilidad, Resistencia y adhesión y también redujo la cantidad de asfalto al utilizar ceniza volante y plástico. Todo esto aporta también a mejorar las condiciones ambientales al usar como agregados materiales de desecho.

La investigación está enfocada en la Avenida Antigua Panamericana Sur, Distrito de Chilca; donde no cuenta con rehabilitación ni mantenimiento, por otra parte, la localidad ya ha sufrido infinidad de accidentes, ocasionado por el tránsito de vehículos de carga pesada que provocaron los huecos, hundimientos, fisuras; etc; otro grave problema son los desechos de residuos sólidos regados en la avenida provocando la contaminación del medio ambiente. Todo lo observado tiene una solución de acuerdo al estudio que se va a realizar mediante un pavimento flexible adicionando el Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica, el cual resolverá todos los problemas presentados y recuperando así gran parte del medio ambiente. Así mismo se realizarán ensayos para llegar a conocer los porcentajes adecuados de la aplicación del Tereftalato de Polietileno en la mezcla de pavimento, tratando de conseguir una mezcla asfáltica que mejore las propiedades mecánicas sin alterar su función; con un asfalto más económico, ecológico y del cual se espera obtener un óptimo resultado dándole más vida útil al pavimento.

A continuación, se formuló el siguiente problema general, teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, ¿Cuál es la influencia de la aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

Seguido por los problemas específicos:

¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de Polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el flujo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

La investigación se argumentó en los siguientes aspectos como teórico, práctico, metodológico y económico. Porque busca beneficiar las propiedades de la mezcla asfáltica utilizando Tereftalato de Polietileno (PET) para que el pavimento flexible cumpla con las normas requeridas, para así desde el punto de vista económico se estima tener un mayor ahorro en cuanto a la aplicación en los programas de intervención para la reparación y mantenimiento de las vías locales, se observó el problema social de no tomar conciencia de la gran necesidad de utilizar carreteras más ecológicas con la reutilización de los desechos sólidos el cual reducirá la contaminación ambiental en la Avenida Antigua Panamericana Sur.

Se tiene como objetivo general determinar la influencia de la aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

Teniendo como objetivos específicos:

Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida

Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el flujo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Ramírez, Vidal y Grajales (2014), en su proyecto de ingeniería civil titulada "Incorporación de Tereftalato de Polietileno como agente modificador en el asfalto" de la Pontificia Universidad Javeriana, tuvo como objetivo general hallar un porcentaje óptimo de uso, incorporándose en las mezclas asfálticas como un agente modificador. Lo primero que hizo fue aplicar a los agregados ensayos que determinen su comportamiento mecánico. Asimismo, continuó con el análisis en el asfalto mediante la determinación de la penetración, la viscosidad, el punto de ablandamiento y la durabilidad. Posteriormente desarrollaron un diseño con la metodología Marshall, con tránsito de nivel NT2, teniendo como conclusión, 5% al porcentaje óptimo de asfalto en la mezcla. Después se propusieron los siguientes porcentajes para el PET, estimándolo en 3%, 5% y 7% del total de la masa asfáltica, alterando el bitumen, sin embargo, el procedimiento para la mezcla que utilizaron generó un aglutinamiento del material, quedando en lo más hondo del contenedor, siendo esto no apto para conseguir una mezcla homogénea. Debido al anterior resultado, se prefirió agregar el PET sustituyendo un porcentaje del agregado fino. Apoyándose en proyectos anteriores se propusieron 3 porcentajes nuevos de PET a agregar; 5%, 8% y 11%, donde se estudió el flujo y la estabilidad de la mezcla modificada. Concluyendo que la sustitución de un porcentaje del agregado fino por la del PET, altera drásticamente las propiedades de la mezcla, consiguiendo mejoras con un porcentaje de 79% en la estabilidad con la aplicación del 5% del PET. Aun así, no es del todo perfecto ya que se obtuvo un crecimiento de la deformación con el uso del 8% del PET.

Chochabot (2020), en su tesis de ingeniería civil titulada "Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo, Lima 2020" de la Universidad César Vallejo, tiene como objetivo general que el diseño de pavimento flexible con carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos (PET), debido a que actualmente en la Av. Las Lomas de Carabayllo existe una carencia de pavimento eficiente que permita un tránsito fluido de vehículos y contribuya a evitar los accidentes de tránsito. El tipo de investigación es cuantitativo de tipo aplicada y un diseño no experimental – descriptivo. La técnica que se utilizó es el levantamiento de información de campo para ambas variables y el

instrumento los formatos de técnica de pruebas del ensayo Marshall y el IMDA para ambas variables. Finalmente se determinó un diseño implementando un 3% de residuos plásticos a emplearse y obteniéndose una estructura de pavimento conformada por un espesor de carpeta asfáltica con incorporación de plástico de 5 cm, una base granular de 15 cm y una subbase granular de 15 cm, obteniendo un pavimento flexible más eficiente que contribuye a mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Las Lomas de Carabaylo.

Corbacho (2019) en su tesis para obtener el título profesional en ingeniera civil titulada “Análisis de la estabilidad marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda cargada de Hamburgo de la mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de polietileno en la ciudad del cuzco-2018”, de la Universidad Ricardo Palma, tuvo como objetivo hallar la influencia al adicionar las fibras de polipropileno en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada por el proceso de vía seca, realizando ensayos de laboratorio. La población de estudio que analizaron fueron las mezclas asfálticas hechas en caliente con pen 60/70, utilizadas en las carpetas asfálticas; como muestra utilizaron 80 unidades de probetas de mezcla asfáltica en caliente tradicional y mezcla asfáltica en caliente modificada con fibras de polipropileno. Concluyeron obteniendo como resultado que la estabilidad de la mezcla asfáltica tradicional es de 1,242 kg y la estabilidad de la mezcla asfáltica modificada con 0.2% de fibra es de 1,764.4 kg, representando un aumento del 41.1%. El flujo de la mezcla asfáltica modificada con 0.2% es de 3.36mm, mostrando una disminución de 6.67%.

Camacho, Gomez y Lopez (2019), en su tesis para obtener su título profesional en ingeniería civil titulada “Viabilidad diseño de mezcla asfáltica modificada con 1 % de fibra PET” de la Universidad Cooperativa de Colombia, tiene como objetivo general calcular si la incorporación a una mezcla asfáltica del 1% de fibra de PET, puede generar las mismas propiedades o tener un aumento en estas, al compararlas con mezclas tradicionales con requisitos establecidas por el INVIAS y UNE, teniendo la finalidad de reducir la contaminación producida por el plástico. Usaron como muestra

9 probetas con la adición del 1% de fibra de PET. Lo que se desea mostrar que al generar esta mezcla modificada con PET, en primera instancia es el uso de materiales no convencionales como en este caso particular del PET con la finalidad de reducir la contaminación. Concluye que la incorporación de la fibra de PET en las mezclas dio resultados satisfactorios y que además ayuda a generar una disminución del porcentaje de PET que se usa a gran escala.

Ahmad, Razali and Razelan (2017), in their article entitled: "Utilization of polyethylene terephthalate (PET) in asphalt pavement: A review"; Presented by the University Malaysia Pahang - Malaysia; The objective use of plastic pet waste to improve properties such as softening point, strength and durability of a road; The result showed that the use of granulated PET to substitute 20% fine aggregate can enhance the Marshall with the highest flow and stability; se concluye de la investigación, que la estabilidad de la mezcla asfáltica mejora cuando se añade PET al compararlo con las mezclas tradicionales. La mejor cantidad de PET es 0.4% para lograr mejor estabilidad, sin embargo, el flujo de la mezcla aumentaría cuando se agrega una gran cantidad de PET.

Ogundipe (2019), in his article entitled: "The use of polyethylene terephthalate residues to modify asphalt concrete using the marshall test"; presents by Ekiti State University - Nigeria; whose objective is to encourage road construction and management agencies to use plastic waste on asphalt, trying to reduce the elimination of such waste; whose type of research is experimental; As a population we have the materials used for the study which are the aggregates with sizes of 19 mm, 12.5 mm and 9.5 mm, quarry dust and river sand, bitumen (penetration degree 60/70) and plastic waste (PET); cuya muestras utilizadas en la mezcla de asfalto se prepararon con un contenido de betún del 4%, 4,5%, 5,0%, 5,5% y 6% de acuerdo con el peso de los agregados; según los resultados al introducción PET en el hormigón asfáltico reduce su estabilidad, con un contenido de PET del 12%, esto presenta una reducción del 20,4% en la estabilidad, por lo tanto, el hormigón asfáltico modificado con PET puede utilizarse para la construcción de pavimentos; la investigación concluyó que el PET

puede usarse con éxito para modificar el concreto asfáltico, pero pruebas adicionales como el módulo de rigidez a la tracción indirecta, la prueba de fatiga o la prueba de flexión de cuatro puntos, la prueba de carga axial repetida, para obtener las propiedades del PET residual Hormigón asfáltico modificado.

Según Menéndez (2016), existen 3 diferentes perspectivas agrupadas de las funciones principales que cumplen las estructuras de un pavimento: Para los usuarios es la de brindar una transitabilidad confortable y segura, con una apropiada rugosidad y adecuada resistencia a la fricción. Asimismo, brindar a los vehículos el paso en cualquier tipo de condiciones climáticas. También, disminuir los precios de operación vehicular, disminuir el tiempo de viaje y disminuir los accidentes. Así como, disminuir los precios de mantenimiento y operación. Para la parte estructural, conseguir una buena distribución de las cargas a las que se somete por el tránsito y que no dañe el suelo de fundación o la subrasante. A su vez, repeler el agua de la subrasante y el suelo de fundación, y resistir el congelamiento. Por último, para el medio ambiente, el pavimento debe cumplir con los requerimientos medioambientales, tales como: reducir el ruido y la contaminación en el aire, cumplir con su vida útil o proyectada teniendo la suficiente durabilidad para que no se desgaste con las condiciones climáticas a las que se somete.

Según (Sarmiento & Arias, 2015), la metodología para el diseño de pavimentos fue desarrollada mediante progresos constantes que se hacían en base a conocimientos empíricos - científicos. Durante muchos años la altura del pavimento era determinada sólo con la experiencia del constructor. Sin embargo, con la experiencia obtenida en base a prueba y error de los ingenieros o constructores alrededor del mundo, se fueron desarrollando cálculos hasta llegar a una metodología para el diseño de pavimentos. Por lo tanto, para el diseño de un pavimento en avenidas se deben cumplir con ciertos requerimientos.

Para Arias y Sarmiento (2015), los pavimentos destinados a ser avenidas tienen la obligación de cumplir con los requisitos mínimos que demanda tanto el tránsito actual como el del futuro. Entonces la finalidad principal del pavimento como elemento estructural es la de brindar a los usuarios una superficie de rodadura apropiada, y

distribuir las cargas ejercidas por el tránsito al suelo de fundación.

El pavimento flexible, según el (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2015), tiene como objetivo garantizar un transporte cómodo, con suficiente rugosidad y durabilidad para los usuarios. Está compuesta por diferentes capas, que son las capas granulares y una capa de rodamiento que es terminada en una carpeta hecha con materiales bituminosos, compuesta por agregados, aglomerantes y de ser necesarios aditivos.

Para Pérez (2015), existen 3 subgrupos de pavimentos flexibles: tipo alto, tipo intermedio y tipo bajo. En el caso de los pavimentos que se encuentran en el subgrupo de tipo alto tienden a tener una superficie de rodadura que soporta de manera apropiada las cargas estimadas de tránsito, sin desgastes observables, y resisten las condiciones climáticas. En el caso de los pavimentos que se encuentran en el subgrupo de tipo intermedio tienden a tener superficies de rodadura que se encuentran desde los que tienen superficies tratadas hasta aquellos que tienen calidades inferiores a los de tipo alto. Por último, en el caso de los pavimentos que se encuentran en el subgrupo de tipo bajo son usados comúnmente en caminos de costo bajo y tienden a tener una superficie de rodadura que se encuentran desde las no tratadas, cruzando por materiales naturales sueltos, hasta tierra con superficie tratada.

El pavimento flexible comúnmente está compuesto por 4 capas:

Sub rasante: Es la capa establecida en los más profundo de la estructura, también su espesor puede ser infinito con pocas excepciones y es la base del pavimento. Los suelos que componen la sub rasante serán estables con $CBR \geq 6\%$. Si este fuera menor, la subrasante seria pobre o inapropiada, teniéndose que estabilizar los suelos, de modo que se tendría que buscar alternativas de solución, tales como la sustitución de suelo, estabilización mecánica, con geo-sintéticos, estabilización química de suelos, entre otros, escogiendo la opción que convenga teniendo en cuenta lo económico y técnico.

Subbase: Es la capa que se halla compuesta por material seleccionado y con un espesor específico de diseño, siendo de material granular con un CBR mayor igual al

40% o tratada con cemento, asfalto o cal, teniendo como carga a la base y a la carpeta. Asimismo, se usa como controlador de la capilaridad del agua y capa de drenaje. Según el dimensionamiento, tipo y diseño del pavimento, está se puede obviar.

Base granular: Es la capa que, ubicada en la parte inferior de la capa de rodamiento, tiene la finalidad de transmitir, aguantar y distribuir las cargas ocasionadas por el tránsito. Está compuesta por material granular de CBR mayor igual al 80% y puede ser tratado con cal, asfalto o cemento. Además, esta capa tiene que tener la mejor granulometría y calidad en comparación con la subbase.

Carpeta asfáltica: Es la capa que se encuentra en la superficie del pavimento flexible, puesta sobre la base granular con el objetivo de aguantar de primera mano el tránsito. Asu vez, es la capa que cuenta con la mejor calidad ya que debe brindar propiedades como rugosidad para la fricción, drenaje, control de ruido y comodidad.

Criterios de Diseño del Pavimento Flexible: El pavimento actúa de tal manera que busca prevenir la deformación de la capa de rodamiento por la causa de las cargas dinámicas y estáticas importantes. Aun así, no es posible interpretar que no se presentarán deformaciones algunas, debido a que se producirán desgastes en el tiempo, es por este motivo que se debe brindar un mantenimiento periódico hasta la rehabilitación del mismo o la instalación de un nuevo pavimento.

Según Arias y Sarmiento (2015), la finalidad es crear un trayecto que pueda transportar de forma agradable y satisfactoria al tráfico por un periodo de tiempo determinado, sin tener que realizar mantenimientos importantes a la estructura. Las deliberaciones tienen que tomarse de acuerdo al número de daño que está permitido y en una condición tolerable al culminar el ciclo de diseño.

Cuando un pavimento necesita obligatoriamente una reconstrucción o rehabilitación para seguir funcionando de manera óptima, debido a que un mantenimiento periódico o de rutina no puede solventar el deterioro causado; es cuando el diseño del pavimento fracasa.

Método AASHTO: Este método de diseño fue elaborado mediante los resultados de

las pruebas en carretera AASHTO que se realizaron en los años 1959 a 1960, y es posiblemente el método más empleado alrededor del mundo. Durante el empleo de estas pruebas en todo el mundo surgieron nuevos conceptos para el análisis de pavimentos, donde se propusieron los siguientes pasos:

Primero, se ha conseguido elaborar un procedimiento para la calificación de pavimentos a través de los resultados en las pruebas de manejo.

Segundo, para determinar las condiciones de las carreteras, se le pidió a un amplio grupo de conductores que manejasen en una variedad de caminos con diferencias entre sí, y que indicasen sus opiniones respecto a estas en un rango de entre 0 (pésima) a 5 (muy buena). Al promedio resultante de la calificación se le conoce como PSR por sus siglas en inglés que significan "Present Serviceability Rating". Además, a las mediciones que califican las fallas halladas en una carretera como el parcheo, piel de cocodrilo, baches, ahuellamientos, se le conoce como PSI por sus siglas en inglés, que significan "Present Serviceability Index". Estos resultados se volvieron indispensables para la realización del diseño de pavimento por el método ASSHTO.

La ecuación para el diseño ASSHTO vincula el número estructural a los ejes equivalentes, una terminación relaciona con la capacidad de carga del tráfico; donde la resistencia de la capa de la sub rasante es determinada como el módulo resiliente; el valor del Índice de Condición del Pavimento (PSI) seleccionado es utilizado para conseguir el nivel de confiabilidad.

Para llevar a cabo el diseño por el método AASHTO tenemos la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Dónde:

- W8.2: Trafico Acumulado Ponderado
- Z: Desviación de la normal
- S0: Desviación Estándar del Tráfico
- SN: Número Estructural
- PSI: Índice de Condición del Pavimento
- Mr: Módulo de Resiliencia de la subrasante

Para esto, tenemos que hallar el Índice de Condición del Pavimento (PSI) con la siguiente ecuación:

$$PSI = 5.0 - b_1 \log R - b_2 RD^2 - b_3 (C + P)^{0.5}$$

Dónde:

- R: Aspereza o rugosidad del pavimento
- RD: Altura de la hendidura por ahuellamiento
- C: Casqueo o quebradura
- P: Parcheo
- b1, b2, b3: Coeficientes

Y para determinar el Número Estructural tenemos la siguiente ecuación:

$$SN = \sum_i a_i * h_i$$

Dónde:

- a: Coeficiente de resistencia
- h: Ancho de la capa

Para obtener una suma y conteo uniforme de las cargas ejercidas por los diferentes tipos de vehículos, tenemos que determinar el conteo del tráfico en ejes equivalentes.

La resistencia propia de la sub rasante está relacionada con el módulo de elasticidad conseguida en el laboratorio.

En la utilización de este procedimiento, una variación del espesor de las capas es permita, ya que esta depende de la calidad del material empleado, así como el tráfico de la vía.

Este método usado para el diseño de pavimentos se basa en el resultado del factor determinado Número Estructural, conseguido al sumar los coeficientes estructurales además de los espesores de cada capa. Sin embargo, el conocimiento de valores típicos también es permitido.

Para los coeficientes de resistencia (a), estos están vinculados a los ensayos realizados en laboratorio para hallar la resistencia del material estándar.

Existen factores ambientales que son tomados en cuenta en el diseño de pavimentos, estos son considerados como Factor regional (R), teniendo una influencia directa sobre la valoración del tráfico existente. Debido a esto, se puede entender que en las zonas áridas y cálidas que no muestran una abundante existencia de agua o humedad en el pavimento, el diseño de estos pavimentos estará vinculado a un factor regional bajo. Por el otro lado, en las zonas con una mayor humedad y fuentes de agua, el factor regional es alto; teniendo medidas que se encuentran entre los 0.2 en zonas cálidas y áridas y 5.0 en zonas con abundante humedad. Aún así, teniendo en cuenta lo importante e influyente que es el factor regional al momento de diseñar un pavimento, no existen manuales o guías donde entren en detalle acerca de la selección de un valor correspondiente.

Existen diferentes métodos que fueron utilizados en los Estados Unidos, pero son considerados como ingeniería de juicio, aun así, estos puntos de vista son juzgados como correctos siempre y cuando el comportamiento de los pavimentos en la zona sea conocido. Las pruebas practicas muestran que el desempeño de los pavimentos puede tener una gran variabilidad.

Para realizar el método de diseño AASHTO 93 debemos seguir los siguientes pasos:

Obtener la vida útil de diseño, para esto debemos obtener la carga total transformada en ejes equivalentes.

Obtener un factor regional de corrección y multiplicarlo por el tráfico.

Determinar la resistencia de la subrasante, convertida en términos de módulo de elasticidad que de adecue a las condiciones mensuales.

Escoger la pérdida en la capacidad de servicio ($PSIO - PSIf$), comúnmente se encuentra entre 2.0 y 3.0.

Determinar la confiabilidad y la desviación estándar del rendimiento local (0.35 a 0.45) que se encuentran en la escala de logE8.2.

Utilizar un nomograma para hallar el SN, también se puede utilizar la ecuación iterativa.

Método Marshall: En la metodología Marshall se hace uso de un martillo para compactar con el impacto y producir las muestras de ensayo cilíndrico (10.2 cm de diámetro y altura de 6.4 cm) a través de método estándar para calentar, luego combinar el agregado seleccionado junto con el material bituminoso. El porcentaje de asfalto de diseño se calcula basándose en la experiencia. Luego se confirman los especímenes que se encuentran en el contenido del diseño bituminoso escogido, y asimismo también se comprueba añadiéndole y restándole un 0.5% del contenido estimado.

Todo esto se hace con el propósito de asegurar un suministro de datos apropiado. Las muestras que se preparan se analizan para calcular la constitución volumétrica y sus propiedades de resistencia. Después se someten a una prueba de densidad a las muestras, donde se pesan en agua y aire. Con el objetivo de calcular el volumen de la muestra, comprendiendo a su vez los agujeros abiertos en la superficie que pueda poseer, para hallar la masa se calcula mientras la muestra ha sido sumergida y limpiada con una toalla mojada para no quitar el agua que se encuentra en los agujeros de la muestra.

Para determinar la densidad Bulk de la muestra se utiliza la siguiente ecuación:

$$BSG = \frac{M_d}{M_{sd} - M_i} \gamma_w \quad t/m^3$$

Dónde:

M_d : Masa seca de la muestra

M_i : Masa sumergida de la muestra

M_{sd} : Masa de la superficie seca

γ_w : Peso específico del agua

La ecuación para determinar el Volumen del Agregado es la siguiente:

$$V_a = \frac{(100 - b)}{\gamma_a} BSG\%$$

b: Masa del material bituminoso

γ_a : Peso específico del agregado

Luego se continua con la determinación de los vacíos en su totalidad (VMA), asimismo los vacíos en su totalidad lleno de bituminoso (VFB) y los vacíos de aire dentro de la mezcla (VIM)

$$VMA = 100 - Va\%$$

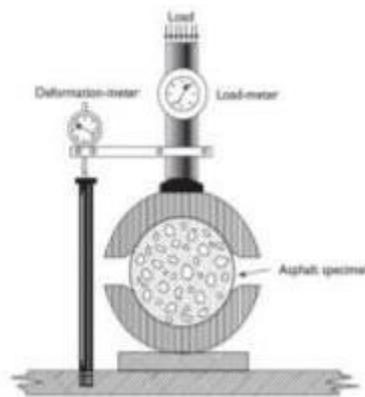
$$VIM = 100 - Va - Vb\%$$

$$VFB = \frac{Vb}{100 - Va} 100\%$$

Luego cada probeta o briqueta es puesta a prueba para determinar su estabilidad y

flujo en la máquina de ensayos Marshall. Donde después de ser puesta a una temperatura de 60°C sumergida en agua, la probeta es puesta en la máquina de ensayos Marshall en medio de dos cabezas en forma de “c”, y se le aplica una fuerza de compresión de manera radial a forma a una rapidez constante de desplazamiento. La máxima resistencia de carga expresada en newtons se entiende como la estabilidad de Marshall. Y la deformación de la muestra expresada en milímetros se entiende como el flujo.

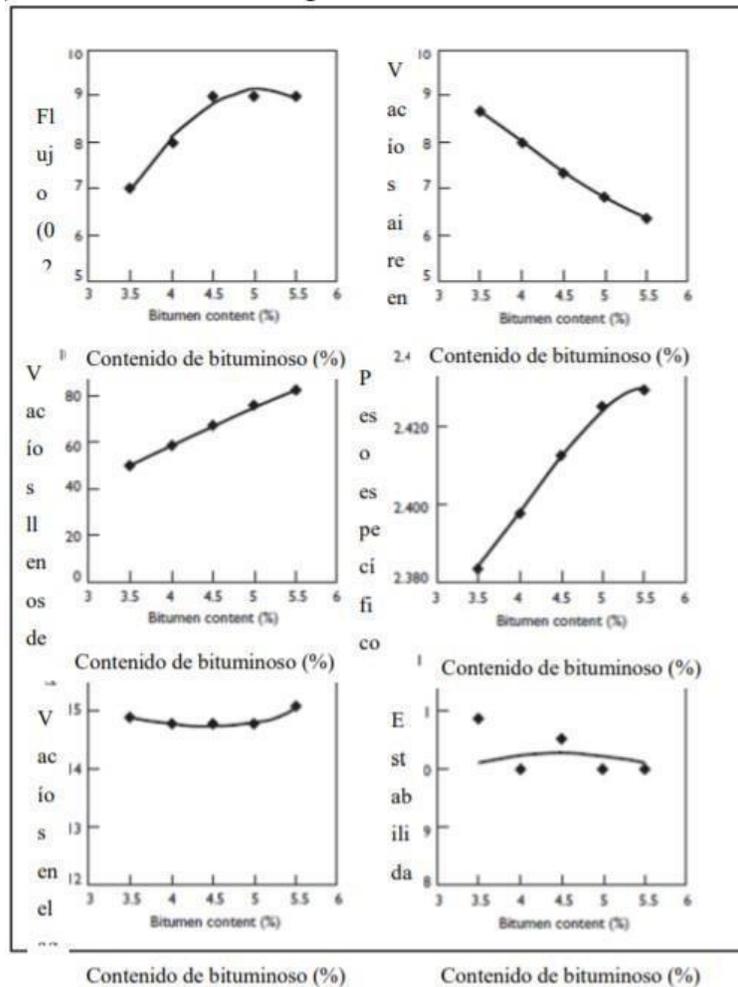
Figura 1. *Máquina de ensayo Marshall*



Fuente: Robinson 2004

El contenido del material bituminoso, los agujeros en su totalidad, el flujo y la estabilidad se calculan mediante la interpolación con los gráficos. Estas características se comparan con los criterios de diseño. Durante la obtención del contenido de asfalto en el diseño final, este es escogido como un compromiso que busca equilibrar las propiedades que tiene la mezcla. Se debe asegurar que en la mezcla se mantengan las especificaciones establecidas para el diseño con un contenido bituminoso de 0.3% como tolerancias en producción.

Figura 2. Análisis Comparativo de Material Bituminoso



Fuente: Robinson 2004

Si al terminar el proceso uno o mas de uno de los criterios en el diseño no se cumplen, la calidad tanto como la clasificación del agregado deben ser reajustadas hasta lograr los resultados esperados en nuevos ensayos con la maquina Marshall. Durante el paso más lento de los vehículos pesados, el tiempo que ejerce la carga sobre el pavimento es mas largo, esto puede contribuir a deformaciones secundarias y a dañar el asfalto en carreteras.

Mezcla Asfáltica: Una mezcla asfáltica denominado aglomerado, por lo general resulta de la mezcla entre agregados minerales pétreos y un ligante hidrocarbonato. En

proporciones exactas, estos minerales establecen las propiedades físicas de la mezcla; cada mezcla asfáltica tiene una función específica, es por ello, que las cantidades de los materiales pueden cambiar dependiendo su objetivo.

Propiedades de la Mezcla Asfáltica: Las mezclas asfálticas deben cumplir las siguientes propiedades, para que de esta manera pueda garantizar la duración de los pavimentos y soportar las cargas repetidas por el tránsito de vehículos.

Durabilidad: La durabilidad es la propiedad de una mezcla asfáltica que soporta los efectos producidos por factores como el agua, aire, temperatura y las cargas causadas por los vehículos. Los efectos perjudiciales son la desintegración y desprendimiento de los agregados del pavimento, provocando así una variación en las propiedades del asfalto como la polimerización, oxidación y envejecimiento, entre otros. Su principal característica que influye es la durabilidad de una mezcla asfáltica sería empleando un contenido óptimo de C.A., ya que aumenta la durabilidad de la mezcla asfáltica.

Estabilidad: Es la habilidad para soportar deformación y desplazamiento que genera el tránsito y sus cargas. Dependiendo de la cohesión interna y de la fricción. La cohesión se deduce de la capacidad ligante del asfalto. La fricción interna está vinculada con las características del agregado tales como forma y textura superficial. En otras palabras, entre más angular sean las partículas del agregado, mayor rugosidad en la superficie y mayor será la estabilidad de la mezcla.

Flexibilidad: Es la manera en la que un pavimento flexible se adapta sin sufrir daños, tal como: agrietamientos, y movimientos y asentamientos graduales de la Sub rasante.

Tereftalato de Polietileno: Es un plástico usado mayormente en recipientes de bebidas y textiles. El plástico es un material conformado por resinas, proteínas y otras sustancias, y son muy sencillos de deformar y variarlas ya sea de tamaño, contextura o forma ubicándose a una determinada compresión y temperatura. Para que el plástico sea incorporado con el asfalto, primeramente, tendría que ser cortado en partículas por una máquina trituradora, después juntarlos para obtener una mezcla homogénea;

para ello se tendría que proporcionar los porcentajes del plástico para cada probeta que se realizara a través del ensayo marshall. Del cual obtendremos un contenido óptimo de asfalto convencional y el porcentaje adecuado del plástico Pet reciclado que se proporcionaron. Después se llegará a obtener una mezcla resistente a los factores climáticos y al peso de los vehículos sobre el pavimento.

El asfalto con adición de Pet es aplicada con la finalidad de obtener propiedades mejoradas en la mezcla asfáltica (la durabilidad, estabilidad, flexibilidad, Trabajabilidad, resistencia al desplazamiento y a la fatiga), dándole una vida útil más larga y aportando con la sostenibilidad ambiental; y menos costosa.

El plástico PET o Tereftalato de Polietileno tienen las siguientes propiedades físicas:

Densidad. – Es la cantidad de materia que contiene los plásticos por cada unidad de volumen; actúa como agente económico que llega a favorecer el uso del plástico.

Conductividad Térmica. - Es la cantidad de calor que conducen los plásticos entre ellos.

Absorción de Agua. - Es importante ya que los plásticos tienden a reflejar un aumento de peso en la muestra, después de haber estado expuesto al ambiente húmedo los plásticos varían sus dimensiones.

Permeabilidad. - Presenta como objetivo incrementar la conservación dentro de un tiempo más limitado; sin perder el mantenimiento de tener frescos los alimentos, sin perder sus buenas propiedades.

Comportamiento frente a la Temperatura. - El Pet como comportamiento frente a la temperatura contiene una máxima resistencia de 71°C y tiene una excelente resistencia hasta una temperatura de 230°C; En la Industria el PET presenta una temperatura de transición vítrea, es decir abandona su estado rígido y pasa a ser blando; y como punto medio su temperatura se encuentra el material en un estado fundido y rígido.

Comportamiento frente a los factores Atmosféricos. - El Pet como conducta frente a factores atmosféricos no es afectado por los ácidos ni gases de la atmósfera, el cual presentaría una buena estabilidad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación

Según (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018), la investigación utiliza el conocimiento y la experiencia derivados de investigaciones o principios originales para resolver problemas en una emergencia. La investigación aplicada es un tipo de investigación. La investigación de este proyecto será de tipo aplicada, ya que en campo usaremos las experiencias y conocimientos que adquirimos en el transcurso de la carrera; teniendo como propósito brindar beneficios a la humanidad y la sociedad..

Nivel de investigación

La investigación tiene un nivel descriptivo, debido a que estudia la relación causa - efecto entre las 2 variables.

Enfoque de investigación

Para (Hernández, Fernández y Batista, 2014) la investigación cuantitativa tiene la finalidad de examinar las situaciones a través de cálculos numéricos, que son estudiados a través de gráficos y tablas. El enfoque para esta investigación es cuantitativo puesto que se utilizan datos numéricos y con la objetividad de los resultados obtenidos y de alcance exploratorio.

