



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño de Pavimento Flexible Implementando Tereftalato de Polietileno para la Mejora de Propiedades Mecánicas, Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Agramonte Olivera, Jan Pieer (orcid.org/0000-0003-3890-8359)

Vela Barzola, Amilton Benjamin (orcid.org/0000-0002-9221-7973)

**ASESOR:**

MSc. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (orcid.org/0000-0003-2085-3046)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, principalmente a mi madre Carmen que es fuente de inspiración y trabajo, que a lo largo de mi existencia ha realizado un monumental esfuerzo para que yo pueda cumplir este sueño de obtener una carrera universitaria, y también agradeciéndole por todo el soporte emocional brindado a pesar de la distancia en que nos encontrábamos. Quiero agradecer también por el apoyo que he recibido de mi padre Oscar, que en circunstancias difíciles me ha sabido guiar con sus conocimientos y experiencia. Y finalmente, agradecer a las energías que mueven y fluyen por el cosmos por darme la oportunidad de jugar el juego de la vida.

*Jan Pieer Agramonte Olivera*

A Dios, en primer lugar, por siempre ser el guía de mi camino profesional y haberme otorgado una familia maravillosa, a mi mama Judy Barzola Esteban, por el gran esfuerzo y la constancia incondicional, y siempre haber creído en mi dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, para que yo pueda culminar mi carrera profesional, a mis hermanas Judy Marcos Barzola, Evelyn Vela barzola, Fiorela Vela Barzola, porque siempre me han brindado su apoyo, consejos, compañía y comprensión para lograr cada una de las metas que me he trazado en la vida, y que Dios les de muchos años de vida, las quiero mucho.

*Amilton Benjamin Vela Barzola*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad César Vallejo por ser la cuna de nuestra formación profesional, a nuestro asesor y maestro, el Ms. Cesar Augusto Paccha Rufasto por su gran conocimiento, paciencia y entusiasmo que ayudó en el desarrollo de esta tesis.

## Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimiento.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos Éticos .....	17
IV. RESULTADOS .....	18
4.1. Zona de Estudio .....	19
4.2. Estudios básicos .....	20
4.2.1. Método PCI (Índice de Condición del Pavimento) .....	20
4.2.2. Estudio de Clasificación Vehicular .....	21
4.2.3. Estudio de Suelos.....	23
4.3. Ensayos de Agregado Grueso y Fino.....	26
4.3.1. Análisis granulométrico Norma MAC. ....	26
4.4. Ensayo Marshall.....	28
4.4.1. Ensayo Marshall para mezcla asfáltica convencional.....	28
4.4.2. Diseño Marshall para mezcla asfáltica incorporando 7% PET.....	31
4.4.3. Diseño Marshall para mezcla asfáltica incorporando 9% PET.....	34
4.5. Diseño del Pavimento Flexible.....	40

4.5.1. Metodología AASHTO 1993 .....	40
4.5.2. Costo de Producción.....	42
4.5.3. Propuestas de diseño .....	45
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES .....	52
VII. RECOMENDACIONES .....	54
REFERENCIAS .....	56
ANEXOS.....	63

## Índice de Tablas

<i>Tabla N° 01 – Resumen PCI por tramos.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla N° 02 – IMDs Flujo Vehicular.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla N° 03 – Análisis Granulométrico por Tamizado C-1.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla N° 04 – Clasificación SUCS y AASHTO C-1.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla N° 05 – Análisis Granulométrico por Tamizado C-2.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla N° 06 – Clasificación SUCS y AASHTO C-2.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla N° 07 – Proctor Modificado y C.B.R. C-2.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla N° 08 – Análisis Granulométrico Agregado Grueso y Agregado Fino.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla N° 09 – Granulometría Resultante.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla N° 10 – Materiales del Diseño MAC.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla N° 11 – Dosificación para diseño Marshall.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla N° 12 – Diseño Marshall Pavimento Convencional.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla N° 13 – Materiales del Diseño MAC.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N° 14 – Dosificación para diseño Marshall.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N° 15 – Diseño Marshall Pavimento incorporando 7% PET.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla N° 16 – Materiales del Diseño MAC.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla N° 17 – Dosificación para diseño Marshall.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla N° 18 – Diseño Marshall Pavimento incorporando 9% PET.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla N° 19 – Cuadro comparativo entre los 3 tipos de pavimentos.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla N° 20 – Factores para Método AASHTO 93.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla N° 21 – Estructural del Pavimento.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla N° 22 – Análisis de Precios Unitarios de Mezcla Asfáltica Convencional.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla N° 23 – Análisis de Precios Unitarios de Mezcla Asfáltica adicionando PET (7%).....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla N° 24 – Análisis de Precios Unitarios de Mezcla Asfáltica adicionando PET (9%).....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla N° 25 – Cuadro comparativo entre pavimento convencional y adición de PET.....</i>	<i>45</i>