Diseño de investigación

Para Hernández, Fernández y Batista (2014) el diseño de tipo experimental permite observar la probable consecuencia de una causa que es manipulada. Para esta investigación usaremos el diseño experimental ya que en laboratorio se va emplear el Método Marshall con cemento asfáltico PEN 60/70 tradicional el cual fue alterado con el Tereftalato de Polietileno, con el objetivo de hallar los cambios que ocurran en la variable dependiente.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Tereftalato de Polietileno

Variable Dependiente: Mezcla Asfáltica

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), la población es la agrupación de los casos que se relacionan con determinadas características. La presente investigación tiene como población a la Avenida Antigua Panamericana Sur que cuenta de una longitud de 5000 metros a partir del km 62 hasta el km 67.

Muestra

Según Valderrama (2019), se refiere a la extracción de una población que representa un patrón a la cual se puedan aplicar técnicas de estudio. Esta tiene que ser extraída explícitamente de la población para que el resultado sea fiable. Para esta investigación la muestra es de 1000 metros desde el km 63 al km 64 de la Avenida Antigua Panamericana Sur.

Muestreo

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014) el muestreo no probabilístico es el proceso donde la persona investigadora elige la muestra según sus propios criterios y no la elige al azar.

El método de muestreo que se utilizara en esta investigación es no probabilístico ya que cuenta con una población de estudio controlable, reducida y significativa.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El presente proyecto emplea la técnica de observación de campo y laboratorio.

Según Arias (2017) las técnicas de recolección de datos son aquellas maneras que utilizan los investigadores para recolectar información sobre su investigación. Estas pueden ser la observación, encuesta, entrevista, etc.

Como instrumento se emplea la ficha de laboratorio, ficha de observación para saber el Índice de condición del Pavimento, formato para el conteo vehicular en la cual se recolecta todos los datos que requiera nuestro proyecto de investigación.

Según Arias (2017) los instrumentos son los recursos que emplean los investigadores, por ejemplo: fichas, hojas de cálculo, cuestionarios, etc.

3.5. Procedimientos

Se llevará a cabo los siguientes procedimientos:

Como primer paso, para el diseño de pavimento flexible en la Avenida Antigua Panamericana Sur en Chilca, se debe tener en cuenta que la avenida ya cuenta con una pavimentación de asfalto existente; la cual presenta varias fallas que impiden una transitabilidad fluida, cómoda y segura para los usuarios de la vía, teniendo esto en cuenta procedimos a realizar una evaluación de la condición del pavimento.

a. Se realizará la evaluación superficial de la avenida Antigua Panamericana Sur mediante el PCI, el cálculo del PCI se basa en los resultados obtenidos de la recolección de datos en campo para saber el tipo de fallas, severidad y rango. La metodología del PCI tiene un índice numérico que va desde 0, para un pavimento en malas condiciones, hasta 100 para un pavimento en buenas condiciones. Posterior al resultado del PCI se define qué categoría de acción se debe proponer para la vía.

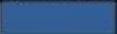
Tabla 1. *Resumen de resultado del PCI*

Unidades de Muestreo	Progresiva Inicial	Progresiva Final	PCI	CLASIFICACIÓN
UM 01	63+080	63+120	40	REGULAR
UM 02	63+240	63+280	45	REGULAR
UM 03	63+400	63+440	30	MALO
UM 04	63+560	63+600	36	MALO
UM 05	63+720	63+760	37	MALO
UM 06	63+880	63+920	16	MUY MALO
PROMEDIO			34.00	MALO

Nota: mediante los resultados obtenidos se puede determinar que el pavimento a lo largo de la avenida Antigua Panamericana Sur, presenta un índice de 34.00 lo cual corresponde a un estado de pavimento malo. Realizado por los autores de esta investigación.

El pavimento de la Avenida Antigua Panamericana Sur presenta un Índice de 34.00 lo cual se define como un pavimento malo, posterior a este resultado se tiene una categoría de acción según el rango y clasificación, en este caso se plantea la rehabilitación de la Avenida Antigua Panamericana Sur, asimismo la señalización correspondiente como propuesta de mejora hacia los usuarios de la vía y a los pobladores cercanos.

Figura 3. *Resumen del conteo vehicular*

Categoría de acción	Rango	Clasificación	Simbología
Mantenimiento Preventivo	100 – 85	Excelente	
Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico	85 – 70	Muy Bueno	
	70 – 55	Bueno	
Mantenimiento Correctivo	55 – 40	Regular	
Rehabilitación – Refuerzo Estructural	40 – 25	Malo	
Rehabilitación – Reconstrucción	25 – 10	Muy Malo	
	10 – 0	Fallado	

Fuente: Manual del PCI

b. Se procede a realizar el levantamiento topográfico a través del uso de herramientas de cómputo como Google Earth Pro y Global Mapper donde nos brinda las coordenadas de la zona de estudio, pudiéndose exportar la superficie y curvas de nivel a programas como AutoCad o Civil3d de AutoDesk.

c. Asimismo, se procede a realizar el estudio del tráfico, que según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015), la finalidad principal del estudio de tráfico es determinar el flujo vehicular e identificar cuáles son y qué tipos de vehículos trascorrirán en la demarcación de estudio y la frecuencia con que lo realizarán y esto es expresado por el ESAL (Equivalent Single Axle Load) que representa el peso o carga equivalente de los ejes sobre la vía, constituyendo el conjunto de las cargas totales de los ejes que circulan diariamente a lo largo del periodo de diseño de un pavimento, siendo esto válido dentro de la metodología de AASHTO.

El conteo vehicular se realizó durante una semana, en las siguientes horas: de 07:00 a.m. – 09:00 a.m. de 12:00 – 14:00 p.m. y de 16:00 – 18:00 p.m. en una estancia ubicada entre la avenida Antigua Panamericana Sur y Avenida Mariano Ignacio Prado. En la siguiente tabla mostramos el resumen general del conteo vehicular:

Figura 4. Resumen del conteo vehicular

DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2
11/10/2021	N	250	54	47	47	35	10	2	76	32	48
	S	264	60	54	98	75	15	3	15	48	76
	TOTAL	514	114	101	145	110	25	5	91	80	124
12/10/2021	N	216	52	14	78	36	8	1	54	21	45
	S	298	69	84	89	53	14	4	84	50	89
	TOTAL	514	121	98	167	89	22	5	138	71	134
13/10/2021	N	274	85	72	19	17	13	1	86	49	37
	S	285	84	96	75	48	6	6	68	60	64
	TOTAL	559	169	168	94	65	19	7	154	109	101
14/10/2021	N	238	45	47	98	36	19	2	76	21	76
	S	256	69	84	89	54	20	6	84	38	89
	TOTAL	494	114	131	187	90	39	8	160	59	165
15/10/2021	N	265	52	14	47	14	5	5	54	32	45
	S	289	52	54	78	54	16	8	15	36	48
	TOTAL	554	104	68	125	68	21	13	69	68	93
16/10/2021	N	248	84	87	58	48	15	10	78	36	65
	S	297	96	79	69	60	9	9	48	69	78
	TOTAL	545	180	166	127	108	24	19	126	105	143
17/10/2021	N	261	85	72	19	65	8	8	86	57	37
	S	297	84	79	69	83	18	11	48	69	78
	TOTAL	558	169	151	88	148	26	19	134	126	115

Fuente: Elaboración Propia

d. Índice Medio Diario, se usó la siguiente fórmula para hallar el IMDS (Índice Medio Diario Semanal):

$$IMD_a = IMD_s \times FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7} ; (\text{promedio de los 7 días})$$

Donde:

IMD_s : Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular tomada

IMD_a : Índice Medio Diario Anual

Vi : Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC : Factor de Corrección estacional

Con esta fórmula se puede convertir el volumen de tráfico determinado a través del conteo vehicular, en el Índice Medio Diario Semanal.

Figura 5. Cálculo del IMDA

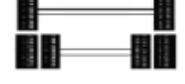
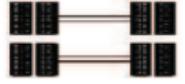
DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2
											
11/10/2021	N	250	54	47	47	35	10	2	76	32	48
	S	264	60	54	98	75	15	3	15	48	76
	TOTAL	514	114	101	145	110	25	5	91	80	124
12/10/2021	N	216	52	14	78	36	8	1	54	21	45
	S	298	69	84	89	53	14	4	84	50	89
	TOTAL	514	121	98	167	89	22	5	138	71	134
13/10/2021	N	274	85	72	19	17	13	1	86	49	37
	S	285	84	96	75	48	6	6	68	60	64
	TOTAL	559	169	168	94	65	19	7	154	109	101
14/10/2021	N	238	45	47	98	36	19	2	76	21	76
	S	256	69	84	89	54	20	6	84	38	89
	TOTAL	494	114	131	187	90	39	8	160	59	165
15/10/2021	N	265	52	14	47	14	5	5	54	32	45
	S	289	52	54	78	54	16	8	15	36	48
	TOTAL	554	104	68	125	68	21	13	69	68	93
16/10/2021	N	248	84	87	58	48	15	10	78	36	65
	S	297	96	79	69	60	9	9	48	69	78
	TOTAL	545	180	166	127	108	24	19	126	105	143
17/10/2021	N	261	85	72	19	65	8	8	86	57	37
	S	297	84	79	69	83	18	11	48	69	78
	TOTAL	558	169	151	88	148	26	19	134	126	115
IMDs	N	250.286	65.286	50.429	52.286	35.857	11.143	4.143	72.857	35.429	50.429
	S	283.714	73.429	75.714	81.000	61.000	14.000	6.714	51.714	52.857	74.571
	TOTAL	534.000	138.714	126.143	133.286	96.857	25.143	10.857	124.571	88.286	125.000
IMDa	N	311.637	81.289	62.790	65.102	44.647	13.874	4.072	71.615	34.825	49.569
	S	353.260	91.428	94.274	100.855	75.953	17.432	6.600	50.833	51.956	73.301
	TOTAL	664.897	172.717	157.064	165.957	120.599	31.306	10.672	122.448	86.781	122.870
IMDA 2021	TOTAL	665.000	173.000	157.000	166.000	121.000	31.000	11.000	122.000	87.000	123.000

Fuente: Elaboración Propia

e. Cálculo de Ejes Equivalentes

Los Ejes Equivalentes (EE) son componentes de equivalencia que expresan la acción negativa de las diferentes fuerzas o cargas, por cada tipo de eje que se adecua a los diferentes vehículos que existen.

Figura 6. Configuración de Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota :

RS : Rueda Simple

RD: Rueda Doble

Fuente: Manual de Carreteras

En el desarrollo del cálculo de Ejes Equivalentes, se aplicará lo siguiente, para los diferentes tipos de ejes de vehículos, tales como buses, camionetas o camiones, asimismo como en cada configuración de pavimento.

Figura 7. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígido

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual de Carreteras

En la elaboración del diseño de pavimento flexible, utilizaremos el número de Ejes Equivalentes proyectado que transcurrirán por el carril de diseño, a través del tiempo de análisis. El carril de diseño será el carril que cuente con mayor carga de la carretera y será aplicado para los demás carriles. Ante esto se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 8. Cálculo de Ejes Equivalentes

TIPO DE VEHICULO		TIPO EJE	# RUEDAS	CARGA EJE Tn	TIPO EE (8.2tn)	EE (8.2tn) FLEXIBLE	EE * IMDa FLEXIBLE	
VEHICULO LIVIANO	AUTO	1 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.356
		2 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.356
	S. WAGON	1 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.092
		2 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.092
	PICK UP	1 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.084
		2 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.084
	PANEL	1 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.089
		2 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.089
	C. RURAL	1 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.065
		2 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.065
	MICRO	1 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.017
		2 EJE	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.017
BUS	2E	1 EJE	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	14.346
		2 EJE	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	36.715
CAMIONES	2E	1 EJE	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	159.115
		2 EJE	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	407.203
	3E	1 EJE	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	113.467
		2 EJE	TANDEM	8	18	EETA2	2.019213	181.066
SEMI-TRAYLER	2S1/2S2	1 EJE	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	160.419
		2 EJE	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	410.541
		3 EJE	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	410.541
TOTAL							1894.818	

Fuente: Elaboración Propia

A través de la tabla anterior, podemos recalcar que el total de Ejes Equivalentes (EE) para nuestro diseño es 1894.818.

f. Cálculo ESALs.

Representa un eje de características simples con dimensiones estándar y dos neumáticos en sus terminaciones. El ESAL es un número hallado a través del volumen de tránsito en el carril de diseño, y se puede hallar con la siguiente fórmula:

$$ESALs' = \left(\sum_{i=1}^m p_i \cdot F_i \cdot P \right) \cdot (TPD) \cdot (FC) \cdot F_d \cdot F_c \cdot 365$$

En el uso de esta fórmula también es indispensable conocer el factor de la distribución direccional, el cálculo de este concierne al número de vehículos de carga pesada que transcurren en una dirección o sentido de tráfico, generalmente se considera a la mitad del acumulado de tránsito que circula entre una y otra dirección, sin embargo, en ciertas ocasiones puede ser mayor en una dirección que en la otra.

Para la circulación en el carril de diseño, se debe tener en cuenta el número de sentidos y de carriles por calzada de asfalto, según lo siguiente:

Figura 9. Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras

En este caso, para el diseño de la avenida Antigua Panamericana Sur del distrito de Chilca, se propone que la vía tenga una calzada con dos sentidos, un carril por sentido; según estas condiciones, se interpreta de la Figura 09 que el Factor direccional es 0.50, el Factor carril es 1.00 y el Factor ponderado es 0.50.

Figura 10. Resumen del cuadro

Tiempo (años) de vida útil del pavimento	Pd	20
Factor "Fca" de veh pesados $Fca = \frac{(1+r)^{Pd}-1}{r}$	Fca	27.065
Nº (Calzadas, sentido, carril por sentido)	1 calzada/2 sentido/1 carril	
Factor direccional	Fd	0.5
Factor de carril	Fc	1
Numero de EE(ejes equivalentes) (ESALs) $\#EE(8.2tn) = 365 \sum (EE * IMDa) * Fca * Fd * Fc$	ESALs para flexible	9,359,090.63

Fuente: Elaboración Propia

g. Se realizarán las calicatas para el ensayo de mecánica de suelos Para conocer el número de calicatas a realizar en el diseño de pavimento flexible de la Antigua Panamericana Sur se debe tener en cuenta el siguiente cuadro:

Figura 11. Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

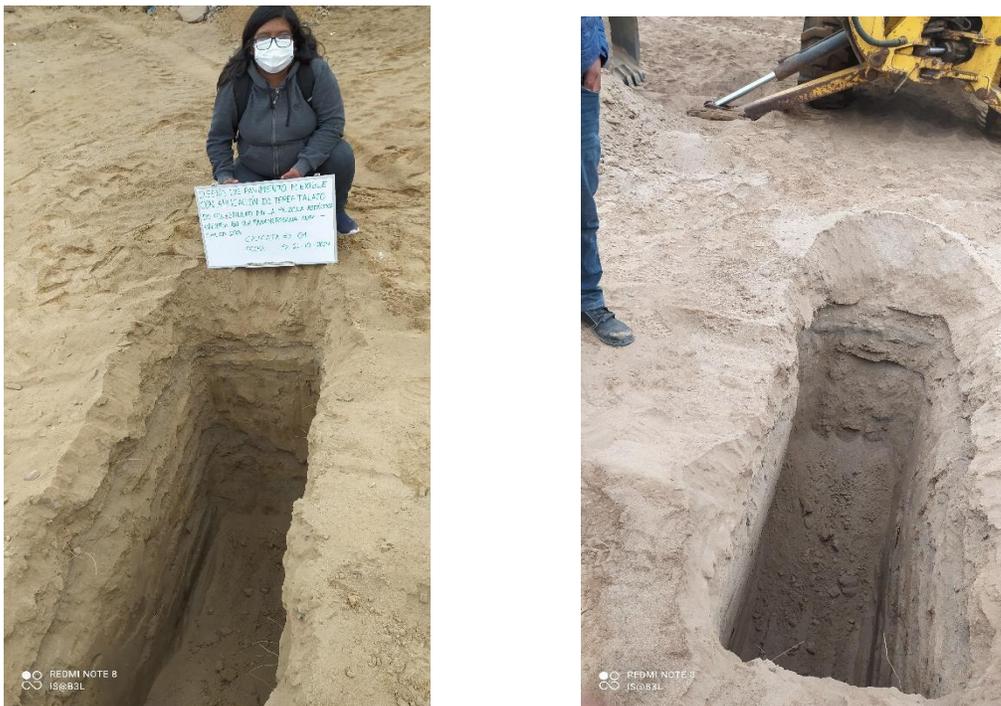
Fuente: Elaboración Propia

Según el tipo de carretera se llevará a cabo la ejecución de 3 calicatas x km con una profundidad de 1.50m.

La primera calicata, se ubicará en el km 63.250, la segunda calicata en el km 63.550 y el tercero en el km 63.850 de la Avenida Antigua Panamericana Sur en el distrito de Chilca.

Para la Calicata C-01, se realizó una excavación de 1.50 metros de profundidad. Se extrajo material de la zona de un aproximado de 35 kilogramos.

Figura 12. *Elaboración de la primera calicata*



Fuente: Elaboración Propia

Para la Calicata C-02, se realizó una excavación de 1.50 metros de profundidad. Se extrajo el material de la zona, un aproximado de 35 kilogramos.

Figura 13. Elaboración de la segunda calicata



Fuente: Elaboración Propia

Para la Calicata C-03, se realizó una excavación de 1.50 metros de profundidad. La extracción de material en la zona, con un saco aproximado de 35 kilogramos.

Figura 14. Elaboración de la tercera calicata

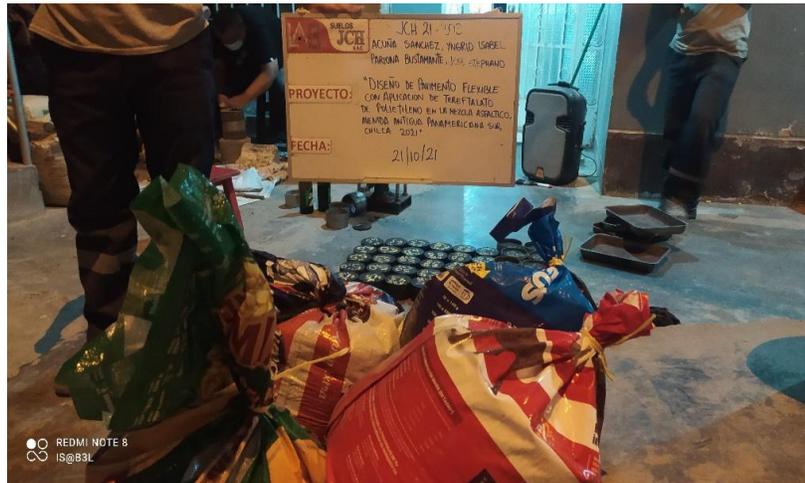


Fuente: Elaboración Propia

h. Transporte de calicatas al laboratorio.

El día jueves 21 de octubre, se llevó a cabo el transporte de los sacos del material excavado de las calicatas al laboratorio de suelos para su análisis.

Figura 15. Muestra del suelo llevado a laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

i. Análisis granulométrico por tamizado.

Figura 16. Análisis Granulométrico por tamizado calicata 01

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	--	--	100,0
N° 4	4,760	1,7	0,3	99,7
N° 10	2,000	7,1	1,4	98,3
N° 20	0,840	18,4	3,6	94,7
N° 40	0,425	41,4	8,2	86,5
N° 60	0,260	69,1	13,7	72,8
N° 140	0,106	135,0	26,7	46,1
N° 200	0,074	40,1	7,9	38,2
-200		193,0	38,2	0,0

Nota: Resultados de ensayos en Laboratorio de Suelos JCH SAC

Figura 17. Análisis Granulométrico por tamizado calicata 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	--	--	100,0
N° 4	4,760	0,9	0,1	99,9
N° 10	2,000	3,8	0,6	99,3
N° 20	0,840	11,8	1,8	97,5
N° 40	0,425	29,2	4,6	92,9
N° 60	0,260	63,6	10,0	82,9
N° 140	0,106	199,8	31,3	51,6
N° 200	0,074	53,7	8,4	43,2
-200		276,0	43,2	0,0

Nota: Resultados de ensayos en Laboratorio de Suelos JCH SAC

Figura 18. Análisis Granulométrico por tamizado calicata 03

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	--	--	100,0
N° 4	4,760	3,3	0,5	99,5
N° 10	2,000	5,5	0,9	98,6
N° 20	0,840	22,6	3,6	95,0
N° 40	0,425	33,6	5,3	89,7
N° 60	0,260	55,9	8,8	80,9
N° 140	0,106	182,2	28,7	52,2
N° 200	0,074	63,6	10,0	42,2
-200		267,7	42,2	0,0

Nota: Resultados de ensayos en Laboratorio de Suelos JCH SAC

Respecto al contenido de humedad, se definió lo siguiente:

Tabla 2. *Contenido de Humedad de calicatas*

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM	
	D-2216-05	
C-01	Humedad (%)	4.6
C-02	Humedad (%)	4.1
C-03	Humedad (%)	5.4

Nota: Resultados de ensayos en Laboratorio de Suelos JCH SAC

Finalmente, respecto a la clasificación y tipo de suelo, se determina:

Tabla 3. *Clasificación de Suelo*

CLASIFICACIÓN	CALICATA		
	C-01	C-02	C-03
SUCS ASTM D 2487-05	SM	SM	SM
AASHTO ASTM D3282-04	A-4(0)	A-4(0)	A-4(0)
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ARENA	ARENA	ARENA
	LIMOSA	LIMOSA	LIMOSA

Nota: Resultados de ensayos en Laboratorio de Suelos JCH SAC

j. Proctor modificado y CBR

Braja M. Das (2017) indica que la prueba de Proctor modificado es utilizada para representar las condiciones de campo.

Se procede a compactar el suelo en cinco capas, utilizando un pisón de carga de 44.5N en un molde de 943.3cm³, este se fija en una placa que tiene una hendidura de la forma del molde. El material es expuesto a diferentes porcentajes de agua, estas se apiñan en tres diferentes estratos. Luego se procede a realizar el apisonado siendo 25 golpes por capa. Con la prueba de Proctor modificado, se puede conocer el

aumento del peso específico seco máximo del suelo.

Figura 19. *Elaboración del Proctor Modificado del C01*



Fuente: Elaboración Propia

Luego del proceso, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultado de California Bearing Ratio de la calicata 01

CALICATA	RESULTADOS	0.1"	0.2"
C-01	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	19.6	25.2
	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	14.7	19.3

Nota: Resultados de ensayos en Laboratorio de Suelos JCH SAC

- **Diseño AASHTO**

Para la realización del diseño del pavimento flexible con el método AASHTO, se determinaron las variables de diseño, estas son confiabilidad, coeficiente de drenaje, el tránsito de diseño, coeficientes estructurales de capa, pérdida de serviciabilidad, módulo de resiliencia de la subrasante, coeficiente de drenaje, desviación estándar combinada y diseño de espesores.

Para realizar el diseño de un pavimento flexible debemos considerar la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) es el número de ejes comunes que equivalen a 18000 lb (80 kN) para la etapa de diseño, en otras palabras, involucra al número de reincidencias (EE) de 8.2t, el cual es establecido según el estudio de tráfico.

a) Módulo de Resiliencia

Expresa el endurecimiento del suelo de la sub rasante, la cual debe hallarse a través de una ecuación que se relación con el valor del CBR, de este modo se tiene la siguiente ecuación:

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Para el diseño del pavimento flexible de la avenida Antigua Panamericana Sur en el distrito de Chilca, es utilizado el CBR respectivo al 100% para la calicata 01, este valor es 25.46. Reemplazando en la ecuación, el valor del Módulo de Resiliencia es igual a:

$$Mr \text{ (psi)} = 20285.149$$

b) Confiabilidad (%R)

Según el método AASHTO, identifica la posibilidad de desenvolvimiento de una configuración particular, a lo largo del tiempo de diseño. Esta probabilidad está vinculada a la variación de factores como las condiciones climáticas, crecimiento de tráfico, calidad de construcción, los cuales son capaces de reducir la vida útil proyectada de un pavimento. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones establece que, según la cantidad del nivel de confiabilidad, aumentará el grosor de la estructura del pavimento que se diseñará.

c) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr).

Expresa el valor de la Confiabilidad determinada para un grupo de datos en una distribución común.

Figura 20. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) segunb rango de trafico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
T _{P15}		>30'000,000	95%	-1.645	

Fuente: Manual de carreteras.

Para esta situación, se optó por elegir el tipo de tráfico T9, según la cantidad de ejes acumulados. Debido a esto nivel de confiabilidad equivale a un 90% y el nivel de desviación estándar normal (Zr) a -1.282.

d) Desviación Estándar Combinada (So).

Es un pronóstico que representa la mutabilidad esperada de la estimación de tránsito y de los otros factores que cambian el comportamiento del pavimento, a esto se le suele contemplar como el efecto del clima, construcción y medio ambiente.

El manual AASHTO indica utilizar valores de So comprendidos entre 0.40 y 0.50.

El Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, establece la utilización del promedio de estos valores, utilizando de este modo el valor de 0.45.

e) Índice de Serviciabilidad presente (PSI)

Expresa la conveniencia de circulación para el usuario; desde 0 a 5, donde 5 expresa mejor comodidad teórica y 0 significa la peor. Asimismo, se encuentra vinculada directamente proporcional al estado de la vía, en otras palabras, si este estado decrece lo mismo sucederá con el PSI

En nuestro caso, se optó por elegir el tipo de tráfico TP9, según a la cantidad de ejes acumulados, con esto el índice de serviciabilidad inicial será de 4.00 y el índice de serviciabilidad final será de 2.5. Con estos resultados, se entiende que la variación de serviciabilidad es de 4.00-2.5 equivalente a 1.5.

Figura 21. Índice de Serviabilidad Inicial (Pi) e Índice de Serviabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15	>30'000,000		3.00

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

Fuente: Manual de carreteras

Figura 22. Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{F1}	150,001	300,000	1.80
	T _{F2}	300,001	500,000	1.80
	T _{F3}	500,001	750,000	1.80
	T _{F4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{F5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{F6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{F7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{F8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{F9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{F10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{F11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{F12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{F13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{F14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{F15}		>30'000,000	1.20

Fuente: Manual de carreteras

f) Número Estructural Propuesto (SNR).

El Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, menciona que la información conseguida y procesados se utilizan en la fórmula de diseño AASHTO 93 y se extrae el número estructural que representa el grosor absoluto del pavimento a implementar y debe ser convertido al grosor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, es decir, a la carpeta de rodadura, base y sub base, esto se obtiene según la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a1, a2, a3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d1, d2, d3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase,

respectivamente

m₂, m₃ = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Figura 23. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2.985 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a ₁	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras

Considerando la información en la figura N°22 se tomaron estos resultados para los coeficientes estructurales de las capas que serán parte del diseño del pavimento.

Para la capa superficial se tomará el valor (a₁) = 0.170

Para la base se tomará el valor (a₂) = 0.054

Para vía subbase se tomará el valor (a₃) = 0.047

g) Drenaje (m1, m2)

Tiene la finalidad de considerar el predominio del drenaje en la formación del pavimento. Es igual a la exposición a la congestión, que es el porcentaje de periodo durante el año donde el pavimento está expuesto a escalas de humedad que se parecen a la saturación. El coeficiente de drenaje considerado es de 1.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de los datos se realizó teniendo en cuenta que el método es experimental, por lo cual fue elaborado en el laboratorio de ensayo de materiales como indica el MTC EG-2013, asegurando el cumplimiento de los estándares, instrumentos confiables que recogen datos sin alterar. Se organizará todos los datos recopilados mediante gráficos sobre la inclusión del Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica en relación a la convencional, mediante el uso del programa EXCEL haciendo uso de cuadros, tablas, gráficos, entre otros, facilitando de esta forma su interpretación final.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación tiene como principal finalidad la viabilidad del uso del Tereftalato de Polietileno en mezclas asfálticas en relación al método de diseño Marshall, esta investigación se realizó bajo la normativa, valores y principios adecuados para obtener los valores reales; de esta forma entregar datos verídicos que aseguren el desarrollo de la investigación presentada. Además, la presente investigación ha sido elaborada a través del uso de artículos científicos, tesis y normas relacionadas al estudio de mezclas asfálticas, tanto nacionales como internacionales, los cuales han sido citados debidamente haciendo que esta investigación sea fiable y cuente con autenticidad, bajo la normativa ISO 690 y las normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Diseño de Pavimento Flexible con aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021”

Acceso a la zona de estudio:

El ingreso a la zona del proyecto es por la carretera panamericana sur km 62 y km 63 en el distrito de chilca.

Ubicación del Proyecto

Provincia de Cañete, Departamento de Lima

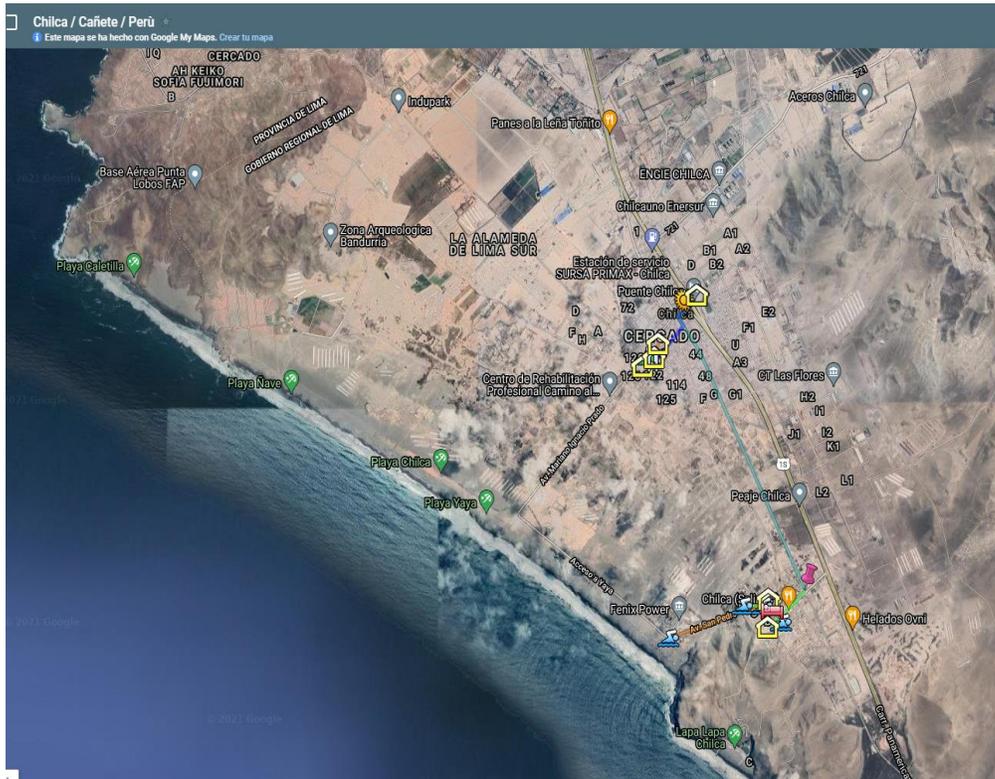
La zona del proyecto se encuentra ubicado distrito de Chilca parte central mediterránea del territorio Provincial de Cañete, Departamento de Lima, a 66 Km. al sur del departamento de Lima, el cual limita con los siguientes distritos.