## Índice de Figuras

<i>Figura N° 01 - Departamento de Lima</i> .....	20
<i>Figura N° 02 - Provincia de Huarochirí</i> .....	20
<i>Figura N° 03 – Avenida Huayna Cápac</i> .....	21
<i>Figura N° 04 – Gráfico estadístico de la condición del pavimento</i> .....	22
<i>Figura N° 05 – Gráfico estadístico Flujo vehicular</i> .....	23
<i>Figura N° 06 – Curva Granulométrica de gradación de agregados</i> .....	28
<i>Figura N° 07 – % de Asfalto vs otras características CONVENCIONAL</i> .....	31
<i>Figura N° 08 – % de Asfalto vs otras características 7% PET</i> .....	34
<i>Figura N° 09 – % de Asfalto vs otras características 9% PET</i> .....	37
<i>Figura N° 10 – Gráfico estadístico comparativo del contenido óptimo de C.A</i> .....	38
<i>Figura N° 11 – Gráfico estadístico comparativo de Peso Específico g/cm<sup>3</sup></i> .....	39
<i>Figura N° 12 – Gráfico estadístico comparativo de % Vacíos</i> .....	39
<i>Figura N° 13 – Gráfico estadístico comparativo de % V.LL.C.A</i> .....	39
<i>Figura N° 14 – Gráfico estadístico comparativo de % V.M.A</i> .....	40
<i>Figura N° 15 – Gráfico estadístico comparativo de Estabilidad</i> .....	40
<i>Figura N° 16 – Gráfico estadístico comparativo de Flujo</i> .....	40
<i>Figura N° 17 – Gráfico estadístico comparativo de Relación Estabilidad/Flujo</i> .....	41
<i>Figura N° 18 – Gráfico estadístico comparativo de % Absorción de Asfalto</i> .....	41
<i>Figura N° 19 – Distribución Gráfica de las capas del Pavimento</i> .....	42

## RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño de Pavimento Flexible Implementando Tereftalato de Polietileno para la Mejora de Propiedades Mecánicas, Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022”, tiene como propósito diseñar la avenida de estudio incorporando PET reciclado a la mezcla asfáltica, ya que en la Avenida Huayna Cápac existe un elevado deterioro del pavimento que influye en la transitabilidad vehicular.

El tipo de investigación es cuantitativo de tipo aplicada y con un diseño cuasiexperimental de nivel explicativo. La técnica utilizada es mediante la observación y el instrumento de recolección de datos son los cuadros y formatos de laboratorio para los ensayos de granulometría, límites de atterberg, contenido de humedad, Proctor Modificado, CBR y ensayo Marshall.

Se concluyó que la avenida será diseñada con la incorporación de 7% PET en la mezcla asfáltica, dando como resultado los espesores siguientes: 10 cm de carpeta asfáltica, 15 cm de base granular y 30 cm de subbase granular.

Se determinó que al incorporar 7% PET en la mezcla asfáltica, se obtuvo el mayor índice de rigidez con un valor de 3678.6 kg/cm.

También se evidenció que, al utilizar PET, se obtuvo un ahorro de 26.34 soles en los precios unitarios para la producción de mezcla asfáltica.

Se mejoró el nivel de servicio de la avenida Huayna Cápac, con un servicio actual de nivel F y D. Tras el diseño geométrico y la propuesta de señalización, se obtuvo un nivel de servicio B.

Palabras clave: Carpeta asfáltica, PET reciclado, pavimento flexible.



## ABSTRACT

This thesis entitled "Flexible Pavement Design Implementing Polyethylene Terephthalate for the Improvement of Mechanical Properties, Huayna Cápac Avenue, San Antonio 2022", has the purpose of designing the study avenue incorporating recycled PET into the asphalt mixture, since in the Avenue Huayna Cápac there is a high deterioration of the pavement that influences vehicular passability.