Figura 24. Mapa político de la provincia de cañete



Distrito de Chilca

Figura 25. Distrito de Chilca



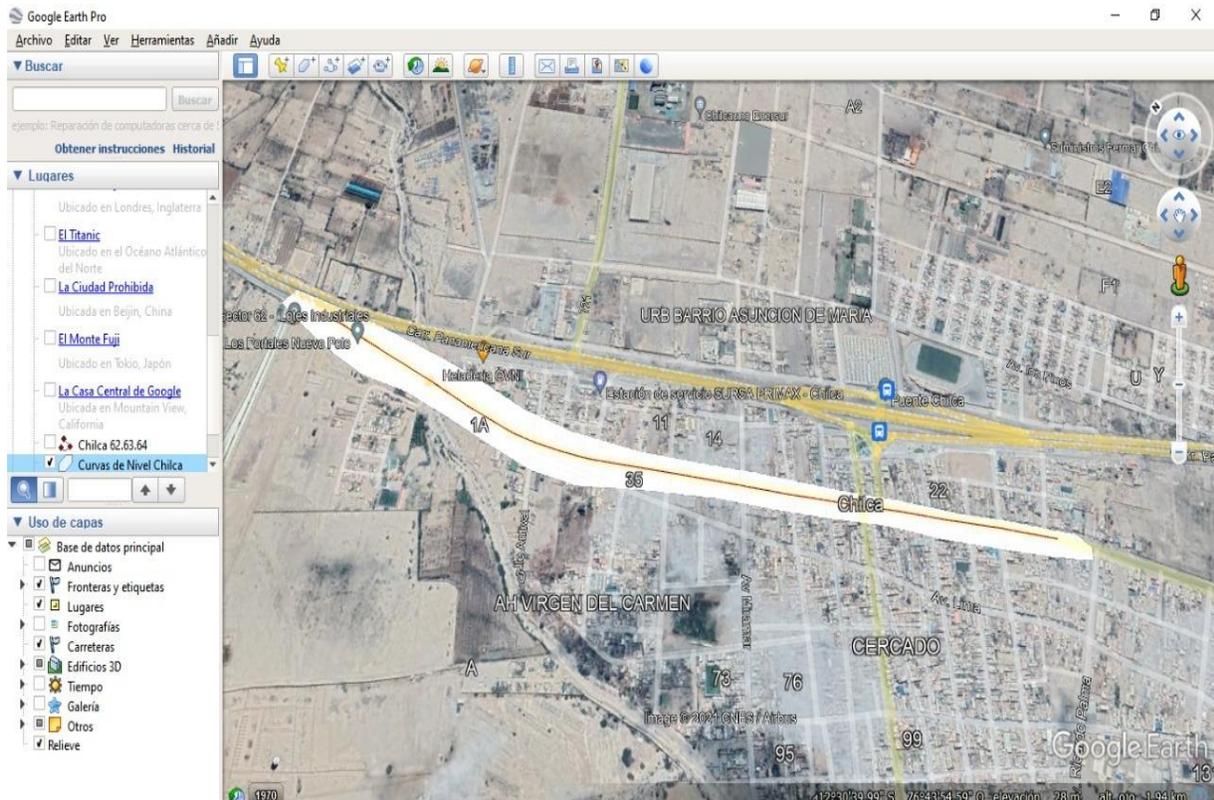
Fuente: Google maps

- **Por el Este:** Provincia de Huarochirí – Región Lima
- **Por el Oeste:** Océano Pacífico
- **Por el Norte:** Provincia de Lima – Región Lima
- **Por el Sur:** Distrito de Santa Cruz de Flores, San Antonio y Calango

Ubicación Geográfica

Se encuentra dentro de las coordenadas geográficas de 12° 30' 56" de Longitud sur y 76° 44' 3.6" de longitud oeste. La ubicación exacta del lugar del estudio es en la avenida Antigua Panamericana Sur, como se muestra en la figura.

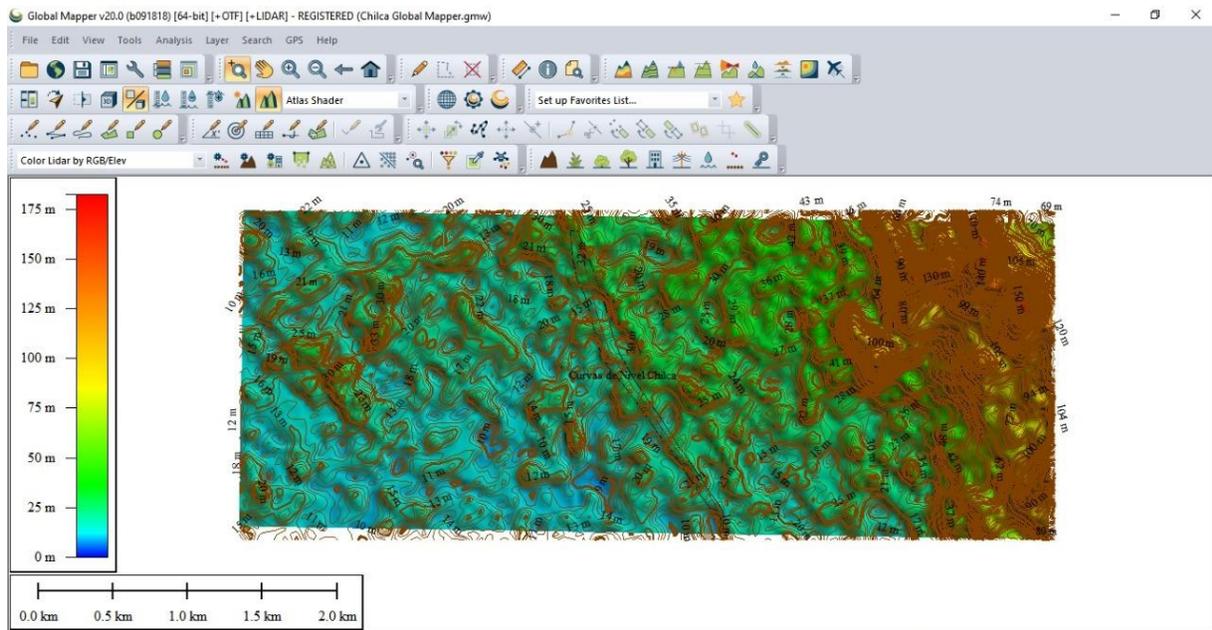
Figura 27. Coordenadas en Google Earth Pro



Fuente: Elaboración Propia

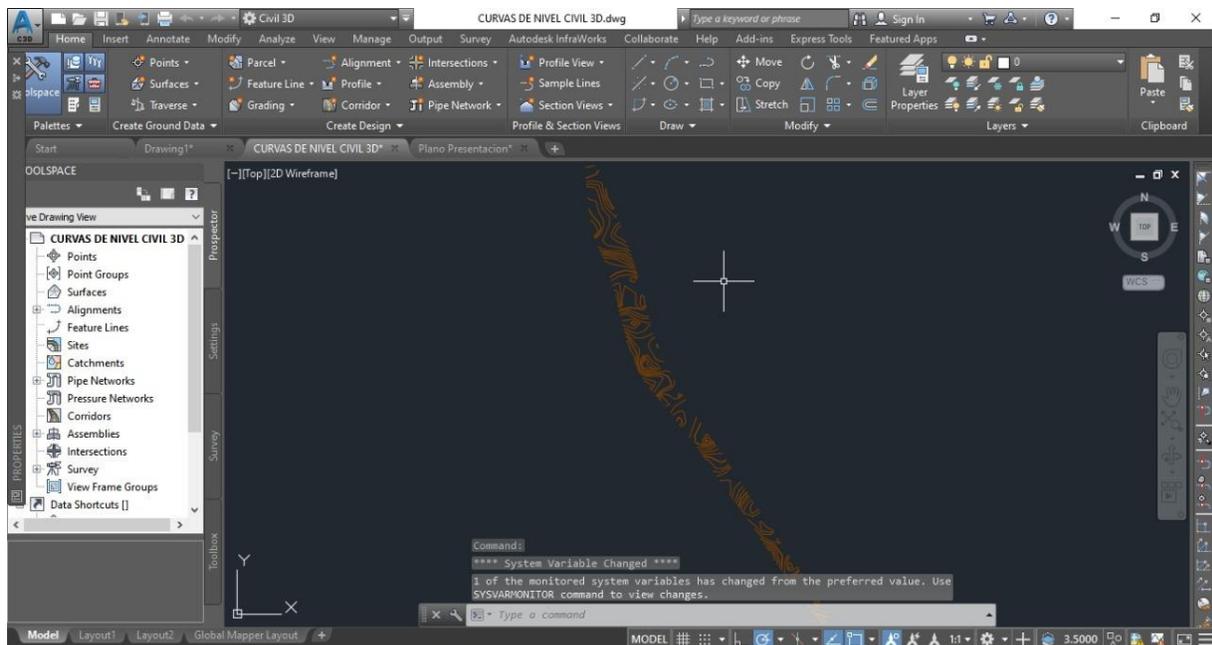
Luego se exporta los datos de Google Earth Pro al programa Global Mapper donde se pueden obtener los puntos de elevación y las curvas de nivel del terreno. Asimismo, pudiéndose guardar en formato “dwg” o “txt” para posteriormente poder exportarlo al programa Civil 3d.

Figura 28. Curvas de nivel en Global Mapper



Fuente: Elaboración Propia

Figura 29. Exportación de Puntos en Civil3D



Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de suelos

Se determinó que el suelo a nivel de subrasante en la calicata 1 corresponde a una Arena Limosa. A este suelo le corresponde una clasificación SUCS de SM y AASHTO de A-4(0).

Tabla 5. Resultados del estudio de suelos

DESCRIPCIÓN	
1. Clasificación de Suelos	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-4(0)
2. Proctor Modificado	
MDS	1951 gr/cm ³
OCH	12.7%
3. CBR	
CBR (95% MSD)	25.46
MR	1853 gr/cm ³
	20285 psi

Nota: resultados sustentados en el anexo (PROCTOR, CBR de la calicata 01)

Estructura del pavimento

Para hacer el diseño de pavimento flexible, se hizo el cálculo de espesores, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Factores para el diseño de pavimento flexible

VARIABLES	SIMBOLO	VALOR
Carga de tráfico vehicular	ESAL(W18)	9,359,090.63
Suelo Sub Rasante	CBR S4: MUY BUENA	25.46
Módulo de resiliencia de la Sub Rasante	$Mr = 2555 * CBR^{0.64}; (PSI)$ Mr	20285.149
Tipo de trafico	Tp	TP9
Numero de etapas c/u a 10-20 años de diseño	n	1
Nivel de confiabilidad	R %	90
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.282
Desviación estándar combinado	So	0.45
Índice de serviciabilidad inicial según rango de trafico	Pi	4.00
Índice de serviciabilidad final según rango de trafico	Pt	2.50
Diferencia de serviciabilidad según rango de trafico	ΔPSI	1.50

Elaboración propia

Con estos resultados, se hizo el cálculo en el programa Ecuación AASHTO93, para hallar el valor del número estructural (SN), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7. *Cálculo del número estructural*

SN REQUERIDO	G	N NOMINAL	N CALCULADO	CORRECTO
3.341	-0.13	6.971	6.841	

Elaboración propia

Se pudo hallar el Número estructural teniendo el valor de 3.341. A través del Manual de carreteras, corroboramos los datos, al hacer un segundo cálculo alterando el valor de Módulo de Resiliencia con el recomendado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 8. *Cálculo de espesores de capas de pavimento*

SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO			CORRECTO
		a1	a2	a3	
3.341	3.870	0.08 m	0.25 m	0.25 m	

Elaboración propia

Diseño de Mezcla Asfáltica convencional y con incorporación de Tereftalato de Polietileno

Objetivo: Determinar la influencia de la aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

Ensayo Marshall

Para comprobar las propiedades que da el Tereftalato de Polietileno a la mezcla asfáltica, se tuvo que llevar a cabo el ensayo Marshall en la mezcla asfáltica tradicional y en la mezcla asfáltica con 0.75%, 1.75% y 3% de Tereftalato de Polietileno.

Mezcla asfáltica tradicional

Se condujo la realización del ensayo Marshall en función a la cantidad específica de agregado a utilizar con los porcentajes de asfalto que son de 4.5%, 5 %, 5.5%, 6% y 6.5% respectivamente. Los materiales para la realización de las briquetas convencionales fue la siguiente:

Tabla 9. *Materiales para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente*

MATERIALES	CARACTERISTICAS	PROCEDENCIA
AGREGADOS	Piedra Chancada 1/2"	Cantera Dorita
	Arena Chancada	Cantera Dorita
ASFALTO	PEN 60/70	Refinería Repsol

Elaboración propia

Tabla 10. *Dosificación del diseño Marshall*

AGREGADOS	PORCENTAJE (%)
Agregado Grueso (Piedra Chancada 1/2")	39%
Agregado Fino (Arena Chancada)	61%
Asfalto	4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%

Elaboración propia

Para el diseño de la mezcla convencional se realizó la dosificación de 39% de agregado grueso y 61% de agregado fino, el ligante en porcentaje del peso total de los agregados. Se realizó la elaboración de las briquetas de la mezcla asfáltica convencional con 5 porcentajes de asfalto, de acuerdo a la norma se realizaron 3 briquetas por cada contenido de asfalto para tener un promedio en base a estas de acuerdo al ensayo Marshall. Dando como resultados los siguientes datos.

Figura 30. Diseño de Mezcla asfáltica tradicional

NÚMERO DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C
1 % DE C. A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4.5			5			5.5			6			6.5	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37.25			37.05			36.86			36.66			36.47	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		58.25			57.95			57.64			57.34			57.03	
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010			1.010			1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)		2.738			2.738			2.738			2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718			2.718			2.718			2.718	
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.0	61.1	61.0	59.8	61.2	59.8	61.1	62.2	61.0	61.3	60.4	61.3	60.7	60.7	60.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1197.0	1202.9	1198.0	1209.0	1214.6	1210.0	1210.4	1217.7	1211.0	1222.9	1220.6	1230.0	1221.4	1231.7	1219.9
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1202.8	1207.7	1202.8	1212.2	1218.9	1212.2	1212.8	1220.9	1212.0	1224.7	1221.8	1231.0	1222.0	1232.2	1220.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) ©	694.0	699.0	695.0	705.0	707.0	703.0	710.0	714.0	707.0	721.0	721.0	725.0	720.0	725.0	717.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	508.8	508.7	507.8	507.2	511.9	509.2	502.8	506.9	505.0	503.7	500.8	506.0	502.0	507.2	503.0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	5.8	4.8	4.8	3.2	4.3	2.2	2.4	3.2	1.0	1.8	1.2	1.0	0.6	0.5	0.1
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1.1	0.9	1.0	0.63	0.84	0.43	0.48	0.63	0.20	0.36	0.24	0.20	0.12	0.10	0.02
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2346.0	2358.0	2352.0	2377	2366	2369	2400	2395	2391	2421	2430	2424	2426	2421	2418
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm.³) (A/(B-C))	2.353	2.365	2.359	2.384	2.373	2.376	2.407	2.402	2.398	2.428	2.437	2.431	2.433	2.428	2.425
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.586			2.566			2.546			2.526			2.506	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9.0	8.6	8.8	7.1	7.5	7.4	5.5	5.7	5.8	3.9	3.5	3.8	2.9	3.1	3.2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.726			2.726			2.726			2.726			2.726	
21 V.M.A. (%)	17.6	17.2	17.4	16.9	17.3	17.2	16.5	16.7	16.9	16.3	16	16.2	16.5	16.7	16.8
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	48.7	50.2	49.6	57.9	56.5	57.0	67.0	66.2	65.6	76.1	78.1	76.7	82.4	81.4	80.8
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.791			2.792			2.793			2.794			2.794	
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.9			0.9			0.9			0.9			0.9	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		3.7			4.2			4.7			5.2			5.7	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	11.0	12.0	13.0	14.0	13.0	14.0	15.0	14.0	16.0	17.0	16.0	17.0	19.0	18.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1000.0	1190.0	1100.0	1210.0	1226.0	1215.0	1262.0	1300.0	1265.0	1311.7	1333.8	1342.0	1195.0	1155.0	1195.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1040.0	1238.0	1144.0	1258.0	1275.0	1264.0	1312.0	1352.0	1316.0	1385.0	1387.0	1396.0	1243.0	1201.0	1243.0

Elaboración propia

Contenido óptimo de asfalto para el diseño Marshall convencional. Realizando un promedio mayor y menor a un 0.2%, para determinar de mejor manera el C.A. óptimo.

Tabla 11. Resumen del porcentaje óptimo de asfalto

Características de la Mezcla	Mezcla Convencional	
N° de golpes por cara		75
Contenido Óptimo de Cemento Asfalto %	5.8	6.0
Peso específico, g/cm ³	2.424	2.428
Vacios %	4.6	4.2
Vacios Llenos con Cemento Asfáltico, %	73.0	75.0
V.M.A %	16.5	16.4
Estabilidad, lb (Kn)	3200.0 (14.23)	3100.0 (13.79)
Flujo, 0.01" (0.25mm)	16.0 (4.0)	16.5 (4.1)
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm		3436.8
Absorción de Asfalto%		0.9
Temperatura de la Mezcla, °C		145.0

Elaboración propia

Mezcla asfáltica con aplicación de Tereftalato de Polietileno

Se procedió a la realización del ensayo Marshall modificado con PET en función a la cantidad específica de agregado a utilizar y con los porcentajes de asfalto que son de 4.5%, 5 %, 5.5%, 6% y 6.5% respectivamente. La inclusión del material PET se realizó por vía seca y con porcentajes en referencia al agregado fino de 0.75%, 1.75% y 3% respectivamente.

Tabla 12. *Dosificación del diseño Marshall con tereftalato de Polietileno*

AGREGADOS	1° Dosif.	2° Dosif.	3° Dosif.
	PORCENTAJE		
Agregado Grueso (Piedra Chancada 1/2")	39%	39%	39%
Agregado Fino (Arena Chancada)	60.25%	59.25%	58%
Tereftalato de Polietileno (% porcentaje en peso de los agregados)	0.75%	1.75%	3%
Asfalto	4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%		

Elaboración propia

Figura 31. Diseño de Mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno (0.75%)

NÚMERO DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C
1 % DE C. A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4.5			5.0			5.5			6.0			6.5	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37.25			37.05			36.86			36.66			36.47	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		57.53			57.23			56.93			56.63			56.33	
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		0.72			0.72			0.71			0.71			0.7	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010			1.010			1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.738			2.738			2.738			2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718			2.718			2.718			2.718	
8 PESO ESPECÍFICO DEL TEREFALATO DE POLIETILENO - APARENTE		1.500			1.500			1.500			1.500			1.500	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62.1	61.8	62.0	60.5	61.5	61.0	60.8	61.5	60.8	60.5	61.6	60.5	61.4	61.2	61.4
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1205.5	1210.7	1206.0	1216.3	1208.1	1216.5	1214.8	1217.4	1214.8	1214.7	1222.2	1214.7	1230.6	1222.8	1231.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1209.1	1216.7	1208.9	1217.9	1213.3	1218.0	1217.1	1219.0	1217.1	1216.5	1223.6	1216.5	1231.8	1231.0	1232.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	706.0	715.2	709.0	719.2	717.4	716.5	717.2	719.0	718.7	720.0	723.0	720.0	724.0	723.4	725.8
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	503.1	501.5	499.9	498.7	495.9	501.5	499.9	500.0	494.4	496.5	500.6	496.5	507.8	507.6	506.2
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.6	6.0	2.9	1.6	5.2	1.5	2.3	1.6	2.3	1.8	1.4	1.8	1.2	1.2	1.0.
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.72	1.20	0.58	0.32	1.05	0.30	0.46	0.32	0.46	0.36	0.28	0.36	0.24	0.24	0.20
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2389	2407	2405	2432	2429	2418	2423	2427	2430	2439	2434	2439	2416	2416	2425
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm.³) (A/(B-C))	2.396	2.414	2.412	2.439	2.436	2.426	2.43	2.435	2.437	2.447	2.441	2.447	2.423	2.423	2.432
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.594			2.574			2.554			2.534			2.514	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7.6	0.9	7.0	5.3	5.4	5.8	4.9	4.7	4.6	3.5	3.7	3.5	3.6	3.6	3.3
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.709			2.709			2.709			2.709			2.709	
21 V.M.A. (%)	15.5	14.9	15.0	14.5	14.6	14.9	15.2	15.1	15	15.1	15.3	15.1	16.4	16.4	16.1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	50.8	53.5	53.3	63.8	63.4	61.3	68.1	69.1	69.5	77.2	76.1	77.2	78.0	77.9	79.7
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.801			2.802			2.803			2.804			2.804	
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		1.2			1.2			1.3			1.3			1.3	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		3.3			3.8			4.3			4.8			5.3	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	15.0	16.0	16.0	16.0	17.0	18.0	18.0	20.0	20.0	19.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1100.0	1205.0	1150.0	1250.0	1300.0	1270.0	1350.0	1300.0	1344.5	1440.1	1367.4	1440.1	1190.0	1200.0	1200.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1144.0	1253.0	1196.0	1300.0	1352.0	1321.0	1404.0	1352.0	1398.0	1498.0	1422.0	1498.0	1238.0	1248.0	1248.0

Elaboración propia

Tabla 13. Resumen del porcentaje óptimo de asfalto con 0.75% de Tereftalato de Polietileno

Características de la Mezcla	Mezcla con 0.75% PET	
N° de golpes por cara		75
Contenido Óptimo de Cemento Asfalto %	5.7	5.9 6.1
Peso específico, g/cm3	2.442	2.441 2.439
Vacíos %	4.6	4.0 3.7
Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	70.0	74.0 76.0
V.M.A %	15	15.3 15.5
Estabilidad, lb (Kn)	3150.0 (14.01)	3170.0 (14.1) 3150.0 (14.01)
Flujo, 0.01" (0.25mm)	16.7 (4.2)	17.5 (4.4) 18.3 (4.6)
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm		3274.8
Absorción de Asfalto%		1.3
Temperatura de la Mezcla, °C		150.0

Elaboración propia

Figura 32. Diseño de Mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno (1.75%)

NÚMERO DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C
1 % DE C. A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4.5			5			5.5			6			6.5	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37.25			37.05			36.86			36.66			36.47	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		56.58			56.28			55.99			55.69			55.39	
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		1.67			1.67			1.65			1.65			1.64	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010			1.010			1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2.738			2.738			2.738			2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718			2.718			2.718			2.718	
8 PESO ESPECÍFICO DEL TEREFALATO DE POLIETILENO - APARENTE		1.500			1.500			1.500			1.500			1.500	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60.7	61.5	61.0	59.8	60.5	60.0	61.5	61.6	61.5	61.1	63.1	61.1	61.5	60.9	61.5
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1204.5	1212.2	1205.0	1213.8	1221.6	1214.0	1216.8	1218.9	1216.8	1224.3	1226.5	1224.3	1234.9	1228.1	1234.9
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1208.1	1217.1	1207.9	1215.7	1223.3	1215.9	1219.0	1221.2	1219.0	1226.0	1228.3	1226.0	1236.1	1229.1	1236.1
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	711.0	712.3	710.0	715.0	718.3	716.4	720.0	719.6	720.3	724.6	727.3	724.3	729.0	724.0	729.4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	497.1	504.8	497.9	500.7	505	499.5	499.0	501.6	498.7	501.4	501	501.7	507.1	505.1	506.7
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.6	4.9	2.9	1.9	1.7	1.9	2.2	2.3	2.2	1.7	1.8	1.7	1.2	1.0	1.2
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN ((B-A)/(B-C))*100	0.72	0.97	0.58	0.38	0.34	0.38	0.44	0.46	0.44	0.34	0.36	0.34	0.24	0.20	0.24
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2416.0	2394.0	2413.0	2417	2412	2423	2431.0	2423.0	2433.0	2434	2441	2433	2428	2424	2430
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm.³) (A/(B-C))	2.423	2.401	2.420	2.424	2.419	2.430	2.438	2.430	2.440	2.442	2.448	2.44	2.435	2.431	2.437
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.621			2.600			2.580			2.560			2.540	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7.6	8.4	7.7	6.8	7	6.5	5.5	5.8	5.4	4.6	4.4	4.7	4.1	4.3	4.1
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.687			2.687			2.688			2.687			2.687	
21 V.M.A. (%)	13.9	14.7	14.0	14.3	14.5	14.1	14.3	14.6	14.2	14.6	14.4	14.7	15.3	15.4	15.2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	45.7	43.0	45.3	52.7	52.0	53.8	61.6	60.2	61.8	68.4	69.7	68.2	73.0	72.2	73.4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.834			2.835			2.837			2.838			2.839	
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.0			2.0			2.0			2.0			2.0	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		2.6			3.1			3.6			4.1			4.6	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	14.0	14.0	13.0	15.0	14.0	15.0	17.0	16.0	18.0	19.0	18.0	20.0	22.0	21.0	22.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1250.0	1200.0	1100.0	1300.0	1315.0	1295.0	1465.0	1435.0	1410.0	1550.0	1600.0	1600.0	1400.0	1458.2	1395.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1300.0	1248.0	1144.0	1352.0	1368.0	1347.0	1524.0	1492.0	1466.0	1612.0	1664.0	1664.0	1456.0	1517.0	1451.0

Elaboración propia

Tabla 14. Resumen del porcentaje óptimo de asfalto con 1.75% de Tereftalato de Polietileno

Características de la Mezcla	Mezcla con 1.75% PET	
N° de golpes por cara		75
Contenido Optimo de Cemento Asfalto %	5.9	6.1 6.3
Peso específico, g/cm3	2.443	2.442 2.440
Vacios %	5.0	4.6 4.1
Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	66.0	69.0 73.0
V.M.A %	14.6	14.7 15
Estabilidad, lb (Kn)	3550.0 (15.79)	3560 (15.84) 3500.0 (15.57)
Flujo, 0.01" (0.25mm)	18.7 (4.7)	19.6 (4.9) 20.6(5.2)
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm		3302.4
Absorción de Asfalto%		2.0
Temperatura de la Mezcla, °C		150.0

Elaboración propia

Figura 33. Diseño de Mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno (3.00%)

NÚMERO DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		4.5			5			5.5			6			6.5	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		37.25			37.05			36.86			36.66			36.47	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		55.39			55.1			54.81			54.52			54.23	
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		2.86			2.85			2.83			2.82			2.8	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010			1.010			1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)		2.738			2.738			2.738			2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718			2.718			2.718			2.718	
8 ESO ESPECÍFICO DEL TEREFALATO DE POLIETILENO - APARENTE		1.500			1.500			1.500			1.500			1.500	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.4	61.7	62.0	65.1	64.0	64.9	62.3	64.5	63.0	62.0	60.8	60.9	62.3	60.8	61.7
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1213.7	1205.5	1213.7	1212.3	1218.7	1212.8	1221.2	1213.1	1221.2	1226.8	1221.7	1227.0	1233.5	1229.6	1233.5
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1217.4	1209.5	1217.4	1225.6	1227.2	1225.6	1224.7	1220.7	1224.7	1228.7	1223.5	1228.7	1235.4	1230.6	1235.4
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	708.0	706.0	713.0	724.3	724.3	728.0	711.0	720.5	724.0	728.0	725.0	728.4	729.0	721.0	731.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	509.4	503.5	504.4	501.3	502.9	497.6	498.0	500.2	500.7	500.7	498.5	500.3	506.4	509.4	504.4
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.7	4.0	3.7	13.3	8.5	12.8	3.5	7.6	3.5	1.9	1.8	1.7	1.9	1.0	1.9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.73	0.79	0.73	2.65	1.69	2.57	0.70	1.50	0.70	0.38	0.36	0.34	0.38	0.20	0.38
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2375.0	2387.0	2399.0	2411	2416	2430	2445	2418	2432	2443	2443	2445	2429	2406	2438
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm.³) (A/(B-C))	2.383	2.394	2.406	2.418	2.423	2.437	2.452	2.45	2.439	2.45	2.451	2.453	2.436	2.413	2.445
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.617			2.595			2.574			2.554			2.534	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9.0	8.5	8.1	6.8	6.6	6.1	4.7	5.8	5.3	4.1	4.0	4.0	3.9	4.8	3.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.661			2.661			2.661			2.661			2.661	
21 V.M.A. (%)	14.5	14.1	13.6	13.7	13.5	13.0	12.9	13.9	13.4	13.4	13.4	13.4	14.4	15.2	14.1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	38.2	39.6	40.8	50.3	51.0	53.2	63.3	58.4	60.8	69.6	69.9	70.4	73.1	68.6	75.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.829			2.829			2.829			2.830			2.831	
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.3			2.3			2.3			2.3			2.3	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		2.3			2.9			3.4			3.9			4.4	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	14.0	15.0	17.0	16.0	16.0	18.0	18.0	17.0	20.0	21.0	20.0	22.0	23.0	23.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1325.0	1400.0	1410.0	1480.0	1500.0	1510.0	1620.0	1620.0	1700.0	1800.0	1732.0	1680.0	1450.0	1600.0	1525.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1378.0	1456.0	1466.0	1539.0	1560.0	1570.0	1685.0	1685.0	1768.0	1872.0	1801.0	1747.0	1508.0	1664.0	1586.0

Elaboración propia

Tabla 15. Resumen del porcentaje óptimo de asfalto con 3.00% de Tereftalato de Polietileno

Características de la Mezcla	Mezcla con 3.00% PET	
N° de golpes por cara	75	
Contenido Optimo de Cemento Asfalto %	5.8	6.0
Peso específico, g/cm3	2.450	2.445
Vacíos %	4.3	4.1
Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	64.0	68.0
V.M.A %	13.4	13.6
Estabilidad, lb (Kn)	3.0 (0.01)	3980.0 (17.7)
Flujo, 0.01" (0.25mm)	17.5 (4.4)	20.4 (5.1)
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm		3547.2
Absorción de Asfalto%		2.3
Temperatura de la Mezcla, °C		150.0

Elaboración propia

Podemos determinar los resultados de los ensayos mediante una comparación en los porcentajes de vacíos correspondiente por cada Marshall, la cual se describe en el siguiente gráfico.

Tabla 16. Resumen de los 4 ensayos MARSHALL estudiados

Características de la Mezcla	Convencional	PET (0.75%)	PET (1.75%)	PET (3.00%)	Especificaciones Técnicas (Mezcla Tipo A)
N° de golpes por cara	75	75	75	75	75
Contenido Optimo de Cemento Asfalto %	6.0	5.9	6.1	6.0	
Peso específico, g/cm ³	2.428	2.441	2.442	2.445	
Vacios %	4.2	4.0	4.6	4.1	3 - 5
Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	75.0	74.0	69.0	68.0	
V.M.A %	16.4	15.3	14.7	13.6	
Estabilidad, lb (Kn)	3100.0 (13.79)	3170.0 (14.1)	3560 (15.84)	3980.0 (17.7)	min 8.51 kn
Flujo, 0.01" (0.25mm)	16.5 (4.1)	17.5 (4.4)	19.6 (4.9)	20.4 (5.1)	8 - 14
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	3436.8	3274.8	3302.4	3547.2	1700 - 4000
Absorción de Asfalto%	0.9	1.3	2	2.3	
Temperatura de la Mezcla, °C	145.0	150.0	150.0	150.0	

Elaboración propia

En función al gráfico anterior podemos determinar que el resultado óptimo de diseño de mezcla asfáltica: C.A. 6.0%, agregado grueso 39%, agregado fino 58%, tereftalato de polietileno 3%, teniendo las siguientes propiedades: Peso específico: 2.445, Vacíos%: 4.1, Estabilidad:17.7, Flujo: 5.1, Relación Estabilidad/Flujo: 3547.2.

La aplicación del Tereftalato de Polietileno influye de manera positiva a las características y propiedades del diseño de mezcla asfáltica, generando que con el 3% incremento su resistencia sobrepasando los parámetros mínimos de diseño.

Objetivo 1: Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

La resistencia al flujo plástico en la mezcla asfáltica es el valor máximo resistivo obtenido a través del ensayo Marshall antes de que la briqueta pase del comportamiento de deformaciones resilientes a permanentes, tomando como estabilidad al principal valor, en base a esta premisa se presenta los siguientes resultados.

Tabla 17. Relación de estabilidad de los 4 ensayos Marshall

Tipos de muestra	Convencional	PET (0.75%)	PET (1.75%)	PET (3.00%)
Estabilidad	13.79	14.1	15.84	17.7

Elaboración propia

Figura 34. Estabilidad de cada diseño de mezcla



Elaboración propia

Se puede apreciar que la mezcla asfáltica convencional da un valor de 13.79 Kn. de resistencia al flujo plástico, siendo el valor mínimo permitido de 8.51 Kn, las mezclas modificadas con Tereftalato de Polietileno sobrepasan el valor mínimo permitido y de la mezcla convencional, teniendo una reacción positiva en la propiedad de estabilidad.

Objetivo 2: Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

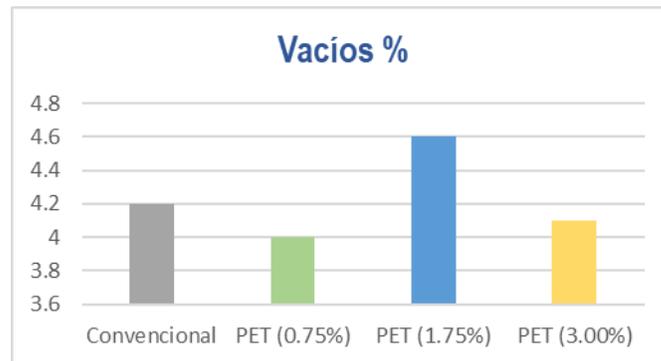
La impermeabilidad en la mezcla asfáltica es la capacidad de la misma a oponerse al paso de aire y agua a través de su estructura, por medio de los cálculos en base a los pesos específicos de la mezcla y sus componentes, como a las relaciones obtenidas mediante el ensayo Marshall, se puede precisar una reducción en los vacíos de la mezcla, significando que esta se encuentra más cerrada, cortando el ingreso y paso de agua y aire a través de su estructura.

Tabla 18. Relación de los porcentajes de vacío de los 4 ensayos Marshall

Tipos de muestra	Convencional	PET (0.75%)	PET (1.75%)	PET (3.00%)
Vacios %	4.2	4	4.6	4.1

Elaboración propia

Figura 35. Porcentaje de vacío de cada diseño de mezcla



Elaboración propia

Se puede apreciar que la mezcla asfáltica convencional presenta un valor de 4.2% siendo el valor permitido de 3 a 5, las mezclas modificadas con Tereftalato de polietileno cumplen el rango permitido, teniendo una reacción positiva en la propiedad de porcentaje de vacíos.

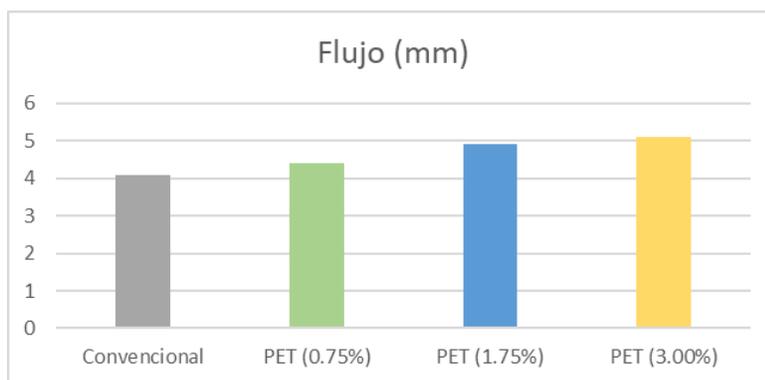
Objetivo 3: Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el flujo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

Tabla 19. Relación del flujo de los 4 ensayos Marshall

Tipos de muestra	Convencional	PET (0.75%)	PET (1.75%)	PET (3.00%)
Flujo	4.1	4.4	4.9	5.1

Elaboración propia

Figura 36. Flujo de cada diseño de mezcla



Elaboración propia

De los resultados se observa que las mezclas modificadas con Tereftalato de polietileno obtuvieron una variación elevada en comparación a la mezcla patrón, generándose una elevación del flujo, pero no cumple con el rango establecido (8-14) en la norma, pero al compararse con la mezcla tipo convencional mantiene un flujo similar.

Objetivo 4: Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

Se propuso llevar a cabo una evaluación económica donde podamos ver las diferencias en el presupuesto total usado en el diseño de pavimento flexible tradicional y el diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno. Para esto se siguieron las siguientes consideraciones:

Al realizar el conteo vehicular se llegó a identificar la Avenida Antigua Panamericana Sur como una Carretera de Segunda Clase para el cual se optó una calzada que tiene dos carriles en ambos sentidos cada uno de 3.60 m de ancho.

Tabla 20. Dimensiones del diseño de pavimento

Datos	Cant.
Longitud	1000 m
Ancho	7.20 m
Espesor de Carpeta Asfáltica	0.08 m
Espesor de Base	0.25 m
Espesor de Sub-base	0.25 m
Área de la vía	7000 m ²

Elaboración propia

Una vez determinada las dimensiones del pavimento, seguidamente, se interpreta el estudio de precio unitario de la mezcla asfáltica tradicional y la mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno.

Figura 37. Análisis de precio unitario de mezcla asfáltica convencional

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	1101002	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFALTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021				Fecha presupuesto	29/11/2021
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFALTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021					
Partida	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3		891.48	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0267	26.26	0.70	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	21.88	0.58	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	17.53	0.47	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0800	15.79	1.26	
						3.01	
Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		5.8000	12.50	72.50	
0207010013	PIEDRA CHANCADA PARA ASFALTO	m3		0.5700	80.00	45.60	
0207020002	FILLER	kg		42.0000	0.94	39.48	
0207020003	ARENA ZARANDEADA PARA ASFALTO	m3		0.4400	40.00	17.60	
0207020004	ARENA CHANCADA PARA ASFALTO	m3		0.4400	70.00	30.80	
0207020005	MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg		0.7900	22.00	17.38	
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gal		35.0000	18.00	630.00	
						853.36	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.01	0.09	
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	142.00	3.79	
03012500010003	GRUPO ELECTROGENO DE 75 KW.	hm	2.0000	0.0533	150.00	8.00	
03012500010004	GRUPO ELECTROGENO DE 150 KW.	hm	1.0000	0.0267	170.00	4.54	
03013900030002	PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE 60 - 115 ton/h	hm	1.0000	0.0267	700.00	18.69	
						35.11	

Elaboración propia

Se puede determinar que el metro cúbico de una mezcla asfáltica convencional tiene un valor de S/. 891.48 (sin IGV).

Figura 38. *Análisis de precio unitario de mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno*

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	1101002	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFALTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021					Fecha presupuesto	29/11/2021
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFALTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021						
Partida	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE CON TEREFTALATO DE POLIETILENO 3%							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3			875.42	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0267	26.26	0.70		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	21.88	0.58		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	17.53	0.47		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0800	15.79	1.26		
							3.01	
Materiales								
0201040001	PETROLEO D-2	gal		5.8000	12.50	72.50		
0207010013	PIEDRA CHANCADA PARA ASFALTO	m3		0.5700	80.00	45.60		
0207020003	ARENA ZARANDEADA PARA ASFALTO	m3		0.4400	40.00	17.60		
0207020004	ARENA CHANCADA PARA ASFALTO	m3		0.4400	70.00	30.80		
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gal		35.0000	18.00	630.00		
02130100060004	TEREFTALATO DE POLIETILENO TRITURADO	kg		6.0000	6.80	40.80		
							837.30	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.01	0.09		
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	142.00	3.79		
03012500010003	GRUPO ELECTROGENO DE 75 KW.	hm	2.0000	0.0533	150.00	8.00		
03012500010004	GRUPO ELECTROGENO DE 150 KW.	hm	1.0000	0.0267	170.00	4.54		
03013900030002	PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE 60 - 115 ton/h	hm	1.0000	0.0267	700.00	18.69		
							35.11	

Elaboración propia

Se puede determinar que el metro cúbico de una mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno tiene un valor de S/. 875.42 (sin IGV)

Tabla 21. *Diferencia de precio unitario x m3*

TIPO	Precio x m3	%Variación
Mezcla asfáltica Convencional	S/ 891.48	1.801%
Mezcla con Tereftalato de Polietileno (3%)	S/ 875.42	
Ahorro (m3)	S/ 16.06	

Elaboración propia

Para conseguir el costo de la mezcla convencional y de la mezcla modificada con Tereftalato de Polietileno se hizo utilización del programa S10 Costos y Presupuesto

donde se conoció el costo y la diferencia económica en cada m³, teniendo como conclusión de que existe una diferencia de S/ 16.06 por m³, siendo un 1.801% más económico el diseño de pavimento flexible con tereftalato de polietileno, asimismo teniendo el beneficio de que mejora su comportamiento físico-mecánico de la mezcla asfáltica. Esto se consigue debido a las propiedades mecánicas del tereftalato de polietileno.

V. DISCUSIÓN

En esta investigación, se tuvo como objetivo principal determinar la influencia de la aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021 y como objetivos específicos Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el flujo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.

Se requiere debatir, cuál son las consecuencias de incorporar el Tereftalato de Polietileno en diferentes porcentajes, los cuales fueron 0.75%, 1.75% y 3%, luego compararlos con el asfalto convencional y para ello se hizo el método Marshall.

Discusion1:

¿Cuál es la influencia de la aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

Forigua y Pedraza (2014) en la tesis titulada “Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos”, consiguió una mejora en las mezclas asfálticas al añadir residuos plásticos de reciclaje, contribuyendo en las propiedades mecánicas que tiene el asfalto al agregar 0.4% de los residuos. Asimismo obtuvieron los siguientes resultados, los cuales son: es recomendable mantener un porcentaje de tereftalato de polietileno de 3% logrando así un mejor contenido de C.A. 6.0%, y porcentajes de vacíos%: 4.1, teniendo conocimiento que los datos obtenidos de la exploración del área de estudio, en el que se apreció la existencia del deterioro del pavimento, verificando que se mejoraron las propiedades del pavimento en la mezcla asfáltica en la Avenida Antigua Panamericana Sur distrito de Chilca.

Discusión 2:

¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de Polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

Huertas y Cazar (2014) en su tesis “Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico AC-20”, quienes señalan que al añadir reciclaje de botellas (PET Tipo 1) en las briquetas modificadas en el diseño, consiguieron poseer resultados mayores de flujo, también de estabilidad, en otras palabras, tuvieron un pavimento de mayor resistencia. A partir de los resultados conseguidos se logró un aumento en el soporte de cargas, fue posible ver que la mezcla asfáltica que incorpora Tereftalato de Polietileno en su composición se consigue un aumento de su estabilidad, pudiendo resistir una carga adicional de 3.91 kn, es decir aumenta un 28.35% comparando con la mezcla de tipo convencional.

Discusión 3:

¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

Dávalos (2015) en sus resultados determina que el porcentaje de vacíos con la adición de poliestireno expandido se reduce, mejorando así la impermeabilidad de la mezcla. Por lo que según los valores conseguidos en la investigación podemos afirmar que la adición de tereftalato de polietileno mejora en la impermeabilidad, ya que hay un 2.38% menos de la mezcla de convencional, cumpliendo el rango permitido.

Discusión 4:

¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el flujo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

Ramírez y Tananta (2019) en su tesis titulada “Diseño de carpeta asfáltica aplicando

gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018”, quienes señalan que la incorporación de plásticos reciclados en la mezcla asfáltica mejora su rigidez de 159kg, teniendo un crecimiento de 4.96% comparándola a la tradicional. Por lo que según los resultados obtenidos podemos ver que el flujo aumento favorablemente pero no llego al rango (8 – 14) establecido según norma, al compararse con la mezcla tipo convencional conserva un flujo similar.

Discusión 5:

¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?

Silvestre (2017) indica que el costo por metro cubico de una mezcla asfáltica tradicional es de S/. 540.12 teniendo una diferencia de S/.14.23 con respecto a una mezcla asfáltica modificada que por metro cubico cuesta S/.525.89, una diferencia del 2.63%. De acuerdo a nuestro proyecto, realizamos un diseño de pavimento flexible teniendo los siguientes espesores, en la carpeta de rodadura 8cm y en la base granular y la subbase granular 25 cm. Al hacer una comparación de los costos tenemos que en la mezcla asfáltica tradicional tenemos S/.891.48 y en la mezcla asfáltica con el tereftalato de polietileno tenemos S/.875.42, con una diferencia de S/.16.06 una variación de 1.801%. Concluyendo que la adición de tereftalato de polietileno crea cambios positivos al reducir su costo por metro cubico.

VI. CONCLUSIONES

En esta tesis se determinó la influencia de la aplicación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica para el diseño del pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021. Lo más importante fue determinar el resultado óptimo de diseño de mezcla asfáltica, teniendo: C.A. 6.0%, agregado grueso 39%, agregado fino 58%, tereftalato de polietileno 3%, obteniendo las siguientes propiedades: Peso específico: 2.445, Vacíos%: 4.1, Estabilidad:17.7, Flujo: 5.1, Relación Estabilidad/Flujo: 3547.2. influyendo positivamente en la mezcla asfáltica, a la vez se obtuvo los siguientes espesores de la estructura de pavimento, teniendo en la carpeta asfáltica con adición de Tereftalato de Polietileno de 8cm, una base granular de 25cm y una subbase granular de 25 cm.

En esta tesis se determinó de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021. Lo más importante fue hallar el porcentaje de aumento de la estabilidad Marshall para soportar cargas mayores en la mezcla asfáltica con Tereftalato de Polietileno, resistiendo una carga adicional de 3.91 Kn, es decir, un 28.35% mayor comparando con la mezcla de tipo convencional.

En esta tesis se determinó de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021. Lo mas importante fue determinar la impermeabilidad en la mezcla asfáltica, se puede precisar una reducción en el porcentaje de vacíos de un 4.1% a comparación de una mezcla asfáltica tipo convencional, manteniéndose dentro del rango establecido, significando que esta se encuentra más cerrada, cortando el ingreso y paso de agua y aire a través de su estructura.

En esta tesis se determinó de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el flujo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021. Lo más importante fue hallar la resistencia en la mezcla asfáltica con Tereftalato de polietileno obtuvieron una variación elevada en comparación a la mezcla tipo convencional, generando una elevación del flujo a

5.1%, así mismo no cumple con el rango establecido (8 - 14) según norma, pero la relación Estabilidad/Flujo de 3547.2 kg/cm cumple entre los rangos (1700 – 4000) según norma.

En esta tesis se determinó de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021. Lo más importante fue obtener el costo de la mezcla tradicional y de la mezcla modificada con Tereftalato de Polietileno del 3% se optó por realizar APU en el programa S10 para conocer el costo y la cantidad que se pueda ahorrar por m³, llegando a la conclusión de que se va a ahorrar s/ 16.06 por m³ equivalente al 1.801% de variación, a su vez añadiéndole mejor comportamiento Físico – mecánico.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda usar el 3% de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica para un diseño de pavimento flexible, ya que influye de manera positiva y a la vez llevar ensayos a gran escala para mostrar el comportamiento, debido a que hay una inexistencia de producción masiva de esta añadido en nuestro país, con el fin de sustentar con mayores aportes y condiciones distintas que permitan mayor confiabilidad.

Se recomienda el uso del Tereftalato de Polietileno como material tipo aditivo para su adición en un pavimento flexible, sobre todo de alto tránsito, debido a que proporciona una mejora en la resistencia asentamientos y ahuellamientos que son la falla más común que presentan estas vías.

Se recomienda la incorporación de Tereftalato de Polietileno en la mezcla asfáltica de residuos de plástico reciclado, para darle un destino de buen uso, y no ser eliminada inadecuadamente ya que provocan una contaminación al aire y la zona de población emitiendo gases alterando el medio ambiente.

Se recomienda investigar otros tipos de plásticos que tengan compatibilidad de mezclarse con mezclas asfálticas y determinar sus nuevas propiedades, de este modo tener mas posibilidades para mejorar la duración de pavimentos, evitando que lleguen condiciones de mal estado.

REFERENCIAS

Ahmed S., Vedagiri P. y Rao K. (2017). *Prioritization of pavement maintenance sections using objective based Analytic Hierarchy Process*. International Journal of Pavement Research and Technology. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.ijprt.2017.01.001>

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), 2010. *Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures*. Pennsylvania: ASTM-D6926

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), 2010. *Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures*. Pennsylvania: ASTM-D6927

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.

ASPHALT INSTITUTE, (2012). *Principios de la construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente*. 2012. 275 pp. ISBN-10: 1934154253

ASTM D1883. (2009). Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory - Compacted Soil (Annual book of ASTM Standards Vol. 04.08 Ed.). EEUU.

Camacho, Y., Gómez, L. y López, L. (2019). *Viabilidad diseño de mezcla asfáltica modificada con 1% de fibra de PET, Villavicencio 2019*. Tesis (Título para ingeniero civil). Recuperado de: http://repository.ucc.edu.co:8082/bitstream/20.500.12494/12256/6/2019_viabilidad_dise%C3%B1o_mezcla.pdf

Chochabot, J. (2020). *Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica*

mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo – Lima 2020. Lima. Universidad Cesar Vallejo. Recuperado en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58111>

Dávalos, Y (2015). *Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: Poliestireno expandido.* Tesis (optar el título de ingeniero de materiales) Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2015. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1910>

Forigua, J. y Pedraza, E. (2014). *Diseño de mezclas asfálticas modificadas mediante la adición de desperdicios plásticos.* Tesis (Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2575/1/Dise%C3%B1o-mezclas-asf%C3%A1lticas-modificadas-adici%C3%B3n-desperdicios-pl%C3%A1sticos.pdf>

Grajales, G., Vidal, S. y Ramírez L. (2014). *Incorporación de Tereftalato de Polietileno como agente modificador en el asfalto.* Recuperado de: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/6937>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. *Metodología de la investigación.* 5ta.ed. México. ISBN: 978- 607-15-0291-9

Huertas, G. y Cazar, J. (2014). *Diseño de un pavimento flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo junto con ligante asfáltico AC-20* (Tesis de Pregrado), Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8413>

INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA “(ICG), *“Diseño moderno de pavimentos asfálticos”* 2da Ed. Lima, 2006.

MÉTODO de diseño AASHTO. (1993) (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC), en el “*Glosario de Términos*”, 2018

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC), en el “*Manual de ensayo de materiales*”, 2016

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC), en el “*Manual de Carreteras*”, 2013.

Navarro, J. (2017). *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de PET*. Tesis (título profesional ingeniero civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2017.

Osorio, O. (2019). *Aplicación de plástico reciclado para mejorar la funcionalidad del pavimento flexible de la vía auxiliar avenida Auxiliar, Asociación Apavic – Carabayllo – Lima-2019*. Lima. Universidad César Vallejo.

Pereda, C (2014). *Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca – La Colpa*. (tesis de posgrado). Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/498>

Ramírez, P. y Tananta, W. (2019). *Diseño de carpeta asfáltica aplicando gránulos de plástico reciclado para mejorar la transitabilidad del Jr. San Martín, distrito de Tabalosos-2018* (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, Tarapoto, Perú. Recuperado en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31276>

Rasabal, J. (2021). *Análisis comparativo de Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietilenotereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de*

- Porres, 2021. Lima. Universidad Cesar Vallejo. Recuperado en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66786>
- Rojas, N. (2019). *Diseño de pavimento modificado con la adición de plástico reciclado para ciclovías*. Tesis (título profesional ingeniero civil). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2019. Recuperado en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32429>
- Silva, J. (2018). *Influencia de la adición de residuos plásticos en el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente en la ciudad de Chiclayo 2018*. Tesis (título profesional ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018. Recuperado en: <https://hdl.handle.net/11537/14265>
- Silvestre, D. (2017). *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima- 2017*. Lima. Universidad César Vallejo. Recuperado en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/1506>
- Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Recuperado de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Uribe, J. (2020). *Aplicación de Polietileno (PET) en pavimento flexible para determinar el comportamiento físico – mecánico en la avenida Los Geranios, Huaral 2020*. Lima. Universidad César Vallejo. Recuperado en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54387>
- Valderrama, S. 2019. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica, cuantitativa, cualitativa y mixta. Lima Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021								
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA	TECNICAS	INSTRUMENTOS
Problema General	Obejetivo General	Hipotesis General						
¿De qué manera la aplicación del Tereftalato de Polietileno influye en la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?	Determinar de que manera la aplicación del Tereftalato de polietileno influye en la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.	La aplicación del Tereftalato de polietileno influye en la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Tereftalato de Polietileno	Dosificación	Dosificación de 0.75%, 1.75% y 3%	ENFOQUE: CUANTITATIVO	OBSERVACION DIRECTA	FICHA DE OBSERVACION
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipotesis especificos						
¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?	Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.	La dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.	VARIABLE DEPENDIENTE: Mezcla Asfáltica	Estabilidad	Parametro de diseño Marshall MTC E 504	TIPO DE INVESTIGACION: APLICADA		
¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacios de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?	Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacios de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.	La dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el porcentaje de vacios de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.		Porcentaje de Vacios	Parametro de diseño Marshall MTC E 504	DISEÑO DE INVESTIGACION: EXPERIMENTAL		
¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la resistencia a la compresión de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?	Determinar de qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la resistencia a la compresión de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.	La dosificación del Tereftalato de polietileno influye en la resistencia a la compresión de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.		Flujo	Parametro de diseño Marshall MTC E 504			
¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021?	Determinar de que manera la dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.	La dosificación del Tereftalato de polietileno influye en el costo de la mezcla asfáltica para el diseño de pavimento flexible, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021.		Costo	Presupuesto	POBLACION: 5000 metros (Km 62 - Km 67) MUESTRA: 1000 mestros (Km 63 - Km 64)		

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE: Tereftalato de Polietileno	Segun Arteaga (2018), el tereftalato de polietileno es un elemento muy estable, asi mismo es inmune al ataque de mircoorganismos, no es biodegradable, no genera reaccion alguna con diferentes sustancias, reciclable en su totalidad, es empleado para elaborar botellas de aguas, jugos, bebidas, etc.	El tereftalato de polietileno tiene como funcion principal resistir a la exposicion al calor, control de humedad, ya que es un elemento rigido, puede soportar esfuerzos permanentes y desgastes. La adiccion del tereftalato del polietileno en la mezcla asfaltica se realizara en base a las caracteristicas de sus particulas.	Dosificación	Dosificacion de 0.75, 1.75 y 3 %
VARIABLE DEPENDIENTE: Mezcla Asfaltica	Según Acuario (2016), la mezcla asfaltica tiene como objetivo que funcione bien tanto en estructural como funcional. La combinacion de un ligante y agregados minerales petreos, empleado en la superficie de la rodadura debe resistir fallas de pavimentos, la mezclas asfaltica de ser colocada y compactada bajo una energia adecuada. Sus propiedades son afetados directamente por los agregados empleados en su elaboracion.	Se aplicara el ensayo Marshall a las muestras para determinar la resistencia a la deformacion plastica dinamica mediante la medida del flujo y estabilidad de una mezcla asfaltica convencional y una mezcla asfaltica modificada con residuos plasticos.	Estabilidad	Parametro de diseño Marshall MTC E 504
			Porcentaje de vacios	Parametro de diseño Marshall MTC E 504
			Flujo	Parametro de diseño Marshall MTC E 504
			Costo	Presupuesto

Anexo 3: Panel fotográfico del Área Delimitada

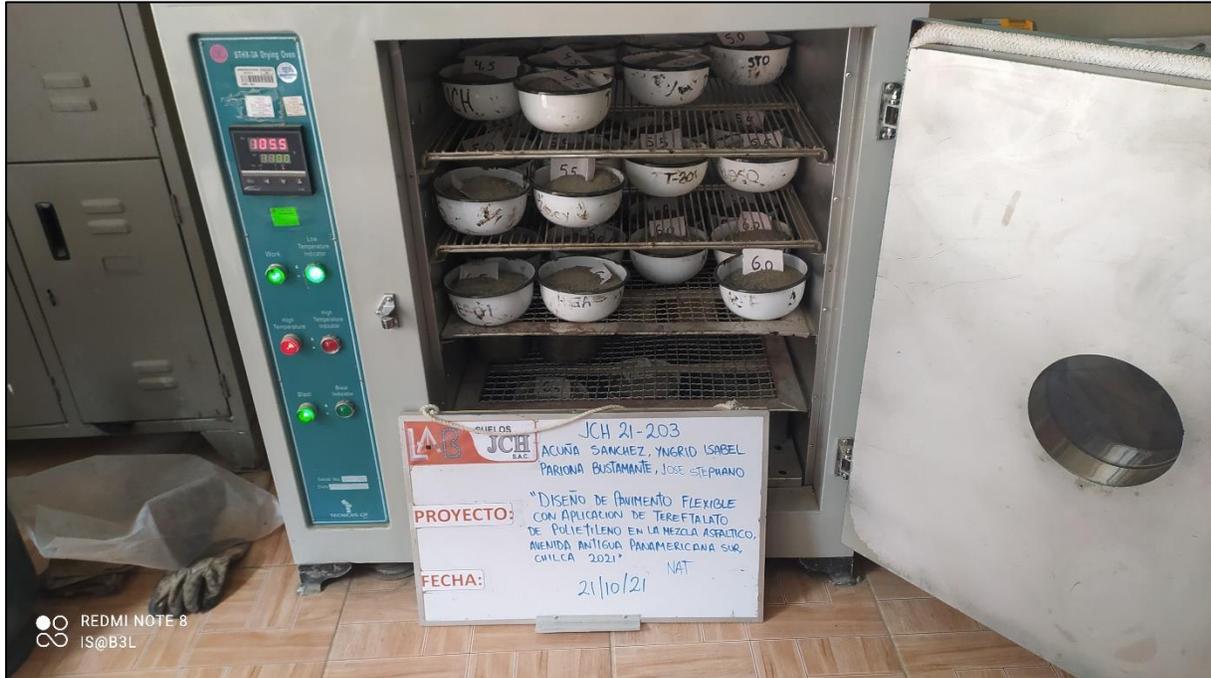


Estado actual de la Avenida Antigua Panamericana Sur

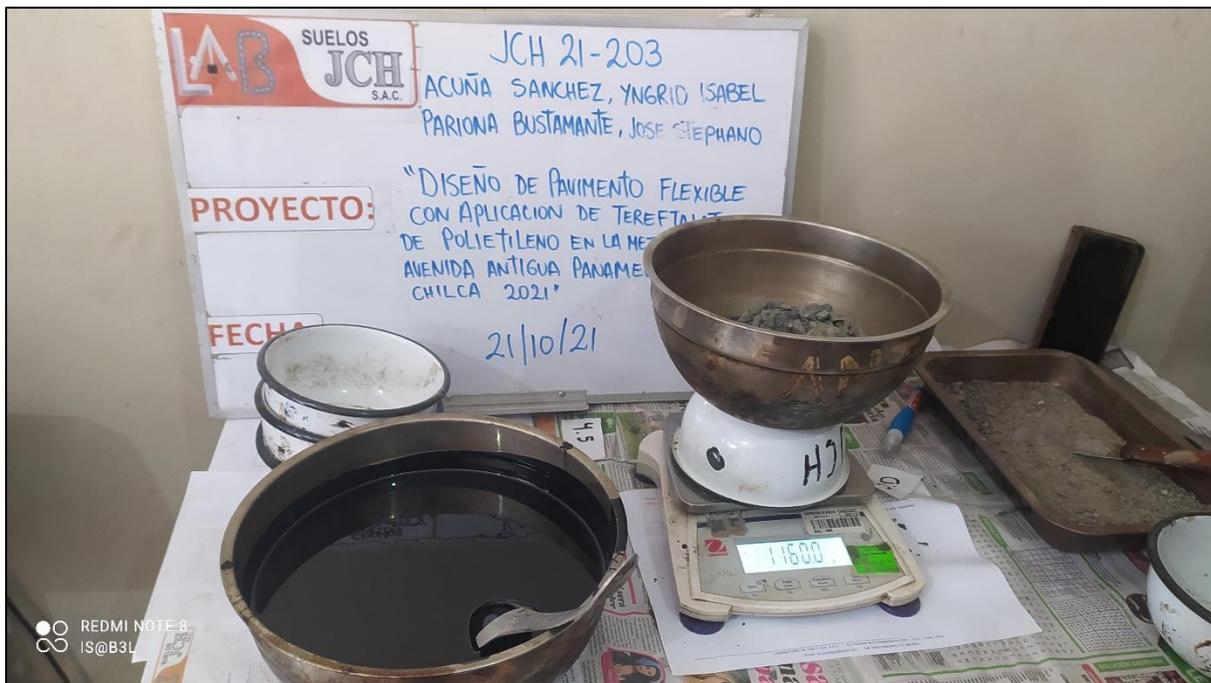




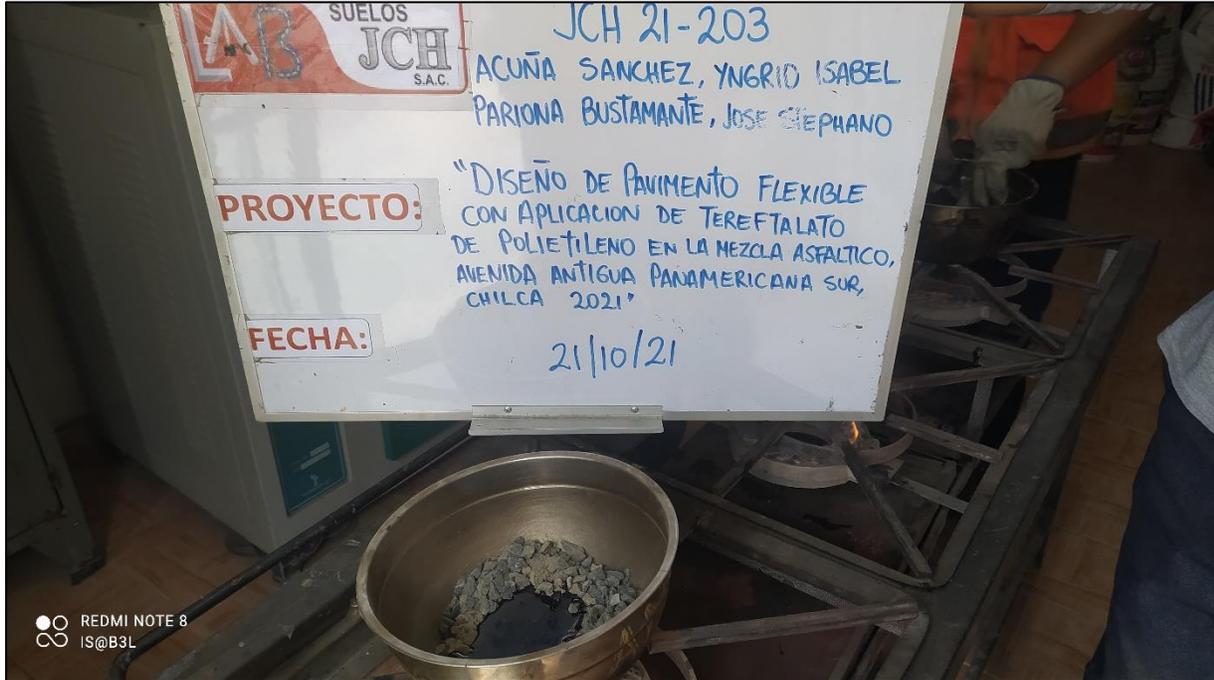
Anexo 4: Panel fotográfico del Ensayo Marshal