The type of research is quantitative of an applied type and with a quasi-experimental design of an explanatory level. The technique used is through observation and the data collection instrument is the tables and laboratory formats for the granulometry tests, Atterberg limits, moisture content, Modified Proctor, CBR and Marshall test.

It was concluded that the avenue will be designed with the incorporation of 7% PET in the asphalt mixture, resulting in the following thicknesses: 10 cm of asphalt layer, 15 cm of granular base and 30 cm of granular sub-base.

It was determined that by incorporating 7% PET in the asphalt mixture, the highest stiffness index was obtained with a value of 3678.6 kg/cm.

It was also shown that by using PET, a saving of 26.34 soles was obtained in unit prices for the production of asphalt mixture.

The service level of Huayna Cápac Avenue was improved, with a current level F and D service. After the geometric design and the signaling proposal, a B service level was obtained.

Keywords: Asphalt binder, recycled PET, flexible pavement.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente el distrito de San Antonio, ubicado en la provincia de Huarochirí - Lima, es un distrito que está en proceso de auge. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), San Antonio tiene una población total de 1021 habitantes, siendo uno de los distritos menos poblados a nivel del país.

El distrito de San Antonio se encuentra en una zona de reciente desarrollo presentando déficit en muchas áreas sociales y tecnológicas que perjudican la calidad de vida de sus pobladores, expresándose en avenidas y calles mal pavimentadas o sin pavimento alguno. Al no existir pavimento, el polvo de tierra circula libremente provocando problemas respiratorios y de salud. Este distrito limita con el distrito de San Juan de Lurigancho, que contagia como un virus su crecimiento urbanístico debido a encontrarse adjunto a San Antonio, sumado al aumento migratorio de personas que van del campo a la capital de Lima, el distrito de San Antonio debe encontrarse preparado para ello con planes de organización o de lo contrario las consecuencias ambientales y sociales serán desfavorables. Dentro de su preparación es tomar medidas de planificación urbana, a modo de prevención ante la crecida poblacional, y eso conlleva la pavimentación de sus pistas y veredas, implementación de cruces peatonales, semáforos y el uso de señalizaciones para evitar accidentes de tránsito y salvaguardar la integridad de las personas.

La población está creciendo a pasos agigantados, somos más de 32 millones de peruanos, de modo que también crece de manera proporcional el uso de bienes y servicios para cubrir las necesidades básicas, aplicándose el factor medioambiental en la ecuación. En el Perú diariamente se generan toneladas de desechos que llegan a parar a ríos, mares, bosques y calles; ocasionando contaminación ambiental y enfermedades. Es por ello, que las estrategias de reciclaje cobran importancia hoy en día. Según Bolaños (2019), “uno de los principales desechos es el PET debido a que se encuentra en la mayoría de envases plásticos, y también tiene diversos usos en diferentes utensilios del día a día” (p. 10). Aquí nace nuestra participación de reciclar y contribuir, donde el tema a investigar en la presente tesis es la incorporación y reutilización de Tereftalato de Polietileno (PET) en el diseño de pavimento flexible de la Avenida Huayna Cápac con la finalidad de buscar

soluciones a la problemática expuesta tanto en los ámbitos social-urbanístico, así como en el medioambiental.

Expuestos los problemas a tratar se expresa el siguiente planteamiento en términos generales, ¿De qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno dentro del diseño del pavimento flexible mejora las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica? Conjuntamente se plantean como problemas específicos los siguientes: primero ¿De qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural?, segundo ¿Cómo la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible sería una alternativa económica a un pavimento flexible convencional?, y tercero ¿De qué manera el diseño de pavimento flexible implementando Tereftalato de Polietileno mejora la transitabilidad vehicular?

En ese marco, la investigación manifiesta una justificación socio-ambiental ya que el tema propuesto en la presente tesis contribuye a la concientización de reciclaje de residuos plásticos PET ayudando a la mejora del medio ambiente y reduciendo el número de personas con dificultades respiratorias a causa de la polvareda del sector, y a su vez participando en el aumento de la calidad de vida de las habitantes que viven en el distrito de San Antonio con la construcción de avenidas y calles pavimentadas de tal manera que mejore la transitabilidad vehicular. De la misma manera, se manifiesta una justificación tecnológica debido a que se proporcionará conocimiento profesional para poner en práctica la implementación de residuos plásticos reciclados en la mezcla asfáltica del pavimento flexible y las consecuencias positivas que conlleva, por lo que se busca diseñar un pavimento que tenga una buena resistencia con un periodo de vida mayor al pavimento usual. Por otro lado, se manifiesta una justificación económica porque la incorporación de plástico reciclado (Polímeros PET) generará una reducción en los costos de fabricación de la mezcla asfáltica considerándose un alternativa rentable y amigable para el ambiente comparado con los pavimentos convencionales, además que se reducirá los procesos de mantenimiento al pavimento.