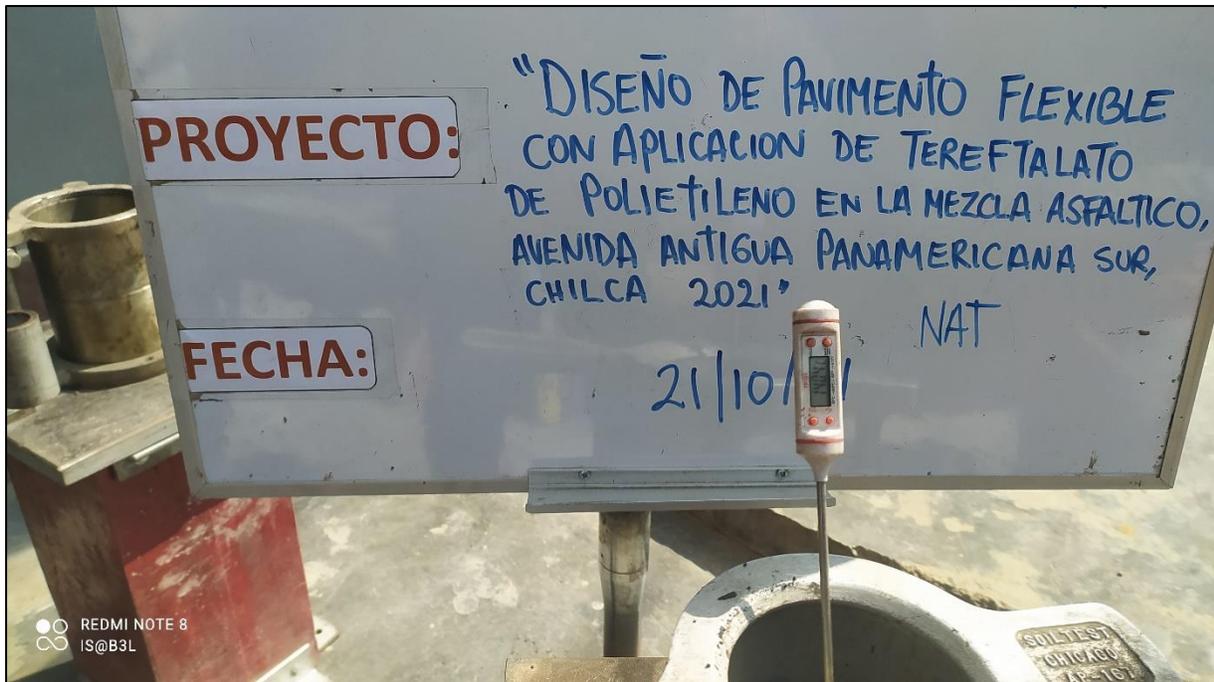
Agregados gruesos y finos de cada muestra en el horno para que se mantengan seco



Peso de los agregados para la mezcla asfaltica convencional



Mezcla asfáltica convencional en la cocina



Medición de la temperatura



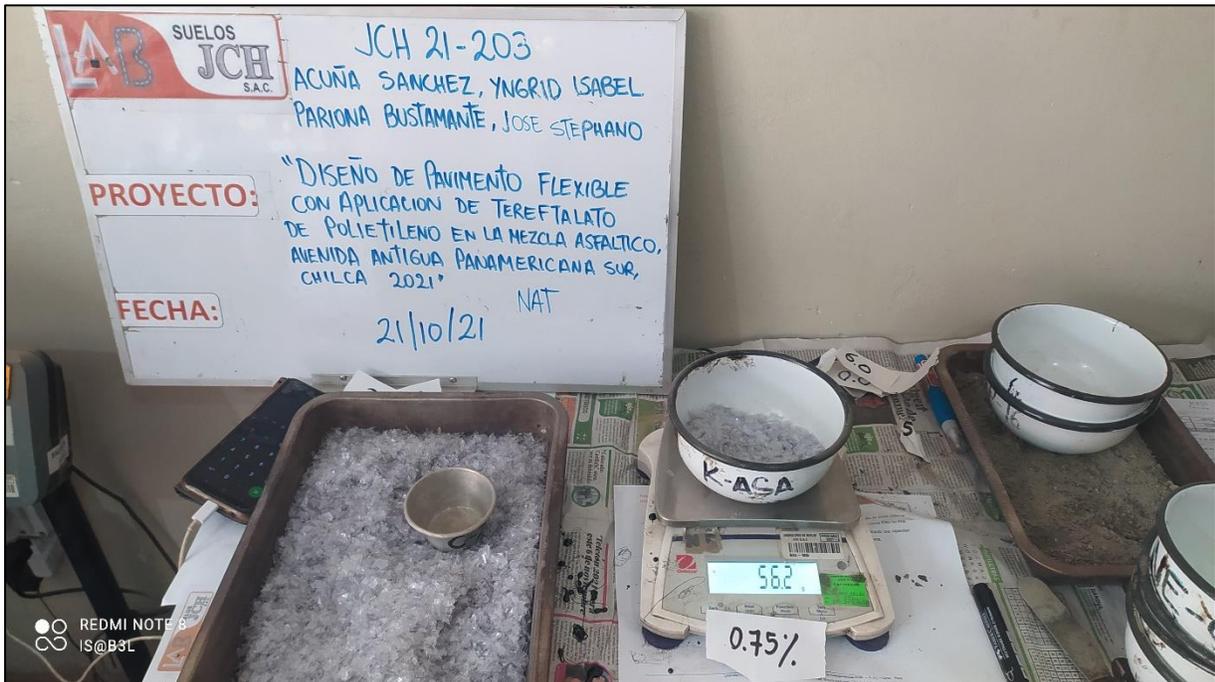
Llenado del molde con la mezcla asfáltica convencional



Realización de los 75 golpes



Molde de la mezcla asfáltica convencional



Peso del Tereftalato de Polietileno



Se hecha el Tereftalato de Polietileno a la mezcla asfáltica

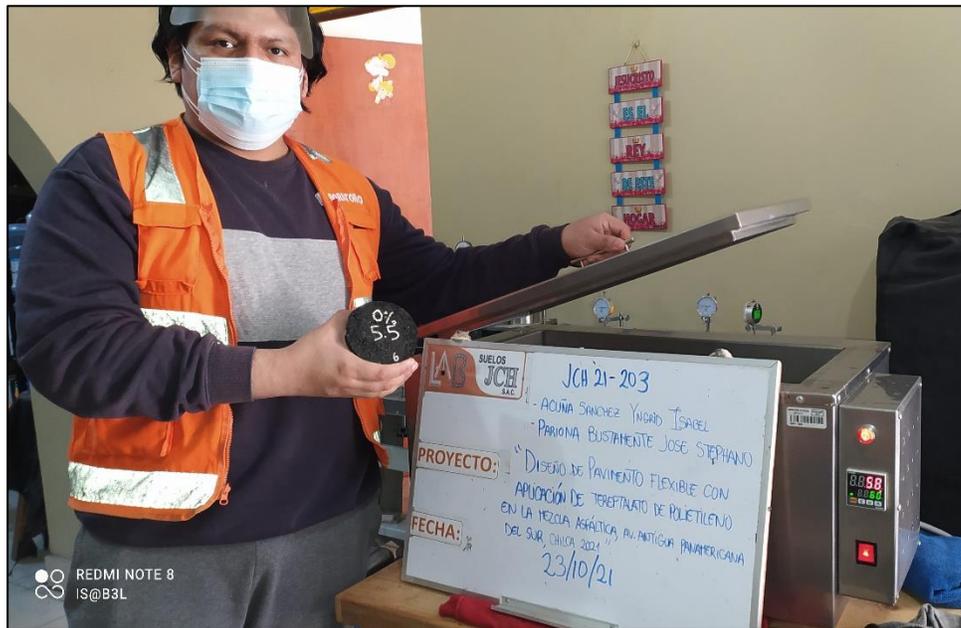


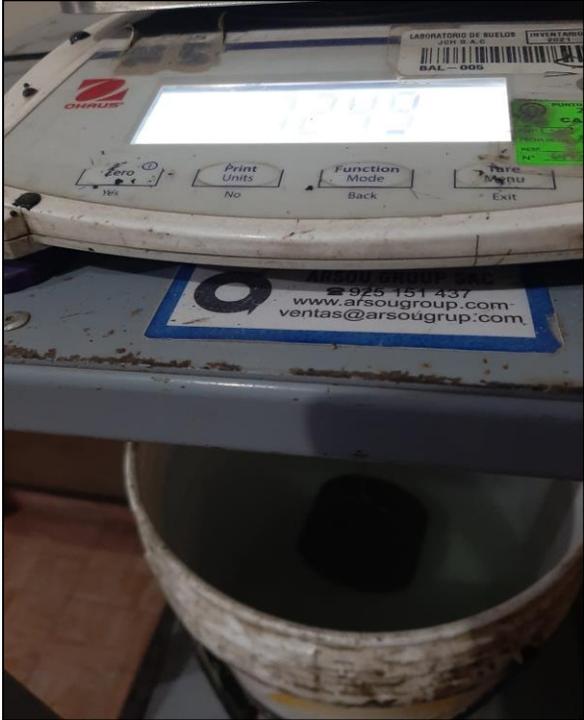
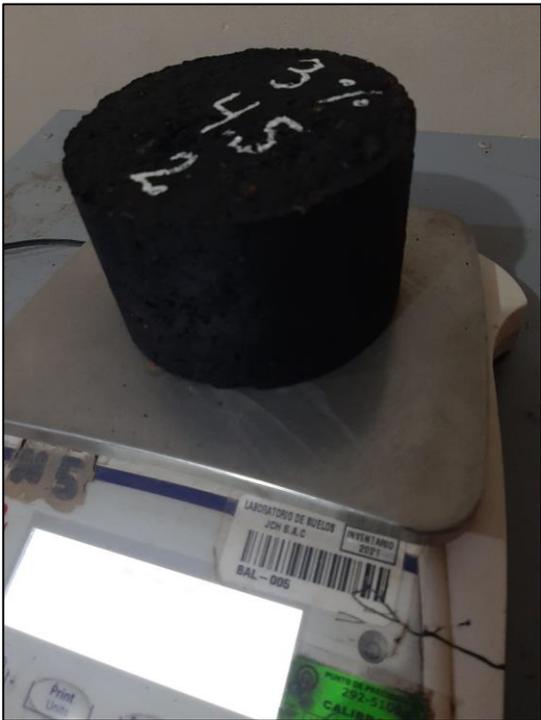
Mezcla asfáltica con Tereftalato de polietileno en la cocina

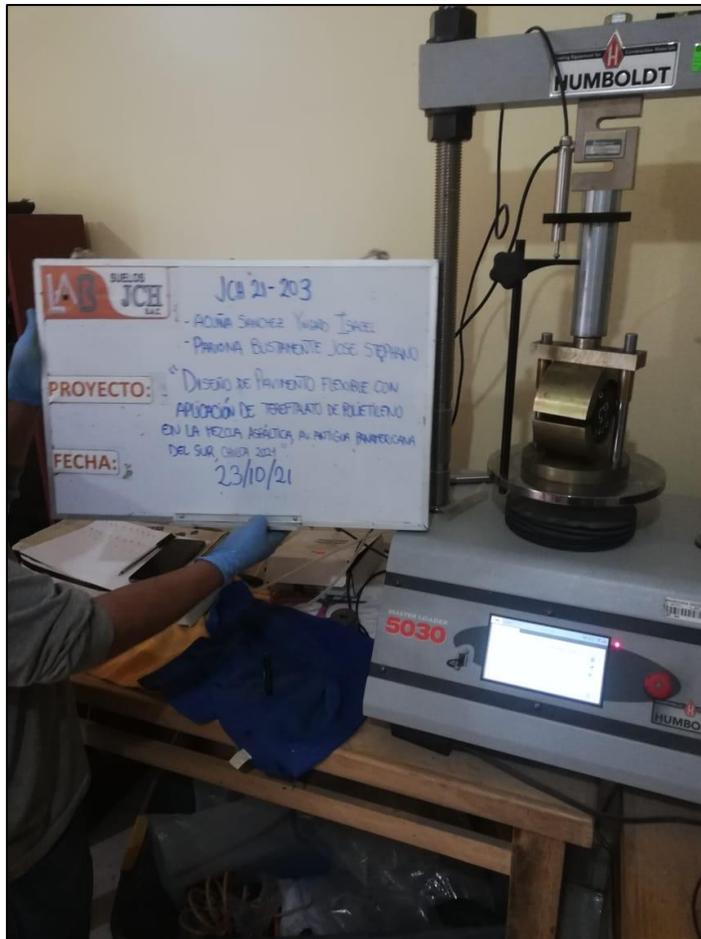


Culminación de los 40 moldes de mezcla asfáltica (10 convencional, 10 con 0.75% PET, 10 con 1.75 % y 10 con 3.00% PET)



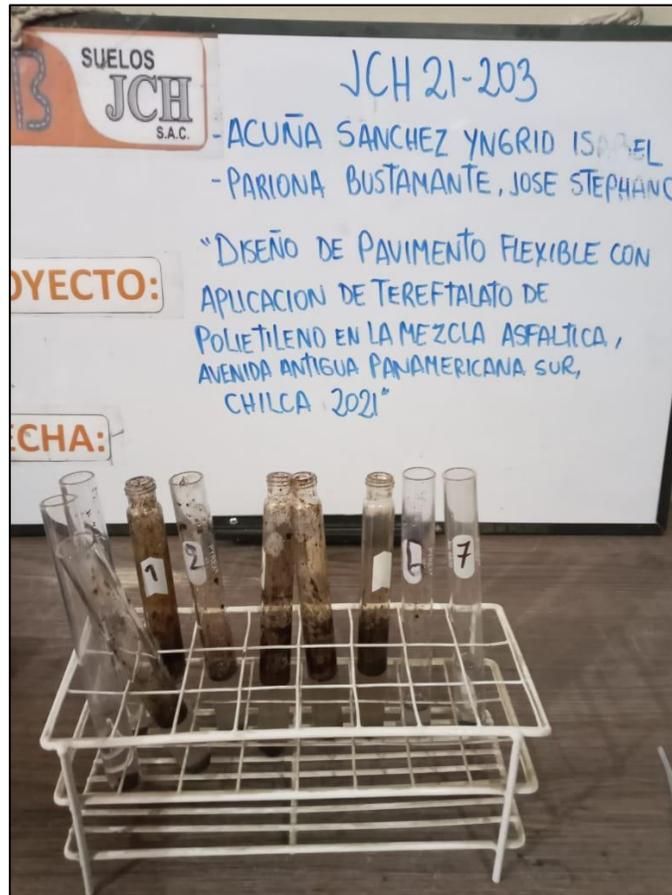


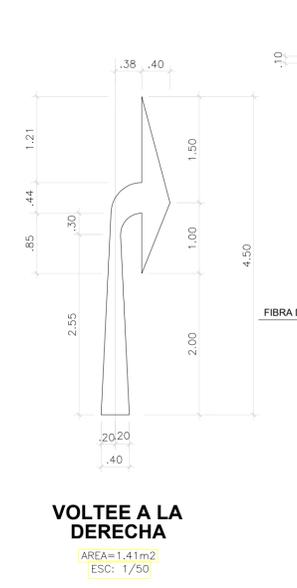
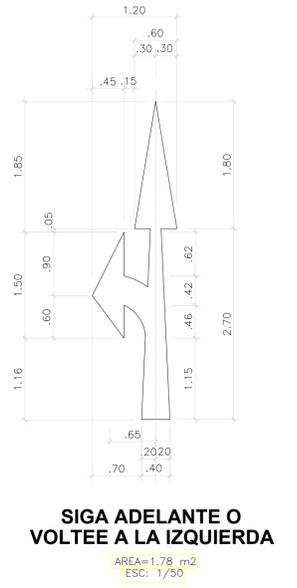
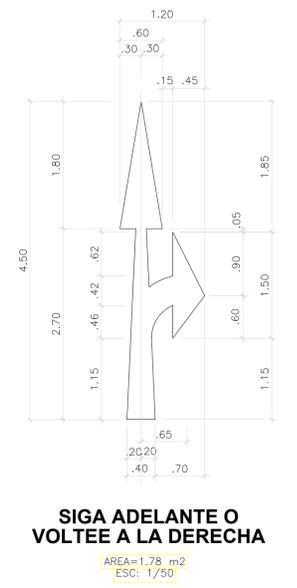
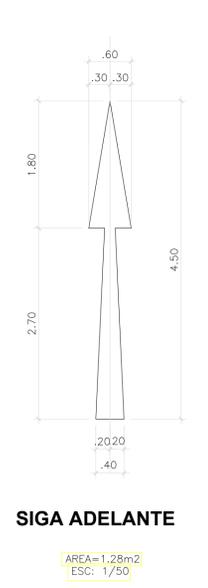
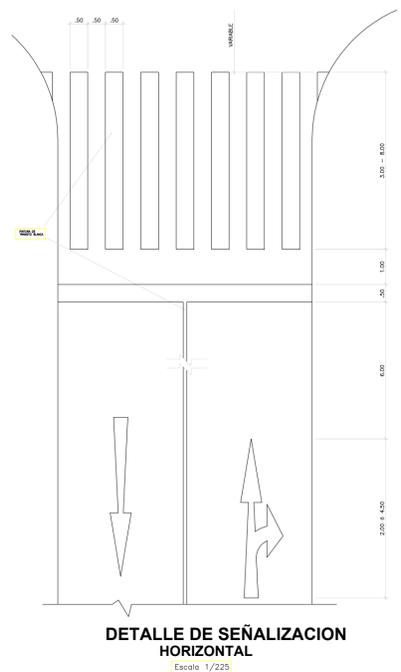
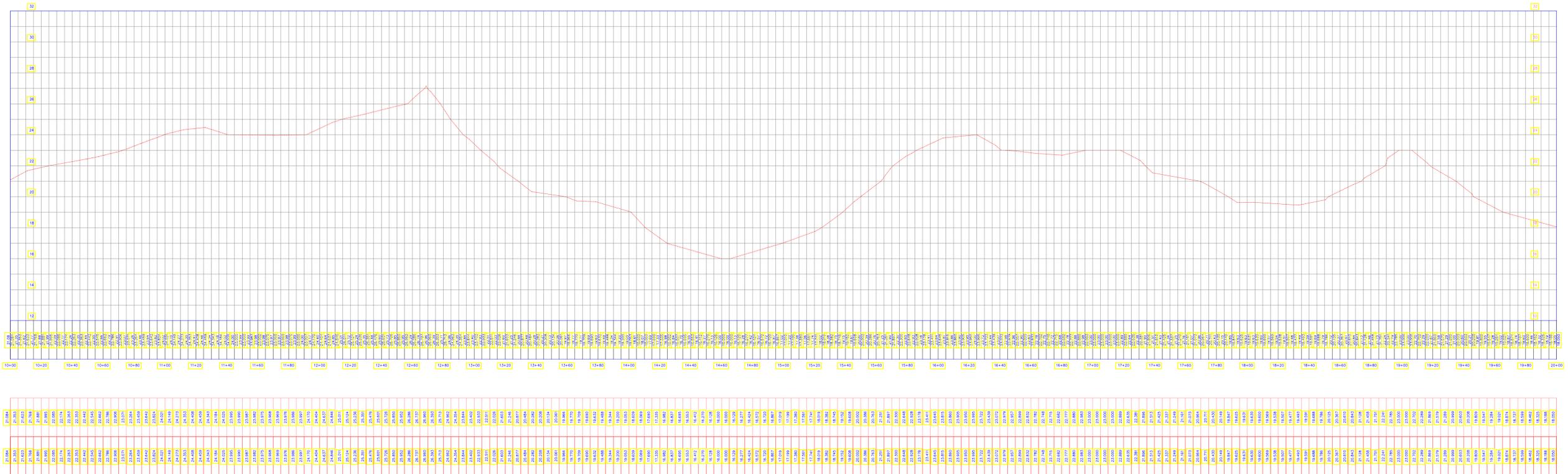
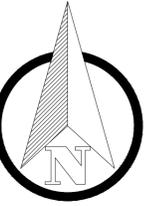


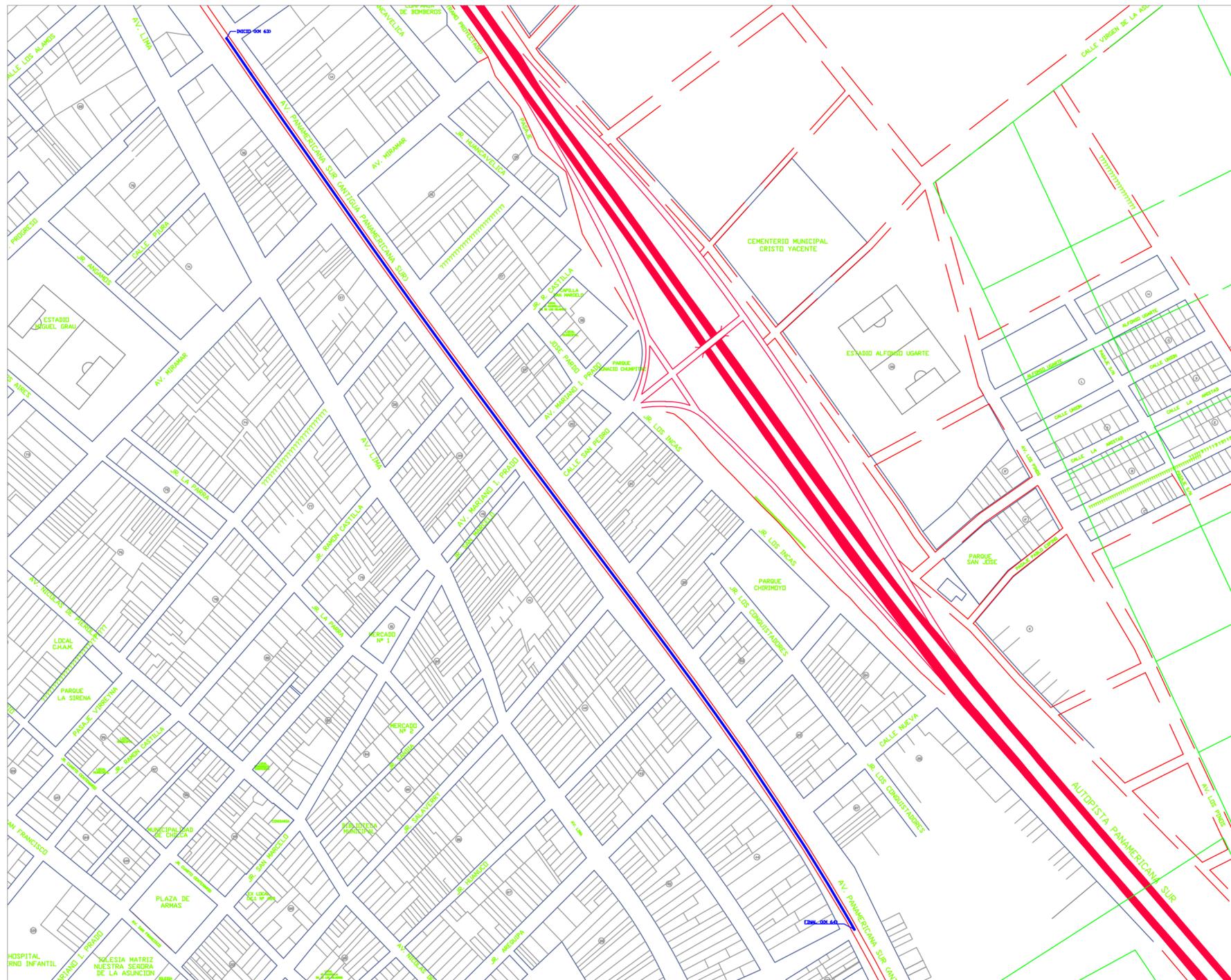




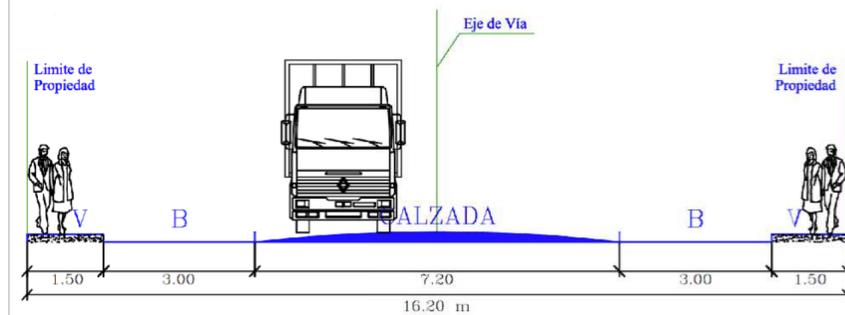
REDMI NOTE 8
IS@B3L







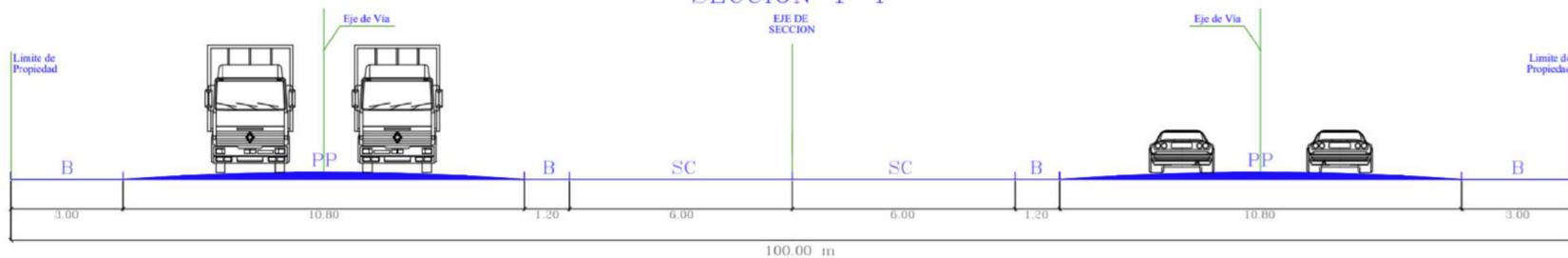
SECCION 2-2



LEYENDA:

V = VEREDA	LP = LIMITE DE PROPIEDAD
J = JARDIN	SL = SEPARADOR LATERAL
C = CALZADA	SC = SEPARADOR CENTRAL
B = BERMA	PP = PISTA PRINCIPAL
BC = BERMA CENTRAL	PS = PISTA SECUNDARIA

SECCION 1-1



TITULO: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACION DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFALTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021	
AUTORES: ACURIA SANCHEZ YNGRID ISABEL PARIONA BUSTAMANTE JOSE STEPHAND	
PLANO: PLANO DE UBICACION Y SECCION DE LA AV. ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM63 - KM64	
UBICACION: AV. ANTIGUA PANAMERICANA SUR TRAMO KM63 - KM64, DISTRITO DE CHILCA PROVINCIA DE CAJETE, DEPARTAMENTO DE LIMA	LAMINA: PU-01
FECHA: 06/12/2021	

Anexo 6: Instrumento de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI								
Nombre de la vía:										
Evaluado por:										
Fecha:										
Sección		Unid. De Muestreo		Área del tramo: (m2)						
TIPOS DE FALLAS						ESQUEMA				
1. Piel de cocodrilo	m2	11. Parcheo	m2							
2. Exudación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2							
3. Grietas de Contracción	2	13. Huecos	Unidad							
4. Bombeo y hundimiento	m2	14. Cruce de ferrocarril	m2							
5. Corrugación	m2	15. Ahuellamientos	m2							
6. Depresiones	m2	16. Grietas de desplazamiento	m2							
7. Agrietamiento en el Borde	m	17. Grietas Parabólicas	m2							
8. Agrietamiento reflejo de juntas	m	18. Hinchamiento	m2							
9. Desnivel Carril - Berma	m	19. Desprendimiento de agregados	m2							
10. Grietas Longit. y Trans.	m									
FALLAS EXISTENTES										
RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI			Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad
Rango	Clasificación	Statística								
100 - 81	Excelente									
85 - 70	Muy Bueno									
70 - 55	Bueno									
55 - 40	Regular									
40 - 25	Mala									
25 - 10	Muy Mala									
10 - 0	Faltoso									
TOTAL	BAJA (L)									
	MEDIA (M)									
	ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI										
Tipo de Daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor Deducido	Numero de valores deducidos >= 2(q)					
					Valor Deducido más alto					
					Numero Máximo de VD (m)					
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
UNIDADES DE MUESTREO	INT. DE UM	NUMERO MAXIMO DE VD				MAX. VDC =				
$n = \frac{N + Q^2}{\frac{e^2}{4} + (N - 1) + Q^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$n_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$				Índice de Condición del Pavimento (PCI)				
						PCI= 100 - VDC				
						PCI=				
CONDICION DEL PAVIMENTO										

Solicitante	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Fecha	

ENSAYO CBR ASTM D-1883

COMPACTACIÓN DEL CBR

Molde N°	13		11		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa	56		26		12	
Con. De la muestra	Hum.	Sumerg.	Hum.	Sumerg.	Hum.	Sumerg.
Peso molde + suelo hum. (gr.)						
Peso del molde (gr)						
Volumen del molde (cm3)						
Densidad húmeda (gr/cm3)						
DENSIDAD SECA (kg/cm3)						
Taro N°						
Taro + suelo húmedo						
Taro + suelo seco						
Agua						
Peso del taro						
Peso suelo seco						
% de humedad						
HUMEDAD %						

EXPANSIÓN

DIA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0									
2									
4									

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
	Fuerza (KN)	Fuerza calib. (KN)	Esfuerzo (Mpa.)	Fuerza (KN)	Fuerza calib. (KN)	Esfuerzo (Mpa.)	Fuerza (KN)	Fuerza calib. (KN)	Esfuerzo (Mpa.)
0.000									
0.630									
1.270									
1.900									
2.540									
... continuara									

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA/CIP
BRAMÓN CAMPOS JORGE JESÚS.	 JORGE JESUS BRAMÓN CAMPOS Ingeniero Civil CIP N° 262844

Solicitante	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Fecha	

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-1422)

TAMICES		PESO RET.	% RET	% RET AC.	% QUE PASA	Humedad Natural:
Pg.	Abert. Mm					Limite Liquido:
3"	76.200					Limite plasticidad:
2 1/2"	63.500					Indice de Plasticidad:
2"	50.800					Densidad Maxima:
1 1/2"	38.100					Humedad optima:
1"	25.400					CLASIFICACION SUELOS: AASHTO
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					Indice de grupo:
3/8"	9.525					CBR 95%:
1/4"	6.350					Durabilidad:
#4	4.760					Abrasion los Angeles:
#8	2.380					Equivalente de arena:
#10	2.000					Peso especifico:
#16	1.190					Tipo de material:
#20	0.840					Tipo de deposito:
#30	0.590					% de gravas:
#40	0.420					& de expansion:
#50	0.295					PROPIEDADES GEOFISICAS DEL SUELO
#60	0.250					
#80	0.180					% de particulas chatas y alargadas:
#100	0.149					% de Piedra mayor de 2":
#140	0.105					% de particulas desmerusables:
#200	0.074					
<200						

OBSERVACIONES:

VALIDACION DEL INSTRUMENTO	
APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA/CIP
BRAMÓN CAMPOS JORGE JESÚS.	 JORGE JESUS BRAMÓN CAMPOS Ingeniero Civil CIP N° 262644

Solicitante	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Fecha	

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

COMPACTACIÓN

Prueba N°	
Numero de capas	
Numero de golpes	
Peso suelo + molde (gr.)	
Peso molde (gr.)	
Peso suelo compactado (gr.)	
Volumen del molde (cm ³)	
Densidad humeda (gr/cm ³)	

HUMEDAD %

Tara N°	
Tara + suelo húmedo (gr.)	
Tara + suelo seco (gr.)	
Peso de agua (gr.)	
Peso de tara (gr.)	
Peso de suelo seco (gr.)	
Humedad (%)	
Densidad seca (gr/cm ³)	

DESCRIPCION DEL ENSAYO

METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	6"	6"

RESULTADOS DE PROCTOR

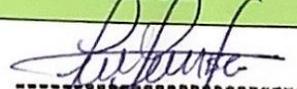
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cm ³):
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRES

BRAMON CAMPOS JORGE JESUS

FIRMA/CIP



JORGE JESUS
BRAMON CAMPOS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 262844

Solicitante	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Fecha	

EVALUACION DE MEZCLA ASFALTICA - METODO MARSHALL

Gravedad Especifica del Cemento Asfáltico (Gb)				
Gravedad Especifica Bulk del Agregado (Gsb)				
Gravedad especifica Aparente del agregado (Gsap)				
Mezcla	N°	PLASTICO		%
Muestra		1	2	3
Diámetro (cm)				
Esfuerzo (golpes/c. lado)				
Espesor (cm)				
Masa seca en el aire (g)				
Masa superficialmente seca (g)				
Volumen (cc)				
Gravedad Especifica de Masa, BULK (Kg/m3)				
Gravedad Especifica efectiva				
Gravedad Especifica				
Vacías de Aire (%)				
Vacios de Aire (%) (PROMEDIO)				
V.M.A				
V.M.A. (PROMEDIO)				
Contenido de Asfalto Absorbio =				
Contenido de Asfalto Efectivo =				
Gravedad Especifica Maxima Teorica=				
Flujo (0.001 pulg.)				
Flujo (%)				
Estabilidad (Lb)				
Factor de correlacion				
Estabilidad (Lb), corregido				
PORCENTAJE DE ASFALTO				
Masa con Asfalto				
Masa sin Asfalto				
Plastico				
Porcentaje de asfalto de la mezcla (%)				
Porcentaje de asfalto por agregado (%)				
Porcentaje de plastico en la mezcla (%)				

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA/CIP
BRAMÓN CAMPOS JORGE JESÚS	 ----- JORGE JESÚS BRAMÓN CAMPOS Ingeniero Civil CIP N° 262844

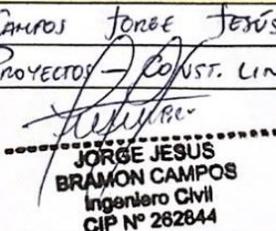


Responsables	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Asesor	Msc. Medrano Sanchez, Emilio Jose

En la tabla que se muestra a continuación, indique usted su puntaje en el casillero que crea conveniente de acuerdo a su experiencia profesional.

Instrucciones: Señor(a) ingeniero especialista, le pido su colaboración, evaluar el instrumento de recolección de datos puntaje de 0 a 1.

INFORMACIÓN TÉCNICA			Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	(0.0-0.2)	(0.21-0.4)	(0.41-0.6)	(0.61-0.8)	(0.81-1)
			1	2	3	4	5
Variable Independiente: Tereftalato de Polietileno	Dosificación	Dosificación de 0.75%, 1.75% y 3%				0,80	
Variable Dependiente: Mezcla Asfáltica	Estabilidad	Parametro de diseño Marshall MTC E 504				0,70	
	Porcentaje de Vacios	Parametro de diseño Marshall MTC E 504					1,00
	Flujo	Parametro de diseño Marshall MTC E 504				0,80	
	Costo	Presupuesto/Excel				0,80	
INTERPRETACION		Sub - Total				0,775	1,00
0.0-0.4	Inaceptable	TOTAL	0,8875				
0.41-0.8	Aceptable con recomendaciones						
0.81-1.0	Aceptable						

ASPECTO DE VALIDACION	
Apellidos y Nombres del Validador	BRAMÓN CAMPOS JORGE JESÚS.
Cargo e Institucion donde labora	JEFE DE PROYECTOS - CONST. LINCONS ING. Y CONST. SAC.
CIP (Firma y Sello)	 JORGE JESUS BRAMON CAMPOS Ingeniero Civil CIP N° 282644

Solicitante	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Fecha	

ENSAYO CBR ASTM D-1883

COMPACTACIÓN DEL CBR

Molde N°	13		11		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa	56		26		12	
Con. De la muestra	Hum.	Sumerg.	Hum.	Sumerg.	Hum.	Sumerg.
Peso molde + suelo hum. (gr.)						
Peso del molde (gr)						
Volumen del molde (cm3)						
Densidad húmeda (gr/cm3)						
DENSIDAD SECA (kg/cm3)						
Taro N°						
Taro + suelo húmedo						
Taro + suelo seco						
Agua						
Peso del taro						
Peso suelo seco						
% de humedad						
HUMEDAD %						

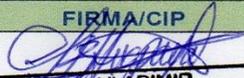
EXPANSIÓN

DIA	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%			mm	%			mm	%
0												
2												
4												

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
	Fuerza (KN)	Fuerza calib. (KN)	Esfuerzo (Mpa.)	Fuerza (KN)	Fuerza calib. (KN)	Esfuerzo (Mpa.)	Fuerza (KN)	Fuerza calib. (KN)	Esfuerzo (Mpa.)
0.000									
0.630									
1.270									
1.900									
2.540									
... continuara									

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

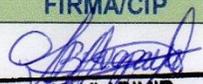
APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA/CIP
BERNABE HUAPAYA JUAN VLADIMIR	 JUAN VLADIMIR BERNABE HUAPAYA Ingeniero Civil CIP N° 263521

Solicitante	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Fecha	

EVALUACION DE MEZCLA ASFALTICA - METODO MARSHALL

Gravedad Especifica del Cemento Asfáltico (Gb)				
Gravedad Especifica Bulk del Agregado (Gsb)				
Gravedad especifica Aparente del agregado (Gsap)				
Mezcla	N°	PLASTICO		%
Muestra		1	2	3
Diametro (cm)				
Esfuerzo (golpes/c. lado)				
Espesor (cm)				
Masa seca en el aire (g)				
Masa superficialmente seca (g)				
Volumen (cc)				
Gravedad Especifica de Masa, BULK (Kg/m3)				
Gravedad Especifica efectiva				
Gravedad Especifica				
Vacías de Aire (%)				
Vacios de Aire (%) (PROMEDIO)				
V.M.A				
V.M.A. (PROMEDIO)				
Contenido de Asfalto Absorbio =				
Contenido de Asfalto Efectivo =				
Gravedad Especifica Maxima Teorica=				
Flujo (0.001 pulg.)				
Flujo (%)				
Estabilidad (Lb)				
Factor de correlacion				
Estabilidad (Lb), corregido				
PORCENTAJE DE ASFALTO				
Masa con Asfalto				
Masa sin Asfalto				
Plastico				
Porcentaje de asfalto de la mezcla (%)				
Porcentaje de asfalto por agregado (%)				
Porcentaje de plastico en la mezcla (%)				

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA/CIP
BERNABE HUAPAYA JUAN VLADIMIR	 <hr style="width: 100%;"/> JUAN VLADIMIR BERNABE HUAPAYA Ingeniero Civil CIP N° 263521

Solicitante	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Fecha	

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

COMPACTACIÓN

Prueba N°	
Numero de capas	
Numero de golpes	
Peso suelo + molde (gr.)	
Peso molde (gr.)	
Peso suelo compactado (gr.)	
Volumen del molde (cm3)	
Densidad humeda (gr/cm3)	

HUMEDAD %

Tara N°	
Tara + suelo húmedo (gr.)	
Tara + suelo seco (gr.)	
Peso de agua (gr.)	
Peso de tara (gr.)	
Peso de suelo seco (gr.)	
Humedad (%)	
Densidad seca (gr/cm3)	

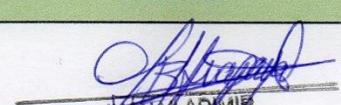
DESCRIPCION DEL ENSAYO

METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	6"	6"

RESULTADOS DE PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./ cm3):	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):	

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA/CIP
<i>BERNABÉ HUAPAYA JUAN VLADIMIR</i>	 JUAN VLADIMIR BERNABE HUAPAYA Ingeniero Civil CIP N° 243821

Solicitante	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Fecha	

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-1422)

TAMICES		PESO RET.	% RET	% RET AC.	% QUE PASA	Humedad Natural:
Ptg.	Abert. Mm					Limite Liquido:
3"	76.200					Limite plasticidad:
2 1/2"	63.500					Indice de Plasticidad:
2"	50.800					Densidad Maxima:
1 1/2"	38.100					Humedad optima:
1"	25.400					CLASIFICACION SUELOS: AASHTO
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					Indice de grupo:
3/8"	9.525					CBR 95%:
1/4"	6.350					Durabilidad:
#4	4.760					Abrasion los Angeles:
#8	2.380					Equivalente de arena:
#10	2.000					Peso especifico:
#16	1.190					Tipo de material:
#20	0.840					Tipo de deposito:
#30	0.590					% de gravas:
#40	0.420					& de expansion:
#50	0.295					PROPIEDADES GEOFISICAS DEL SUELO
#60	0.250					
#80	0.180					% de particulas chatas y alargadas:
#100	0.149					% de Piedra mayor de 2":
#140	0.105					% de particulas desmerusables:
#200	0.074					
<200						

OBSERVACIONES:

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA/CIP
BERNABE HUAPAYA JUAN VLADIMIR	

**JUAN VLADIMIR
 BERNABE HUAPAYA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 283621**



Responsables	Acuña Sánchez, Yngrid Isabel
	Pariona Bustamante, Jose Stephano
Proyecto	Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021
Asesor	Msc. Medrano Sanchez, Emilio Jose

En la tabla que se muestra a continuacion, indique usted su puntaje en el casillero que crea conveniente de acuerdo a su experiencia profesional.

Instrucciones: Señor(a) ingeniero especialista, le pido su colaboracion, evaluar el instrumento de recoleccion de datos puntaje de 0 a 1.

INFORMACIÓN TÉCNICA			Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	(0.0-0.2)	(0.21-0.4)	(0.41-0.6)	(0.61-0.8)	(0.81-1)
			1	2	3	4	5
Variable Independiente: Tereftalato de Polietileno	Dosificacion	Dosificacion de 0.75%, 1.75% y 3%					1.0
Variable Dependiente: Mezcla Asfáltica	Estabilidad	Parametro de diseño Marshall MTC E 504				0.8	
	Porcentaje de Vacios	Parametro de diseño Marshall MTC E 504				0.8	
	Reisitencia a la compresion	Parametro de diseño Marshall MTC E 518				0.8	
	Costo	Presupuesto/ Excel					0.9
INTERPRETACION		Sub - Total				2.4	1.9
0.0-0.4	Inaceptable		TOTAL 0.86				
0.41-0.8	Aceptable con recomendaciones						
0.81-1.0	Aceptable						

ASPECTO DE VALIDACION

Apellidos y Nombres del Validador	BERNABE HUAPAYA JUAN VLADIMIR
Cargo e Institucion donde labora	SUPERVISOR DE INFRAESTRUCTURA - RANSA S.A
CIP (Firma y Sello)	 JUAN VLADIMIR BERNABE HUAPAYA Ingeniero CIVIL CIP N° 263621

Anexo 7: Resultado de ensayos de suelo SUCS

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACION : CHILCA - LIMA

Datos de la Muestra:
Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0,30-1,10
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 13/10/2002
Fecha de Ejecución : 18/10/2021
Fecha de Emisión : 06/11/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 505,7

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	--	--	100,0
N° 4	4,760	1,7	0,3	99,7
N° 10	2,000	7,1	1,4	98,3
N° 20	0,840	18,4	3,6	94,7
N° 40	0,425	41,4	8,2	86,5
N° 60	0,260	69,1	13,7	72,8
N° 140	0,106	135,0	26,7	46,1
N° 200	0,074	40,1	7,9	38,2
-200		193,0	38,2	0,0

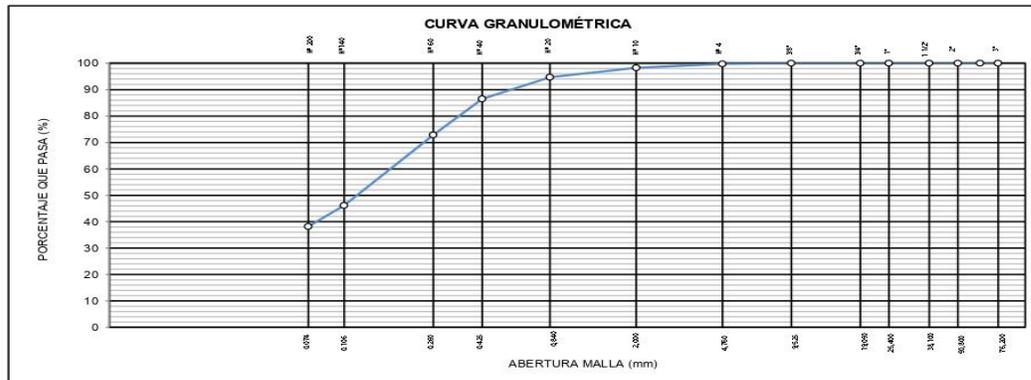
% Grava [N° 4 < f < 3"]	0,3
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	61,5
% Finos [< N° 200]	38,2

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	4,6

CLASIFICACION	
CLASIFICACION SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3282-04	A-4(0)

Descripción de la muestra : ARENA LIMOSA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

- Equipos Usados**
- Bal-1AJ4U01-N°1
 - Hor-U1-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

 LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACION DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACIÓN : CHILCA - LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -		
Calicata	: C-1		
Muestra	: M-1		
Prof. (m)	: 0,30-1,10	Fecha de Recepción	: 13/10/02
Progresiva	: -	Fecha de Ejecución	: 18/10/21
Coordenadas	: -	Fecha de Emisión	: 06/11/21

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	413,2	359,3
Peso de suelo seco + tara g	398,6	347,1
Peso de tara g	82,0	78,6
Peso de agua g	14,6	12,2
Peso de suelo seco g	316,6	268,5
Contenido de agua %	4,6	4,5
Contenido de Humedad (%)	4,6	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-jch




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667**

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

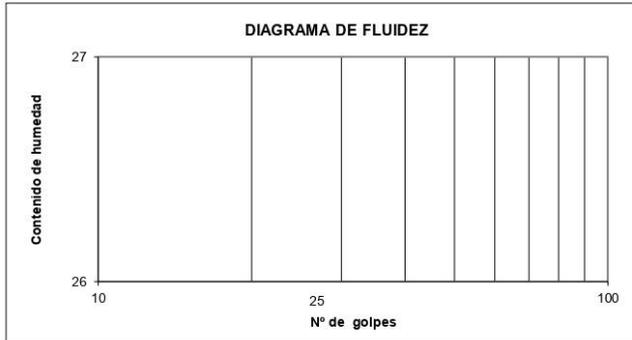
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACIÓN : CHILCA - LIMA

Datos de la Muestra

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 13/10/02
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 18/10/21
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 06/11/21
Prof. (m)	: 0,30-1,10		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NUMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACION : CHILCA - LIMA

Datos de la Muestra:

Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0,30-1,10
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 13/10/2002
Fecha de Ejecución : 18/10/2021
Fecha de Emisión : 06/11/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 638,8

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	--	--	100,0
N° 4	4,760	0,9	0,1	99,9
N° 10	2,000	3,8	0,6	99,3
N° 20	0,840	11,8	1,8	97,5
N° 40	0,425	29,2	4,6	92,9
N° 60	0,250	63,6	10,0	82,9
N° 100	0,150	199,8	31,3	51,6
N° 200	0,075	53,7	8,4	43,2
-200		276,0	43,2	0,0

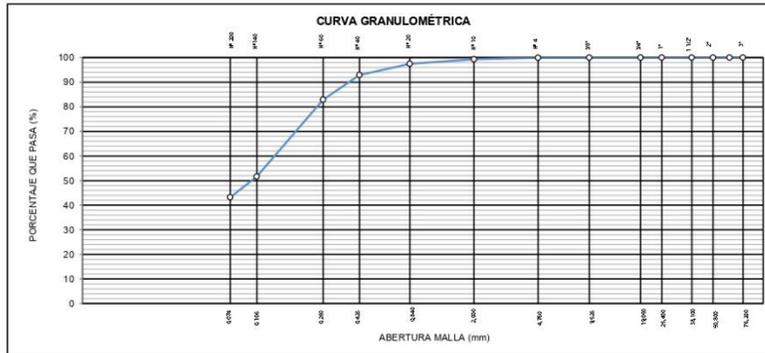
% Grava [N° 4 < f < 3"]	0,1
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	56,7
% Finos (< N° 200)	43,2

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	4,1

CLASIFICACION	
CLASIFICACION SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3282-04	A-4(0)

Descripción de la muestra : ARENA LIMOSA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por : Tec. J.CH

Equipos Usados
 - Bal-1AJ4U1-IP1
 - Hor-U1-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACIÓN : CHILCA - LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 13/10/02
Calicata	: C-2	Fecha de Ejecución	: 18/10/21
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 06/11/21
Prof. (m)	: 0,30-1,10		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	395,1	411,5
Peso de suelo seco + tara g	382,6	398,0
Peso de tara g	83,4	68,4
Peso de agua g	12,5	13,5
Peso de suelo seco g	299,2	329,6
Contenido de agua %	4,2	4,1
Contenido de Humedad (%)	4,1	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

 LABORATORIO GEOTECNICO	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

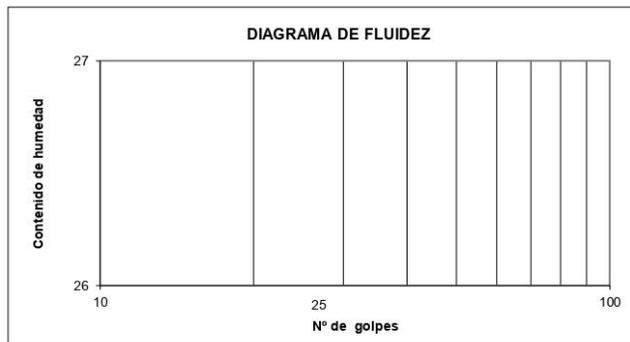
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACIÓN : CHILCA - LIMA

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0,30-1,10
Fecha de Recepción : 13/10/02
Progresiva : -
Fecha de Ejecución : 18/10/21
Coordenadas : -
Fecha de Emisión : 06/11/21

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. JCH

Equipos Usados

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

 LABORATORIO GEOTECNICO	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

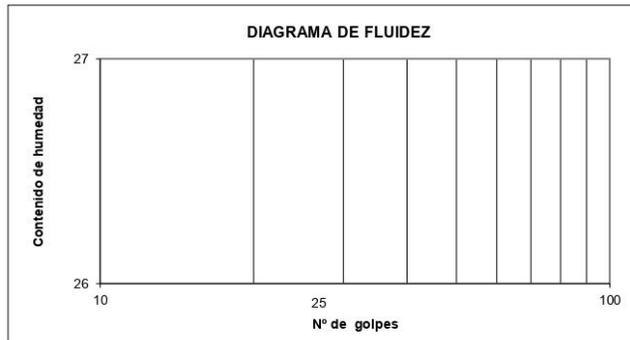
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACIÓN : CHILCA - LIMA

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-3
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0,30-1,50
Fecha de Recepción : 13/10/02
Progresiva : -
Fecha de Ejecución : 18/10/21
Coordenadas : -
Fecha de Emisión : 06/11/21

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. JCH

Equipos Usados

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACIÓN : CHILCA - LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 13/10/02
Calicata	: C-3	Fecha de Ejecución	: 18/10/21
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 06/11/21
Prof. (m)	: 0,30-1,50		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	536,6	539,6
Peso de suelo seco + tara g	512,2	514,0
Peso de tara g	52,6	53,3
Peso de agua g	24,4	25,6
Peso de suelo seco g	459,6	460,7
Contenido de agua %	5,3	5,6
Contenido de Humedad (%)	5,4	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021
UBICACION : CHILCA - LIMA

Datos de la Muestra:
Cartera : -
Calicata : C-3
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0,30-1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 13/10/2002
Fecha de Ejecución : 18/10/2021
Fecha de Emisión : 06/11/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 634,4

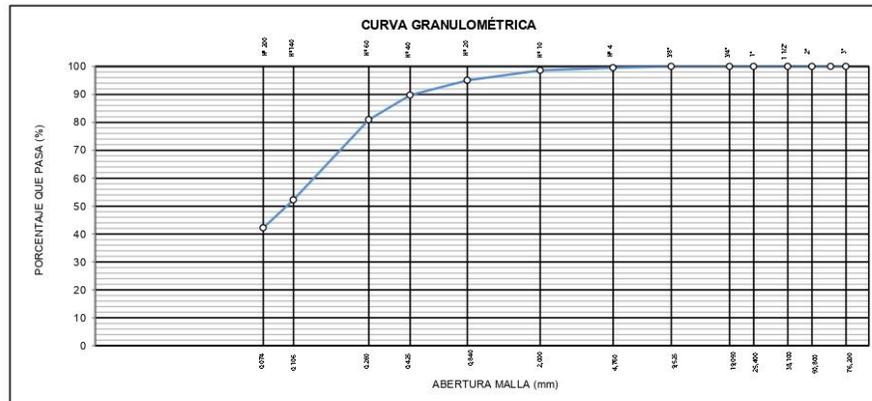
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	--	--	100,0
N° 4	4,760	3,3	0,5	99,5
N° 10	2,000	5,5	0,9	98,6
N° 20	0,840	22,6	3,6	95,0
N° 40	0,425	33,6	5,3	89,7
N° 60	0,260	55,9	8,8	80,9
N° 140	0,106	182,2	28,7	52,2
N° 200	0,074	63,6	10,0	42,2
-200		267,7	42,2	0,0

% Grava [N° 4 < f < 3"]	0,5
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	57,3
% Finos (< N° 200)	42,2

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	--
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	5,4

CLASIFICACION	
CLASIFICACION SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3282-04	A-4(0)
Descripción de la muestra :	ARENA LIMOSA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

- Equipos Usados**
- Bal-1AJ4001-N°1
 - Hor-U1-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Anexo 8: Proctor modificado de la calicata 1

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

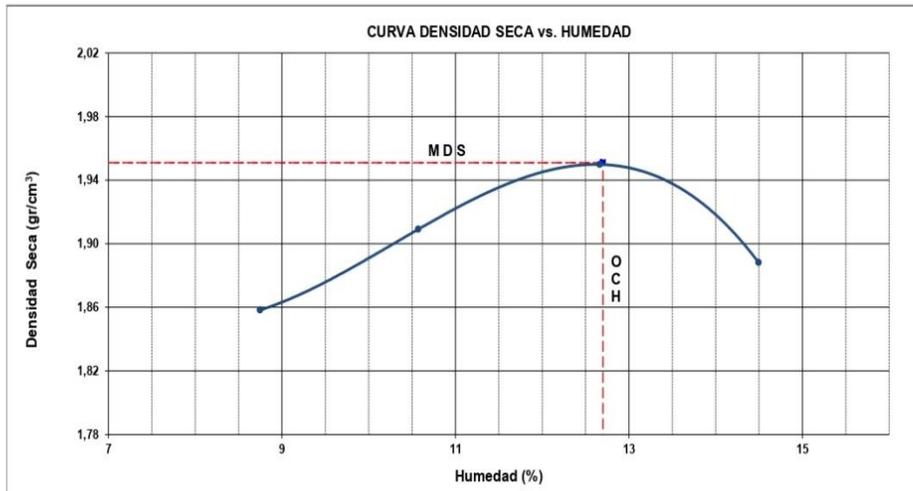
N° INFORME : JCH 21-203	Fecha de Recepción : 21/10/21
SOLICITANTE : ACUNA SANCHEZ YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE JOSE S.	Fecha de Ejecución : 25/10/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACION DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFALTICA, AVENIDA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021.	
UBICACIÓN : CHILCA - LIMA	
FECHA : OCTUBRE DEL 2021	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : M-1	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-4(0)
Prof.(m) : 0.30-1.10	Coordenadas : -	

Peso específico : -	COMPACTACION			
Metodo : A				
Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	6090	6175	6256	6223
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1906	1991	2072	2039
Volumen del Molde (cm3)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,021	2,111	2,197	2,162
Densidad seca (gr/cm3)	1,858	1,909	1,950	1,888

HUMEDAD				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	365,1	349,5	313,7	365,6
Tara + suelo seco (gr)	342,2	323,6	287,5	330,0
Peso del agua (gr)	22,9	25,9	26,2	35,6
Peso de tara (gr)	80,4	78,6	80,6	84,4
Peso suelo seco (gr)	261,8	245,0	206,9	245,6
Contenido de humedad(%)	8,7	10,6	12,7	14,5

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1,951	(gr/cm ³)
Optimo Contenido Humedad(%)	12,7	(%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.	Equipo usados
Realizado por : Tec. J.Ch	Bal-R31P30-N°3
	Bal-TAJ4001-N°1
	Hor-01-JCH
	Maq. Ensayo 50Kn




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

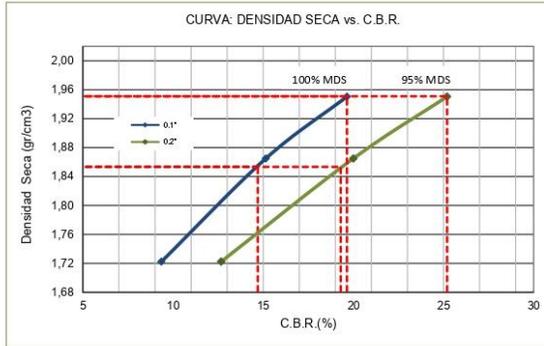
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-203
 SOLICITANTE : ACUNA SANCHEZ YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE JOSE S.
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACION DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021.
 UBICACION : CHILCA - LIMA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 21/10/21
 Fecha de Ejecución : 25/10/21

Calicata : C-1 Canteras : -
 Muestra : M-1 Progresiva : -
 Prof.(m) : 0.30-1.10 Coordenadas : -

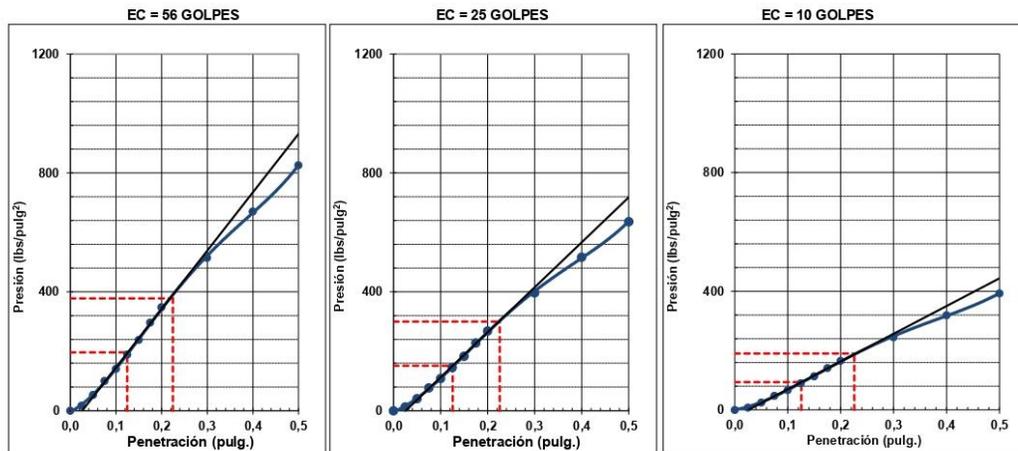
Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,951
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12,7
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,853

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	19,6	0.2"	25,2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	14,7	0.2"	19,3

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 19,6
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 14,7
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 25,2
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 19,3



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados
Bal-R31P30-Nº3
Bal-TA4001-Nº1
Hr-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Anexo 10: Ensayo de calidad de agregados

	FORMULARIO	Código formulario	---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	---
		Página	1 de 1

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21 - 203

SOLICITANTE	:	ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL PARIONA BUSTAMANTE, JOSESTEPHANO	MUESTRA	:	Agregados
PROYECTO	:	Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	:	La que se indica
FECHA DE RECEPCIÓN	:	21.10.2021	CANTIDAD	:	100.0 Kg
			PRESENTACIÓN	:	Saco.
			FECHA ENSAYO	:	25.10.2021

MEZCLA DE AGREGADOS

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE				RESUMEN DE ENSAYO	
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	MAC-2	PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS
1 1/2"	38,100					(1) Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2" = 30%
1"	25,400					(2) Cant. Dorita - Arena chancada = 70%
3/4"	19,050		100,0	100		
1/2"	12,700	8,4	91,6	80	- 100	
3/8"	9,525	7,2	84,4	70	- 88	
1/4"	6,350	13,6	70,8			
N° 4	4,750	9,3	61,5	51	- 68	
N° 6	3,350	8,2	53,3			
N° 8	2,380	5,6	47,7			
N° 10	2,000	7,4	40,3	38	- 52	
N° 16	1,190	6,1	34,2			
N° 20	0,840	6,1	28,1			
N° 30	0,590	5,0	23,1			
N° 40	0,426	4,2	18,9	17	- 28	
N° 50	0,297	2,5	16,4			
N° 80	0,177	6,2	10,2	8	- 17	
N° 100	0,149	1,1	9,1			
N° 200	0,074	2,0	7,1	4	- 8	
- N° 200		7,1	-			

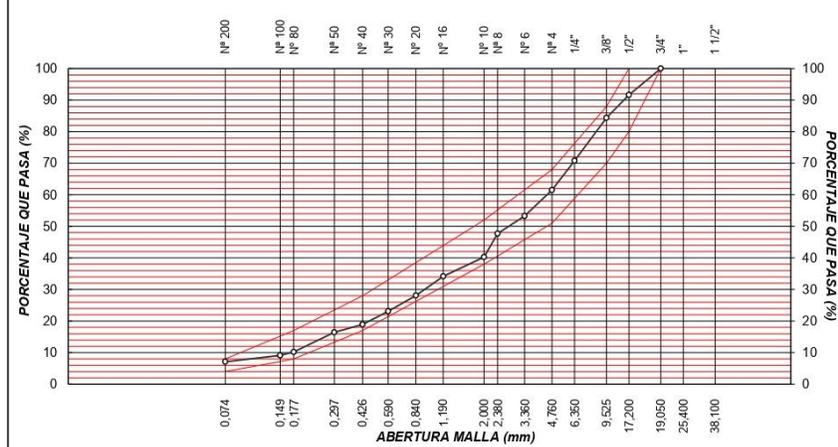
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE

- AGREGADO GRUESO = 39%
- AGREGADO FINO = 61%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones del MTC EG-2013

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 21.10.2021

LMA (2/2)
JCH
O.S. N°203



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario : --
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : -- Página : 1 de 1

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21 - 203

SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL **MUESTRA** : Agregados
PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021" **CANTIDAD** : 100.0 Kg
FECHA DE RECEPCIÓN : 21.10.2021 **PRESENTACIÓN** : Saco.
FECHA ENSAYO : 25.10.2021

MALLAS		DENOMINACIÓN	Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"		Cant. Dorita - Arena chancada						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)					
3"	76,200	MTC E-104 (2000)									
2 1/2"	63,500										
2"	50,800										
1 1/2"	38,100										
1"	25,400										
3/4"	19,050				100,0						
1/2"	12,700			27,9	72,1						
3/8"	9,525			24,0	48,1		100,0				
1/4"	6,350			35,1	13,1	4,5	95,5				
N° 4	4,760			11,0	2,1	8,5	87,0				
N° 6	3,360			1,0	1,0	11,2	75,7				
N° 8	2,380			1,0	-	7,5	68,2				
N° 10	2,000					10,7	57,5				
N° 16	1,190					8,7	48,8				
N° 20	0,840					8,6	40,2				
N° 30	0,590					7,2	33,0				
N° 40	0,426					6,0	27,0				
N° 50	0,297					3,6	23,4				
N° 80	0,177					8,8	14,6				
N° 100	0,149					1,7	13,0				
N° 200	0,074				2,7	10,2					
- N° 200	-				10,2	-					

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 21.10.2021
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

Lima, 25 de Octubre del 2021

LMA (1/2)
JCH
O.S. N°203




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Anexo 11: Resultados Ensayo Marshall - Mezcla Convencional

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/25.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.25			37.05		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	58.25			57.95		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2.738			2.738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718			2.718		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.0	61.1	61.0	59.8	61.2	59.8
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,197.0	1,202.9	1,198.0	1,209.0	1,214.6	1,210.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,202.8	1,207.7	1,202.8	1,212.2	1,218.9	1,212.2
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	694.0	699.0	695.0	705.0	707.0	703.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	508.8	508.7	507.8	507.2	511.9	509.2
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	5.8	4.8	4.8	3.2	4.3	2.2
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1.14	0.94	0.95	0.63	0.84	0.43
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 23° C (kg/m³)	2346	2358	2352	2377	2366	2369
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.353	2.365	2.359	2.384	2.373	2.376
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.586			2.566		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9.0	8.6	8.8	7.1	7.5	7.4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.726			2.726		
21 V.M.A. (%)	17.6	17.2	17.4	16.9	17.3	17.2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	48.7	50.2	49.6	57.9	56.5	57.0
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.791			2.792		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.9			0.9		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.7			4.2		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	11.0	12.0	13.0	14.0	13.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,000.0	1,190.0	1,100.0	1,210.0	1,226.0	1,215.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,040.0	1,238.0	1,144.0	1,258.0	1,275.0	1,264.0

LMA (1/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/21. **FECHA DE ENSAYO** : 2021/10/21 al 2021/10/25.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50		6.00			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	36.86		36.66			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57.64		57.34			
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--		--			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR T°)	2.738		2.738			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718		2.718			
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.1	62.2	61.0	61.3	60.4	61.3
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,210.4	1,217.7	1,211.0	1,222.9	1,220.6	1,230.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,212.8	1,220.9	1,212.0	1,224.7	1,221.8	1,231.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	710.0	714.0	707.0	721.0	721.0	725.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	502.8	506.9	505.0	503.7	500.8	506.0
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2.4	3.2	1.0	1.8	1.2	1.0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.48	0.63	0.20	0.36	0.24	0.20
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2400	2395	2391	2421	2430	2424
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.407	2.402	2.398	2.428	2.437	2.431
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.546		2.526			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.5	5.7	5.8	3.9	3.5	3.8
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.726		2.726			
21 V.M.A.	16.5	16.7	16.9	16.3	16.0	16.2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	67.0	66.2	65.6	76.1	78.1	76.7
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.793		2.794			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.9		0.9			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4.7		5.2			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	14.0	15.0	14.0	16.0	17.0	16.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,262.0	1,300.0	1,265.0	1,331.7	1,333.8	1,342.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,312.0	1,352.0	1,316.0	1,385.0	1,387.0	1,396.0

LMA (220)
JCH
O.S.N203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL **MUESTRA** : Agregados, Fen 60-70.
PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO

PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/21. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/10/21 al 2021/10/25.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	36.47					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57.03					
4 % DE FILLER (MÍNIMO 6% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	--					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60.7	60.7	60.7			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,221.4	1,231.7	1,219.9			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,222.0	1,232.2	1,220.0			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	720.0	725.0	717.0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	502.0	507.2	503.0			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.6	0.5	0.1			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.12	0.10	0.02			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2426	2421	2418			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.433	2.428	2.425			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.506					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	2.9	3.1	3.2			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.726					
21 V.M.A.	16.5	16.7	16.8			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	82.4	81.4	80.8			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.794					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.9					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.7					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	17.0	19.0	18.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,195.0	1,155.0	1,195.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,243.0	1,201.0	1,243.0			

LMA (3/20)
 JCH
 O.S.N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Ulloa
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/25.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2.424	2.428	2.430
- Vacíos, %	:	4.6	4.2	3.9
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	73.0	75.0	77.0
- V.M.A., %	:	16.5	16.4	16.5
- Estabilidad, lb (kN)	:	3200.0 (14.23)	3100.0 (13.79)	2980.0 (13.26)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	16.0 (4.0)	16.5 (4.1)	16.8 (4.2)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3436.8	
- Absorción de Asfalto, %	:		0.9	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	40.0
(2) Agregado fino, % *	:	60.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (39%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (61%)

Nota :
(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. Nº 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/10/21.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (4/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



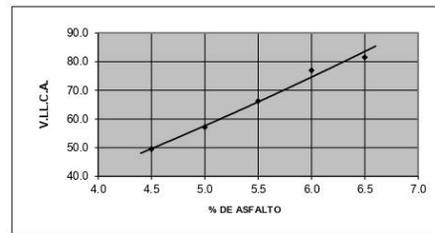
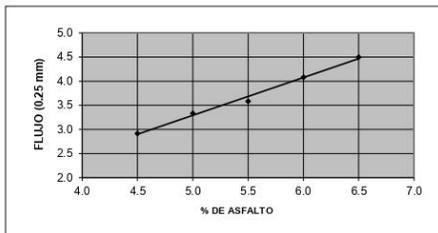
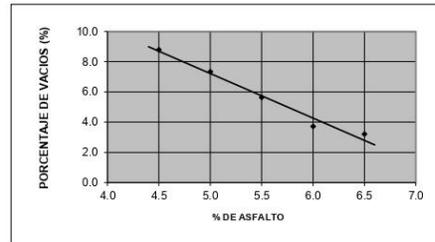
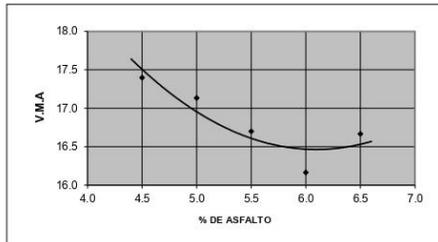
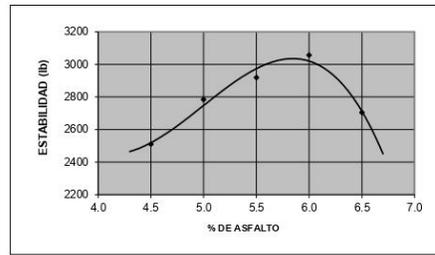
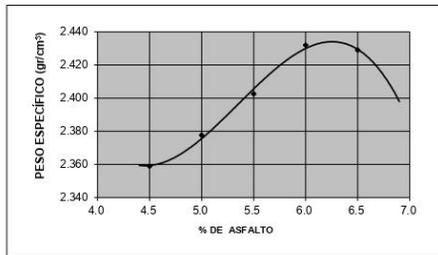
Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/25.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (S20)
JCH
O.S N203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Anexo 12: Resultados Ensayo Marshall - Mezcla asfáltica con 0.75% PET

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 0.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/01 al 2021/10/15.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5		5.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.25		37.05			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57.53		57.23			
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	0.72		0.72			
5 PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2.738		2.738			
7 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718		2.718			
8 PESO ESPECIFICO DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO - APARENTE	1.500		1.500			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62.1	61.8	62.0	60.5	61.5	61.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.5	1,210.7	1,206.0	1,216.3	1,208.1	1,216.5
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,209.1	1,216.7	1,208.9	1,217.9	1,213.3	1,218.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	706.0	715.2	709.0	719.2	717.4	716.5
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	503.1	501.5	499.9	498.7	495.9	501.5
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.6	6.0	2.9	1.6	5.2	1.5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.72	1.20	0.58	0.32	1.05	0.30
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2389	2407	2405	2432	2429	2418
17 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.396	2.414	2.412	2.439	2.436	2.426
18 PESO ESPECIFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.594		2.574			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7.6	6.9	7.0	5.3	5.4	5.8
20 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.709		2.709			
21 V.M.A. (%)	15.5	14.9	15.0	14.5	14.6	14.9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	50.8	53.5	53.3	63.8	63.4	61.3
23 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.801		2.802			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.2		1.2			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.3		3.8			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	15.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,100.0	1,205.0	1,150.0	1,250.0	1,300.0	1,270.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,144.0	1,253.0	1,196.0	1,300.0	1,352.0	1,321.0

LMA (6/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 0.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/01 al 2021/10/15.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5.50			6.00	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		36.86			36.66	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		56.93			56.63	
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		0.71			0.71	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')		2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718	
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE		1.500			1.500	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60.8	61.5	60.8	60.5	61.6	60.5
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,214.8	1,217.4	1,214.8	1,214.7	1,222.2	1,214.7
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,217.1	1,219.0	1,217.1	1,216.5	1,223.6	1,216.5
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	717.2	719.0	718.7	720.0	723.0	720.0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	499.9	500.0	498.4	496.5	500.6	496.5
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2.3	1.6	2.3	1.8	1.4	1.8
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.46	0.32	0.46	0.36	0.28	0.36
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2423	2427	2430	2439	2434	2439
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.430	2.435	2.437	2.447	2.441	2.447
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.554			2.534	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4.9	4.7	4.6	3.5	3.7	3.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2.709			2.709	
21 V.M.A	15.2	15.1	15.0	15.1	15.3	15.1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A	68.1	69.1	69.5	77.2	76.1	77.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.803			2.804	
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		1.3			1.3	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		4.3			4.8	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	16.0	16.0	16.0	17.0	18.0	18.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,350.0	1,300.0	1,344.5	1,440.1	1,367.4	1,440.1
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,404.0	1,352.0	1,398.0	1,498.0	1,422.0	1,498.0

LMA (7/20)
JCH
O.S.N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código formulario A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión 1
	Fecha -
	Página 3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	: PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 0.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/01 al 2021/10/15.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	36.47					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56.33					
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	0.70					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	1.500					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.4	61.2	61.4			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,230.6	1,229.8	1,231.0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,231.8	1,231.0	1,232.0			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	724.0	723.4	725.8			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	507.8	507.6	506.2			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.2	1.2	1.0			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.24	0.24	0.20			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2416	2416	2425			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.423	2.423	2.432			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.514					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3.6	3.6	3.3			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.709					
21 V.M.A.	16.4	16.4	16.1			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	78.0	77.9	79.7			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.804					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.3					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.3					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	20.0	20.0	19.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,190.0	1,200.0	1,200.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,238.0	1,248.0	1,248.0			

LMA (8/20)
JCH
O.S.N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 0.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/01 al 2021/10/15.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.7	5.9	6.1
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2.442	2.441	2.439
- Vacíos, %	:	4.6	4.0	3.7
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	70.0	74.0	76.0
- V.M.A., %	:	15.0	15.3	15.5
- Estabilidad, lb (kN)	:	3150.0 (14.01)	3170.0 (14.1)	3150.0 (14.01)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	16.7 (4.2)	17.5 (4.4)	18.3 (4.6)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3274.8	
- Absorción de Asfalto, %	:		1.3	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	39.0
(2) Agregado fino, % *	:	61.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (39%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (60.25%)
- TEREFALATO DE POLIETILENO:	:	PET (0.75% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/10/21.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (9/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



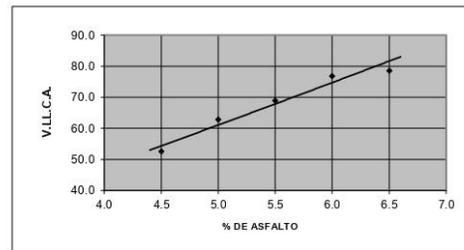
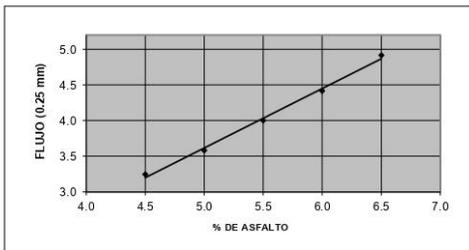
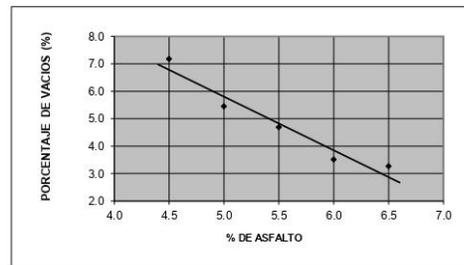
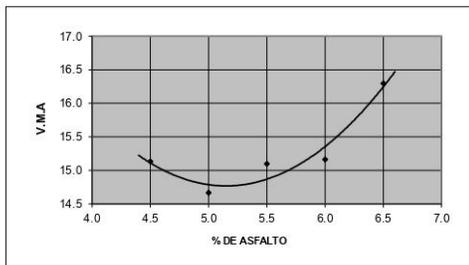
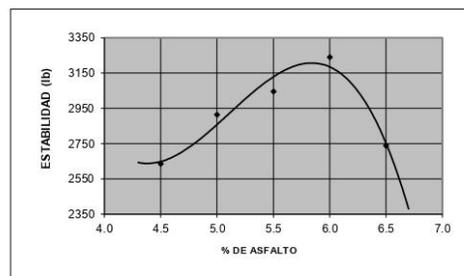
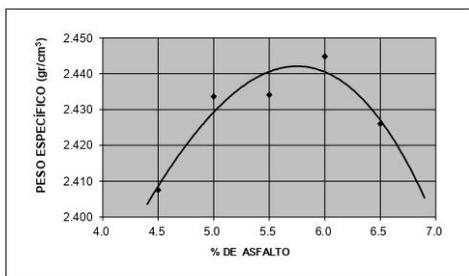
FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	5 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. : PET 0.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/01 al 2021/10/15.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LIMA (10/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

Anexo 13: Resultados Ensayo Marshall - Mezcla asfáltica con 1.75% PET

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	: PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 1.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/25.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5		5.0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.25		37.05			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56.58		56.28			
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	1.67		1.67			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2.738		2.738			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718		2.718			
8 PESO ESPECÍFICO DEL TEREFALATO DE POLIETILENO - APARENTE	1.500		1.500			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60.7	61.5	61.0	59.8	60.5	60.0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,204.5	1,212.2	1,205.0	1,213.8	1,221.6	1,214.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,208.1	1,217.1	1,207.9	1,215.7	1,223.3	1,215.9
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	711.0	712.3	710.0	715.0	718.3	716.4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	497.1	504.8	497.9	500.7	505.0	499.5
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.6	4.9	2.9	1.9	1.7	1.9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.72	0.97	0.58	0.38	0.34	0.38
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2416	2394	2413	2417	2412	2423
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.423	2.401	2.420	2.424	2.419	2.430
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.621		2.600			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7.6	8.4	7.7	6.8	7.0	6.5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.687		2.687			
21 V.M.A. (%)	13.9	14.7	14.0	14.3	14.5	14.1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	45.7	43.0	45.3	52.7	52.0	53.8
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.834		2.835			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.0		2.0			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2.6		3.1			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	14.0	14.0	13.0	15.0	14.0	15.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,250.0	1,200.0	1,100.0	1,300.0	1,315.0	1,295.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,300.0	1,248.0	1,144.0	1,352.0	1,368.0	1,347.0

LMA (1020)
JCH
OS. N203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	: PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 1.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/25.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.50				
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		36.47				
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		55.39				
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		1.64				
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010				
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)		2.738				
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718				
8 PESO ESPECÍFICO DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO - APARENTE		1.500				
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.5	60.9	61.5			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,234.9	1,228.1	1,234.9			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,236.1	1,229.1	1,236.1			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	729.0	724.0	729.4			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	507.1	505.1	506.7			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.2	1.0	1.2			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.24	0.20	0.24			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2428	2424	2430			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.435	2.431	2.437			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.540				
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4.1	4.3	4.1			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2.687				
21 V.M.A	15.3	15.4	15.2			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A	73.0	72.2	73.4			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.839				
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.0				
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		4.6				
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	22.0	21.0	22.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,400.0	1,458.2	1,395.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,456.0	1,517.0	1,451.0			

LMA (13/20)
JCH
O.S.N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO : PET 1.75%
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/21. **FECHA DE ENSAYO** : 2021/10/21 al 2021/10/25.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5.50			6.00	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		36.86			36.66	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		55.99			55.69	
4 % DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA		1.65			1.65	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')		2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718	
8 PESO ESPECÍFICO DEL TEREFALATO DE POLIETILENO - APARENTE		1.500			1.500	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.5	61.6	61.5	61.1	63.1	61.1
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,216.8	1,218.9	1,216.8	1,224.3	1,226.5	1,224.3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,219.0	1,221.2	1,219.0	1,226.0	1,228.3	1,226.0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	720.0	719.6	720.3	724.6	727.3	724.3
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	499.0	501.6	498.7	501.4	501.0	501.7
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2.2	2.3	2.2	1.7	1.8	1.7
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.44	0.46	0.44	0.34	0.36	0.34
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2431	2423	2433	2434	2441	2433
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm.³) (A/(B-C))	2.438	2.430	2.440	2.442	2.448	2.440
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.580			2.560	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.5	5.8	5.4	4.6	4.4	4.7
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.688			2.687	
21 V.M.A	14.3	14.6	14.2	14.6	14.4	14.7
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	61.6	60.2	61.8	68.4	69.7	68.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.837			2.838	
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.0			2.0	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		3.6			4.1	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	17.0	16.0	18.0	19.0	18.0	20.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,465.0	1,435.0	1,410.0	1,550.0	1,600.0	1,600.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,524.0	1,492.0	1,466.0	1,612.0	1,664.0	1,664.0

LMA (2/20)
 JCH
 O.S.N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 1.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/25.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- Nº de golpes por cara	:	75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.9	6.1	6.3
- Peso Especifico bulk, q/cm ³	:	2.443	2.442	2.440
- Vacíos, %	:	5.0	4.6	4.1
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	66.0	69.0	73.0
- V.M.A., %	:	14.6	14.7	15.0
- Estabilidad, lb (kN)	:	3550.0 (15.79)	3500.0 (15.84)	3500.0 (15.57)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	18.7 (4.7)	19.6 (4.9)	20.6 (5.2)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3302.4	
- Absorción de Asfalto, %	:		2.0	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	39.0
(2) Agregado fino, % *	:	61.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (39%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (59.25%)
- TEREFTALATO DE POLIETILENO:	:	PET (1.75% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/10/21.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (14/20)
JCH
O.S. N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**



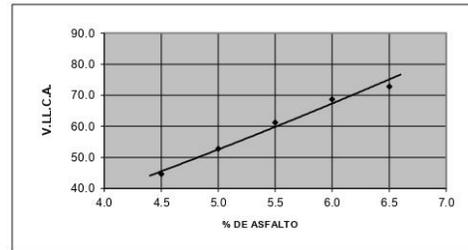
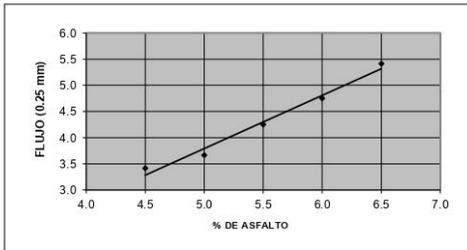
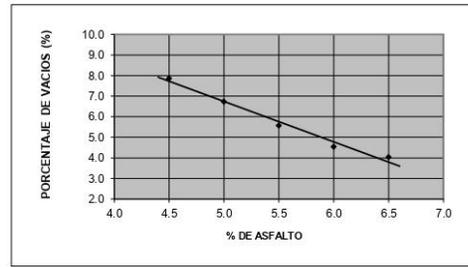
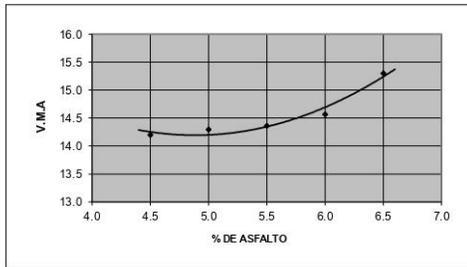
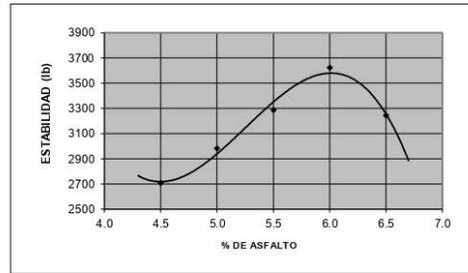
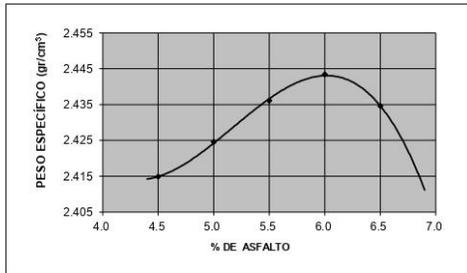
FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	5 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 1.75%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/25.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (1520)
JCH
O.S. N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Anexo 14: Resultados Ensayo Marshall - Mezcla asfáltica con 3.00% PET

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	: PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 3.0%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/15.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

	N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37.25			37.05		
3	% DE AGREGADO FINO (<N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	55.39			55.10		
4	% DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	2.86			2.85		
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)	2.738			2.738		
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718			2.718		
8	PESO ESPECÍFICO DEL TEREFALATO DE POLIETILENO - APARENTE	1.500			1.500		
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.4	61.7	62.0	65.1	64.0	64.9
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,213.7	1,205.5	1,213.7	1,212.3	1,218.7	1,212.8
11	PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,217.4	1,209.5	1,217.4	1,225.6	1,227.2	1,225.6
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	708.0	706.0	713.0	724.3	724.3	728.0
13	PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	509.4	503.5	504.4	501.3	502.9	497.6
14	PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.7	4.0	3.7	13.3	8.5	12.8
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.73	0.79	0.73	2.65	1.69	2.57
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2375	2387	2399	2411	2416	2430
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.383	2.394	2.406	2.418	2.423	2.437
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.617			2.595		
19	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9.0	8.5	8.1	6.8	6.6	6.1
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.661			2.661		
21	V.M.A. (%)	14.5	14.1	13.6	13.7	13.5	13.0
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	38.2	39.6	40.8	50.3	51.0	53.2
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.829			2.829		
24	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2.3			2.3		
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2.3			2.9		
26	FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	14.0	15.0	17.0	16.0	16.0
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,325.0	1,400.0	1,410.0	1,480.0	1,500.0	1,510.0
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,378.0	1,456.0	1,466.0	1,539.0	1,560.0	1,570.0

LMA (1620)
JCH
O.S. Nº203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667**



FORMULARIO	Código formulario A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión 1
	Fecha -
	Página 2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO	: PET 3.0%
PROYECTO : Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
	CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
	PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO : 2021/10/21 al 2021/10/15.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5.50			6.00	
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		36.86			36.66	
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		54.81			54.52	
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA		2.83			2.82	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1.010			1.010	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)		2.738			2.738	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.718			2.718	
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE		1.500			1.500	
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62.3	64.5	63.0	62.0	60.8	60.9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,221.2	1,213.1	1,221.2	1,226.8	1,221.7	1,227.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,224.7	1,220.7	1,224.7	1,228.7	1,223.5	1,228.7
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	7,011.0	720.5	724.0	728.0	725.0	728.4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	498.0	500.2	500.7	500.7	498.5	500.3
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3.5	7.6	3.5	1.9	1.8	1.7
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.70	1.52	0.70	0.38	0.36	0.34
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C. (kg/m³)	2445	2418	2432	2443	2443	2445
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.452	2.425	2.439	2.450	2.451	2.453
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2.574			2.554	
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4.7	5.8	5.3	4.1	4.0	4.0
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2.661			2.661	
21 V.M.A.	12.9	13.9	13.4	13.4	13.4	13.4
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	63.3	58.4	60.8	69.6	69.9	70.4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2.829			2.830	
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2.3			2.3	
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		3.4			3.9	
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	18.0	18.0	17.0	20.0	21.0	20.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,620.0	1,620.0	1,700.0	1,800.0	1,732.0	1,680.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,685.0	1,685.0	1,768.0	1,872.0	1,801.0	1,747.0

LMA (17/20)
JCH
O.S.N.203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código formulario A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión 1
	Fecha -
	Página 3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	: PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 3.0%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/15.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL					
2	% DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
3	% DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA					
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA					
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE					
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")					
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK					
8	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE					
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)					
10	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)					
11	PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)					
12	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)					
13	PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)					
14	PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)					
15	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100					
16	DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)					
17	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))					
18	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041					
19	PORCENTAJE DE VACÍOS					
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)					
21	V.M.A.					
22	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.					
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL					
24	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)					
25	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO					
26	FLUJO (0.01 Pulgada)					
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)					
28	FACTOR DE ESTABILIDAD					
29	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)					

LMA (R/20)
JCH
O.S.N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667**

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO		: PET 3.0%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/15.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2.450	2.445	2.444
- Vacíos, %	:	4.3	4.1	3.9
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	64.0	68.0	70.0
- V.M.A., %	:	13.4	13.6	13.7
- Estabilidad, lb (kN)	:	3.0 (0.01)	3980.0 (17.7)	3900.0 (17.35)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	17.5 (4.4)	20.4 (5.1)	21.0 (5.3)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3547.2	
- Absorción de Asfalto, %	:		2.3	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	39.0
(2) Agregado fino, % *	:	61.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (39%) Cantera DORITA, Arena Chancada (58.0%)
- Agregado fino	:	PET (3.00% porcentaje en peso de los Agregados)

Nota :
(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/10/21.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (19/20)
JCH
O.S.N 203

Lima, 26 de Octubre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**



FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

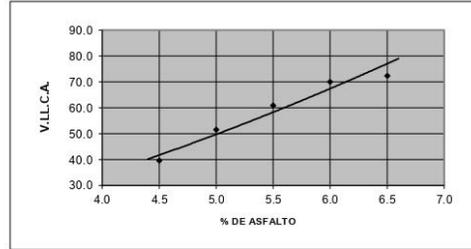
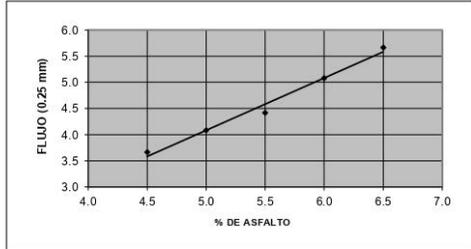
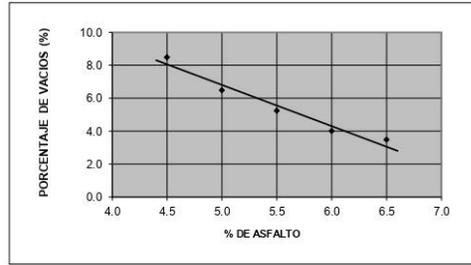
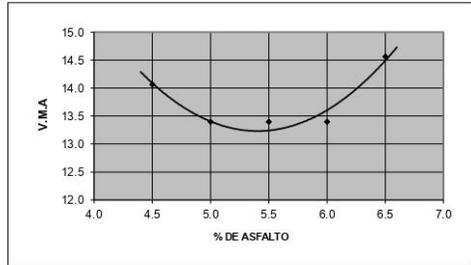
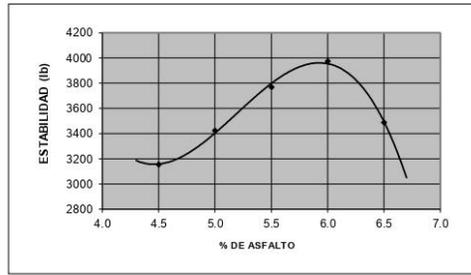
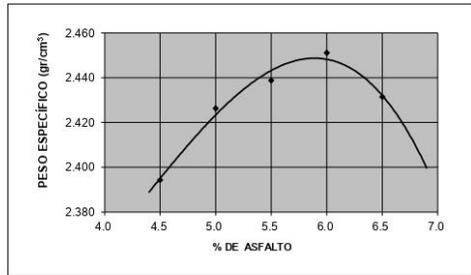
Código formulario **A-11**
 Revisión **1**
 Fecha **-**
 Página **5 de 5**

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-203

SOLICITANTE	: ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. : PET 3.0%
PROYECTO	: Tesis "Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de polietileno en la mezcla asfáltica, Avenida antigua Panamericana Sur, CHILCA 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/21.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/21 al 2021/10/15.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (20/20)
 JCH
 O.S.N°203

Lima, 26 de Octubre del 2021.

Javier Clavijo
JAVIER FRANCIJO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



	FORMULARIO	Código : C-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1 de 1

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
NORMA ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206

N° INFORME : JCH 21-203
SOLICITANTE : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021

UBICACIÓN : CHILCA - LIMA
FECHA : OCTUBRE DEL 2021

Calicata : - **Cantera** : Dorita
Muestra : - **Progresiva** : -
Prof.(m) : - **Coordenadas** : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
Muestra N°				
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)	3523,0			
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (gr)	2241,0			
Volumen de masa + volumen de vacios (gr)	1282,0			
Peso de material seco (105°C) (gr)	3501,0			
Volumen de masa (gr)	1260,0			
Peso Bulk (base seca)	2,731			2,731
Peso Bulk (base saturada)	2,748			2,748
Peso aparente (base seca)	2,779			2,779
Porcentaje de absorción (%)	0,63			0,63

Observaciones :
Realizado : Téc. JCh

Equipos Usados
Can-LA-3925
Bal-R31P30-N°3



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMATO	Código	Q1-Q2-Q3
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Informe : JCH 21-203

Solicitante : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREF TALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021

Ubicación : CHILCA

Fecha : OCTUBRE DEL 2021

Datos de la muestra

Calicata	: -	Fecha de Recepción	: 13/10/2021
Muestra	: AGREGADO FINO	Fecha de Ejecución	: 26/10/2021
Profundidad (mts)	: -		
Cantera	: DORITA		

SALES SOLUBLES TOTALES	1722 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	0,172 %

Ejecutado Por : D.Crespo

OBSERVACIONES:

* Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10

* --

* ..



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

Equipos Usados
Bal-T4J4001-N°1
Bal-PX224/E-N°4
Hor-01-JCH
Ph-01-JCH
DH-WF21.P03 (Muffa)

	FORMATO	Código	Q1-Q2-Q3
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Informe : JCH 21-203

Solicitante : ACUÑA SANCHEZ, YNGRID ISABEL & PARIONA BUSTAMANTE, JOSE STEPHANO

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021

Ubicación : CHILCA

Fecha : OCTUBRE DEL 2021

Datos de la muestra

Calicata	: -	Fecha de Recepción	: 13/10/2021
Muestra	: AGREGADO GRUESO	Fecha de Ejecución	: 26/10/2021
Profundidad (mts)	: -		
Cantera	: DORITA		

SALES SOLUBLES TOTALES	918 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	0,092 %

Ejecutado Por : D.Crespo

OBSERVACIONES:

* -
* -
* -

Equipos Usados
Bal-T4J4001-N°1
Bal-PX224/E-N°4
Hor-01-JCH
Ph-01-JCH
DH-WF21.P03 (Muffa)



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

Anexo 16. Certificado de Calibración de equipo de Abrasion los angeles



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 049 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 100-2021
Fecha de emisión : 2021-03-22

1. Solicitante : **LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES**

Marca : **PYS EQUIPOS**
Modelo : **STMH-3**
Serie : **180515**
Código de Identificación : **SPE-001**

Marca de Contómetro : **TAHU**
Modelo de Contómetro : **AN-3 (DH14J)**
Serie de Contómetro : **NO INDICA**

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
19 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración
Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 1238	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2021	PUNTO DE PRECISIÓN

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,6	29,6
Humedad %	41	40

7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 049 - 2021

Página : 2 de 2

EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Dimensiones del Tambor :

DIÁMETRO	ANCHO
722 mm	479 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	418,53 g	46,74 mm
Peso de Esfera 2	418,28 g	46,73 mm
Peso de Esfera 3	418,36 g	46,74 mm
Peso de Esfera 4	418,23 g	46,72 mm
Peso de Esfera 5	418,43 g	46,71 mm
Peso de Esfera 6	418,44 g	46,74 mm
Peso de Esfera 7	418,47 g	46,67 mm
Peso de Esfera 8	418,36 g	46,73 mm
Peso de Esfera 9	418,45 g	46,73 mm
Peso de Esfera 10	418,37 g	46,73 mm
Peso de Esfera 11	418,39 g	46,73 mm
Peso de Esfera 12	418,47 g	46,73 mm
Total	5020,78 g	

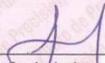
NUMERO DE VUELTAS DEL TAMBOR

32 rpm

SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DE ENSAYO ASTM C131 y C 535
 EL PESO DE LAS ESFERAS DEBEN ESTAR ENTRE 390g a 445g
 NUMERO DE VUELTAS ENTRE 30 rpm y 33 rpm
 PESO TOTAL DE LAS 12 ESFERAS 5000 g ± 25g
 DIÁMETRO DE ESFERAS ENTRE 46,38 mm a 47,63 mm

FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 17. Certificado de calibración de Horno



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

041-CT-T-2021

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 038-A-01-2021

Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : Av. Próceces de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho -Lima - Perú

Equipo/ Instrumento : HORNO

Marca : A&A INSTRUMENTS

Modelo : STHX-2A

Serie : 190546

Identificación : HOR-002 (*)

Ubicación : Área de Químicos

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Natural

Nro. de Niveles : 4

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.

Especificaciones de los instrumentos del equipo

Descripción	TERMOMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de calibración : Del 2021-02-09 al 2021-02-10

Lugar: : **Área de Químicos - LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**
Av. Próceces de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - 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.



2021-02-16
Fecha de emisión

Angel G. Alvarez Navarro
Angel G. Alvarez Navarro
Jefe de Metrología

Miriam A. Velasco Navarro
Miriam A. Velasco Navarro
Gerente General

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-03 Rev. 01

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 Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	31,5	32,8
Humedad Relativa %hr	44	40

Patrones de referencia:

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

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 0,10 °C hasta 0,16 °C .	184-CT-T-2020
Patrones de Referencia a METROIL	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,3 °C / 3,3 %hr	T-1911-2020
Patrones de Referencia a METROIL	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,003 s a 0,03 s	T's-0100-2020
Patrones de Referencia METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0130-2020
Patrones de Referencia a UNIMETRO	Multímetro Digital SANWA CD711	CE-110-2020

Observaciones:

- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 00781-A y la fecha de calibración.
- 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 / enfriamiento y estabilización de 2 h
- La calibración se realizó con 60% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron bandejas con muestra
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- 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 60 °C ± 5 °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 60 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 60,97 °C
La máxima temperatura detectada fue 63,99 °C y la mínima temperatura detectada fue 57,57 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °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 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 110,16 °C
La máxima temperatura detectada fue 114,54 °C y la mínima temperatura detectada fue 106,43 °C



Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

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 | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °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	60,0	61,09	61,63	60,47	60,03	61,36	59,12	63,12	61,62	59,07	60,88	60,84	4,05
02	60,0	60,94	61,33	60,26	59,78	61,06	58,47	62,52	61,27	58,67	59,68	60,40	4,05
04	60,0	60,68	61,08	60,11	59,83	60,96	58,27	61,97	60,87	58,32	59,13	60,10	3,70
06	60,0	60,63	61,08	60,11	59,58	61,21	59,77	61,92	60,67	58,37	59,78	60,31	3,55
08	60,0	60,88	61,48	60,62	59,88	61,81	62,37	62,32	60,97	59,07	61,74	61,11	3,80
10	60,0	61,14	61,98	60,92	60,18	62,11	62,42	63,07	61,37	59,72	63,29	61,62	3,56
12	60,0	61,44	62,18	61,12	60,38	62,26	61,97	63,67	61,92	60,08	63,99	61,90	3,91
14	60,0	61,44	62,18	61,02	60,43	62,11	60,92	63,87	62,12	59,98	63,29	61,73	3,89
16	60,0	61,29	62,03	60,82	60,28	61,71	59,92	63,67	61,87	59,62	62,24	61,34	4,04
18	60,0	61,19	61,73	60,62	60,18	61,46	59,02	63,17	61,77	59,17	61,04	60,93	4,15
20	60,0	60,94	61,38	60,26	59,83	61,01	58,52	62,47	61,37	58,77	59,78	60,43	3,95
22	60,0	60,68	61,08	60,06	59,63	60,90	58,52	62,02	60,97	58,37	58,98	60,12	3,65
24	60,0	60,68	61,13	60,16	59,68	61,21	59,32	61,87	60,82	58,52	59,58	60,30	3,35
26	60,0	60,88	61,38	60,57	59,88	61,81	60,87	62,27	60,97	58,92	61,34	60,89	3,35
28	60,0	61,14	61,88	60,97	60,23	62,16	62,67	62,97	61,42	59,62	63,24	61,63	3,61
30	60,0	61,39	62,23	61,17	60,43	62,36	62,92	63,62	61,97	60,13	63,89	62,01	3,76
32	60,0	61,44	62,28	61,07	60,43	62,16	61,32	63,87	62,07	60,08	63,54	61,82	3,79
34	60,0	61,39	62,08	60,92	60,38	61,81	60,27	63,72	61,97	59,87	62,44	61,48	3,84
36	60,0	61,24	61,78	60,67	60,18	61,51	59,27	63,32	61,82	59,37	61,29	61,04	4,05
38	60,0	61,09	61,48	60,42	59,88	61,16	58,62	62,62	61,42	58,87	60,08	60,56	4,00
40	60,0	60,83	61,18	60,16	59,68	61,01	57,57	62,07	61,02	58,52	59,23	60,13	4,50
42	60,0	60,73	61,13	60,16	59,63	61,16	59,02	61,92	60,82	58,52	59,48	60,26	3,40
44	60,0	60,88	61,33	60,52	59,78	61,76	60,77	62,17	60,92	58,92	61,04	60,81	3,25
46	60,0	61,14	61,78	60,92	60,13	62,21	61,92	62,87	61,32	59,67	62,84	61,48	3,19
48	60,0	61,39	62,18	61,12	60,38	62,26	61,67	63,47	61,87	60,03	63,74	61,81	3,71
50	60,0	61,49	62,23	61,12	60,43	62,06	61,47	63,72	62,12	59,93	63,24	61,78	3,79
52	60,0	61,29	61,98	60,87	60,28	61,76	60,37	63,62	61,97	59,67	62,19	61,40	3,94
54	60,0	61,19	61,68	60,62	60,08	61,41	59,22	63,22	61,77	59,27	60,93	60,94	4,00
56	60,0	61,09	61,48	60,42	59,93	61,16	58,87	62,67	61,52	58,92	59,88	60,59	3,80
58	60,0	60,83	61,18	60,16	59,68	60,96	58,12	62,02	61,07	58,47	58,98	60,15	3,90
60	60,0	60,68	61,08	60,16	59,68	61,06	58,92	61,82	60,87	58,42	59,23	60,19	3,40
T. PROM	60,0	61,07	61,63	60,60	60,02	61,58	60,08	62,62	61,44	59,19	61,29	60,97	
T. MAX	60,0	61,49	62,28	61,17	60,43	62,36	62,92	63,87	62,12	60,13	63,99		
T. MIN	60,0	60,63	61,06	60,06	59,58	60,90	57,57	61,82	60,67	58,32	58,98		
DTT	0,0	0,86	1,20	1,11	0,85	1,46	5,35	2,05	1,45	1,81	5,01		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,99	0,25
Mínima Temperatura Medida	57,57	0,61
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,35	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,63	0,22
Estabilidad Medida (±)	2,675	0,020
Uniformidad Medida	4,50	0,53

- 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: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

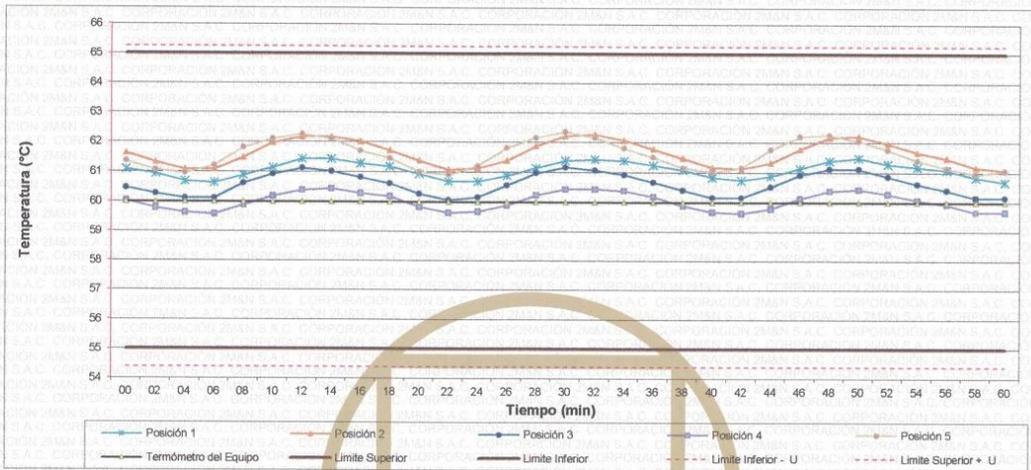
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N.S.A.C.

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

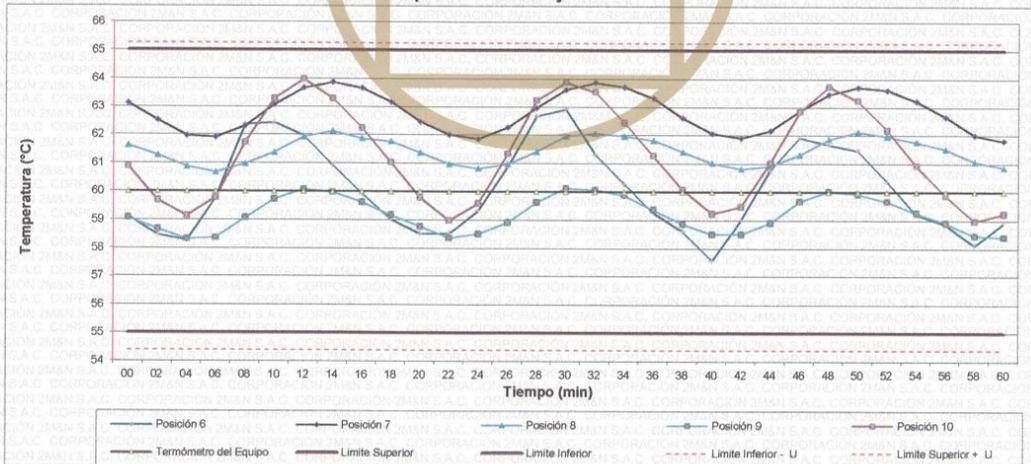
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-03 Rev. 01

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 | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

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	110,0	107,82	110,11	107,97	106,73	109,01	110,00	113,07	107,97	106,78	111,26	109,07	6,33
02	110,0	107,57	109,86	107,82	106,54	109,16	110,64	112,53	107,63	106,43	111,70	108,99	6,09
04	110,0	107,53	109,33	107,62	106,44	109,60	113,20	112,43	107,48	106,58	112,97	109,32	6,76
06	110,0	108,21	109,52	108,51	106,98	110,83	113,24	113,07	107,77	107,07	113,70	109,89	6,72
08	110,0	109,24	110,65	110,12	107,97	112,25	113,54	114,05	108,26	108,06	113,55	110,77	6,08
10	110,0	110,16	111,67	110,71	108,75	112,69	113,64	114,15	108,90	108,89	113,45	111,30	5,39
12	110,0	110,51	111,97	110,51	108,90	112,44	113,44	114,54	109,24	109,09	113,26	111,39	5,64
14	110,0	110,31	111,67	109,78	108,80	111,66	113,10	114,34	109,19	108,79	113,16	111,08	5,55
16	110,0	109,58	110,89	108,85	108,06	110,63	111,52	114,29	108,80	108,11	113,11	110,39	6,23
18	110,0	108,75	110,26	108,41	107,38	109,70	110,59	114,20	108,46	107,42	111,65	109,68	6,82
20	110,0	108,11	109,96	108,02	106,93	109,40	110,34	113,26	108,07	106,88	111,35	109,23	6,39
22	110,0	107,92	109,52	108,02	106,73	109,60	111,18	112,77	107,77	106,63	111,79	109,19	6,14
24	110,0	108,06	109,42	108,11	106,88	110,33	113,69	112,97	107,92	106,88	113,50	109,78	6,81
26	110,0	108,70	110,16	109,34	107,38	111,46	113,59	113,56	108,07	107,52	113,60	110,34	6,23
28	110,0	109,58	110,89	110,17	109,21	112,40	113,44	113,95	108,66	108,40	113,99	110,97	5,78
30	110,0	110,21	111,53	110,37	108,75	112,49	113,20	114,44	109,05	108,94	113,60	111,26	5,69
32	110,0	110,36	111,77	110,02	108,85	111,95	113,05	114,10	109,15	108,79	113,55	111,16	5,30
34	110,0	109,87	111,18	109,24	108,36	111,17	112,11	113,85	108,85	108,35	113,06	110,61	5,50
36	110,0	109,09	110,50	108,60	107,77	109,94	110,84	113,61	108,66	107,71	112,28	109,90	5,89
38	110,0	108,26	110,26	108,21	107,08	109,40	110,29	113,61	108,21	107,02	111,45	109,38	6,58
40	110,0	107,82	110,26	107,97	108,78	109,30	110,54	112,92	107,87	106,63	111,50	109,16	6,29
42	110,0	107,82	109,96	108,07	106,73	109,70	111,72	112,57	107,63	106,53	112,14	109,29	6,04
44	110,0	107,97	109,86	108,31	106,83	110,19	113,34	112,82	107,68	106,73	113,21	109,69	6,62
46	110,0	108,45	110,21	109,24	107,23	111,17	113,64	113,36	108,02	107,27	113,65	110,22	6,42
48	110,0	109,38	110,84	110,12	107,92	111,90	114,03	114,25	108,46	108,06	113,75	110,87	6,33
50	110,0	109,87	111,23	110,22	108,51	112,20	113,69	114,34	108,80	108,55	113,55	111,10	5,84
52	110,0	110,11	111,72	110,02	108,56	111,95	112,85	114,39	109,15	108,65	113,55	111,10	5,83
54	110,0	109,82	111,28	109,34	108,36	111,32	112,65	114,29	108,85	108,35	113,26	110,75	5,94
56	110,0	109,19	110,60	108,85	107,92	110,43	111,33	114,29	108,61	107,76	112,72	110,17	6,53
58	110,0	108,45	110,99	108,36	107,42	109,94	110,74	113,90	108,21	107,22	112,04	109,73	6,68
60	110,0	107,82	111,33	107,97	106,98	109,35	110,39	113,11	107,92	106,83	111,65	109,34	6,29
T. PROM	110,0	108,92	110,63	109,00	107,64	110,76	112,24	113,65	108,36	107,64	112,81	110,16	
T. MAX	110,0	110,51	111,97	110,71	108,90	112,69	114,03	114,54	109,24	109,09	113,99		
T. MIN	110,0	107,53	109,33	107,62	106,44	109,01	110,00	112,43	107,48	106,43	111,26		
DTT	0,0	2,98	2,64	3,09	2,46	3,68	4,03	2,11	1,76	2,66	2,73		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,54	0,40
Mínima Temperatura Medida	106,43	0,34
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4,03	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,01	0,23
Estabilidad Medida (±)	2,015	0,02
Uniformidad Medida	6,82	0,25

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: 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: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

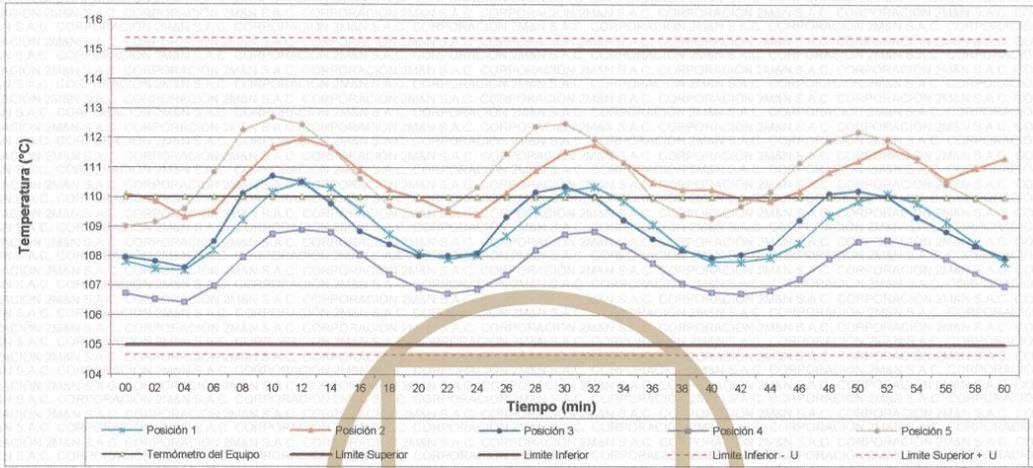
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

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

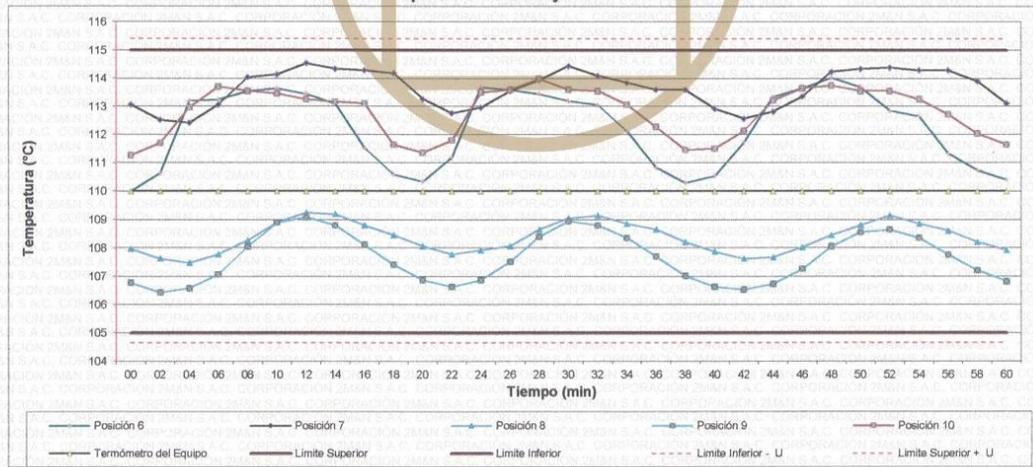
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

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 | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**CORPORACIÓN
2M & N S.A.C.**
Especialistas en Metrología

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 024**

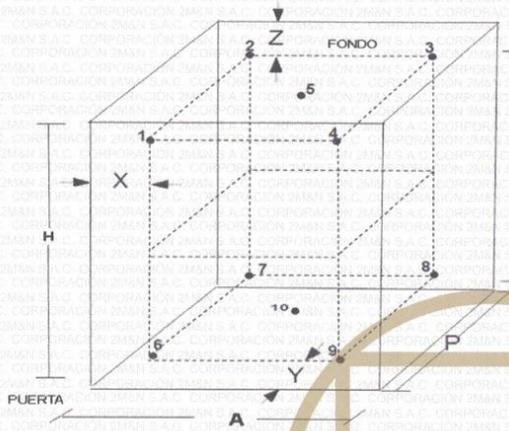


Registro N° LC - 024

Certificado de calibración 041-CT-T-201

Página 7 de 7

Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 50,0 cm

P= 50,0 cm

H= 56,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,0 cm

Y= 5,0 cm

Z= 7,0 cm

Distancias entre planos

h1= 39 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

Distancia de parrilla superior desde la base interna: **42,0 cm** por encima de la base.

Distancia de parrilla inferior desde la base interna: **11,5 cm** por encima de la base.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a **7,0 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

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

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 | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Anexo 18. Certificado de Calibración de Copa Casagrande



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 875 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 226-2021
Fecha de emisión : 2021-06-11

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : FORNEY
Modelo de Copa : LA-3700
Serie de Copa : NO INDICA
Código de Identificación : ELC-003

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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 instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
10 - JUNIO - 2021

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,3
Humedad %	80	80

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 875 - 2021

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,86	1,68	27,46	47,28	50,71	150,07	124,58	9,98	2,06	13,29
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA \pm	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,86	-0,32	0,46	0,28	0,71	0,07	-0,42	-0,02	0,06	-0,21

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 19. Certificado de Calibración de Prensa CBR



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 398 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 331-2021
Fecha de emisión : 2021-08-17

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA
Código de Identificación : SPE-002

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 instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Marca de Celda : KELJ
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : 5X70860
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : OHAUS
Modelo de Indicador : T32XW
Serie de Indicador : B719098045

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

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
16 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,3	19,3
Humedad %	77	77

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 398 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	497,35	496,15	0,53	0,77	496,75	0,65	0,24
1000	996,20	996,50	0,38	0,35	996,35	0,37	-0,03
1500	1498,70	1498,75	0,09	0,08	1498,73	0,09	0,00
2000	2000,70	2001,60	-0,04	-0,08	2001,15	-0,06	-0,04
2500	2504,10	2504,30	-0,16	-0,17	2504,20	-0,17	-0,01
3000	3009,10	3008,90	-0,30	-0,30	3009,00	-0,30	0,01
3500	3511,95	3512,00	-0,34	-0,34	3511,98	-0,34	0,00
4000	4015,65	4016,90	-0,39	-0,42	4016,28	-0,41	-0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9941x + 8,9694$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

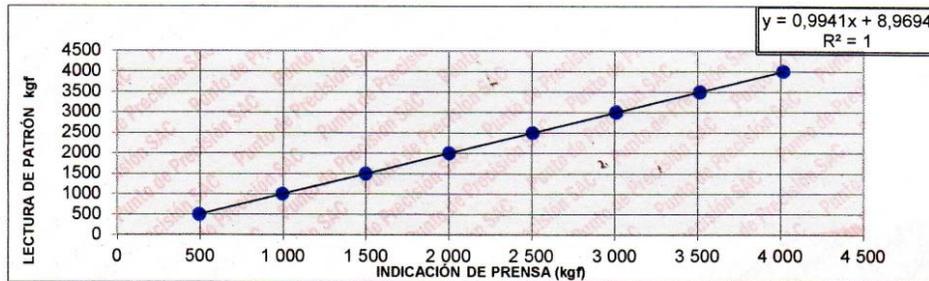
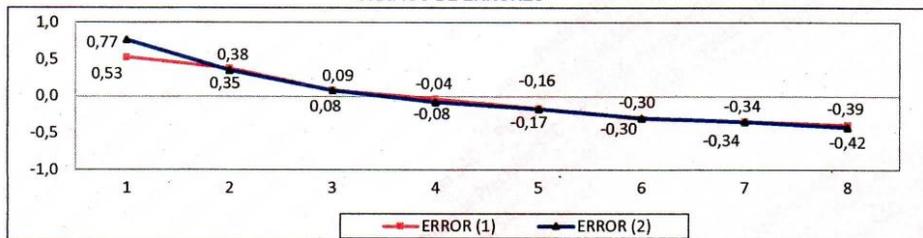


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 20. Certificado de Calibración de Prensa Universal



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 253 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 204-2020
Fecha de emisión : 2020-09-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA UNIVERSAL

Marca de Prensa : HUMBOLDT
Modelo de Prensa : HM-5030.3F
Serie de Prensa : 190369EB26

Marca de Celda : HUMBOLDT
Modelo de Celda : HM-2300.100
Serie de Celda : 800082
Capacidad de Celda : 50 kN

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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 instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
14 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,4	23,6
Humedad %	62	62

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 253 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
5	5,04347	5,04474	-0,87	-0,89	5,04	-0,87	-0,03
10	10,0371	10,0812	-0,37	-0,81	10,06	-0,59	-0,44
15	15,1106	15,1252	-0,74	-0,83	15,12	-0,78	-0,10
20	20,1129	20,1306	-0,56	-0,65	20,12	-0,61	-0,09
25	25,2246	25,0805	-0,90	-0,32	25,15	-0,61	0,58
30	30,1961	30,1206	-0,65	-0,40	30,16	-0,53	0,25
35	35,1656	35,0778	-0,47	-0,22	35,12	-0,35	0,25
40	40,1327	40,1092	-0,33	-0,27	40,12	-0,30	0,06

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

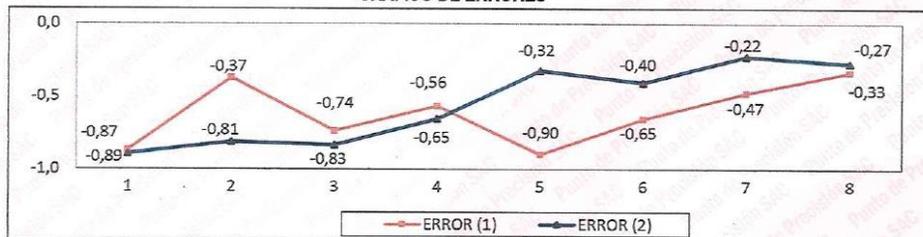
Ecuación de ajuste : $y = 0,9976x - 0,0581$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Laboratorio acreditado por INACAL

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

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

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1, Grupo 10, Mz M Lote 23, distrito Villa El Salvador, provincia Lima, departamento Lima.

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 09 de abril de 2019
Fecha de Vencimiento: 08 de abril de 2022

 Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra
FAU 20600283015 soft
Fecha: 2021-05-19 02:12:56
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 223-2019-INACAL/DA
Contrato N° : 006-2019-INACAL-DA
Registro N° : LC - 033

Fecha de emisión: 17 de mayo de 2021

*La acreditación con la NTP-ISO/IEC 17025:2017 inicia a partir del 06 de mayo de 2021, según Cédula de Notificación N° 211-2021-INACAL/DA.
El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/credenciacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-03M Ver. 02

Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	2%



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ACUÑA SANCHEZ YNGRID ISABEL, PARIONA BUSTAMANTE JOSE STEPHANO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON APLICACION DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA MEZCLA ASFALTICA, AVENIDA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
ACUÑA SANCHEZ YNGRID ISABEL DNI: 71436310 ORCID 0000-0003-4574-4233	Firmado digitalmente por: YACUNASAN el 02-01-2022 09:29:54
PARIONA BUSTAMANTE JOSE STEPHANO DNI: 77421646 ORCID 0000-0001-5540-8167	Firmado digitalmente por: JSPARIONAB el 03-01- 2022 22:34:03

Código documento Trilce: INV - 0493326