Abarcando en los objetivos de la investigación, es importante conocer que nuestro objetivo principal es determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible mejora las propiedades mecánicas

de la Avenida Huayna Cápac. De igual modo, se plantean nuestros tres objetivos específicos. El primero, determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac. El segundo, establecer cómo la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible es una alternativa económica a un pavimento flexible convencional en la Avenida Huayna Cápac. Y como tercero, identificar de qué manera el diseño de pavimento flexible implementando Tereftalato de Polietileno mejora la transitabilidad vehicular de la Avenida Huayna Cápac.

## **II. MARCO TEÓRICO**

El diseño de un pavimento flexible es una parte fundamental ante la decisión de construir una carretera, porque en ello se realizan una serie de investigaciones y estudios que prevendrán que el pavimento tenga una buena resistencia y una mayor duración. Los pavimentos flexibles son elementos estructurales que forman parte importante de toda obra de construcción, ya sean calles, carreteras, caminos y otros, formados por diferentes capas y diferentes materiales. El propósito principal del sistema estructural de la carretera es llevar el peso del vehículo mediante la carpeta estructural y luego disiparlas; para que estos no dañen la capa superficial, o también denominada carpeta asfáltica, en otros contextos, dado que las cargas del vehículo son temporales, no interfieren negativamente con las capas. Para que cumplan con su función como tal, además de que tiene que pasar por un excelente proceso y calidad constructiva, es fundamental considerar el realizar un programa de mantenimiento continuo en el tiempo. El pavimento flexible se considera como el más utilizado y hoy en día es muy común ver este tipo de estructura utilizada en carreteras de tramos largos debida a su sencilla trabajabilidad y su bajo costo.

Las cargas que ejercen los diferentes tipos de vehículos suelen ser verticales, por lo que en dicha estructura descubriremos fuerzas de compresión y tracción; cada eje de un vehículo ejercerá estas fuerzas de compresión o tensión. Con el tiempo este tipo de elementos crearán grietas internas, y en parte es debido al alto peso vehicular que transita sobre la estructura del pavimento. "La tendencia de las tensiones radiales y tangenciales es lineal y disminuye con el grosor de la carpeta asfáltica. Las tensiones en la superficie de la estructura del pavimento son de compresión y se convierten en tensión Capa base de la capa superficial" (Higuera, 2017, p.28). En otro contexto, la tensión que adquiere la estructura crea una pequeña deformación en todas las capas de la calzada y luego vuelve a su estado original cuando pasa el coche. La acera se ve como una estructura elástica. La estructura puede soportar cargas demasiado elevadas, pero si no se mantiene adecuadamente, las patologías se vuelven más frecuentes y graves, lo que conduce a un PCI más elevado.

Retrocediendo a través del tiempo, los asfaltos modificados fueron usados por primera vez en emulsiones impermeabilizantes y posteriormente se dio el uso en pavimentos, y seguidamente comenzó a transformar el cemento de asfalto, a fin de

ser utilizado cada vez que se solicitaba un asfalto de excelente disposición o con mucha más resistencia, que el que brinda el cemento de asfalto.

Tratándose del polímero, estos materiales están formados por la relación de millares de pequeñas moléculas denominadas monómeros (combinados químicos formados por moléculas sencillas). Esto crea enormes elementos moleculares que se convierten en diferentes formas: cadenas conectadas o termo endurecidas de la cual no es posible suavizarse cuando se calientan, cadenas extensas.

Está completamente demostrado que el asfalto tradicional tiene propiedades mecánicas y de adhesión satisfactorias sobre una gran escala de usos y en diversas situaciones atmosféricas y de tráfico. No obstante, hoy en día, enormes cantidades de tráfico más allá de los factores de diseño del vehículo y el excedente de peso, tanto como el incremento del llenado de aire en los neumáticos y las situaciones meteorológicas, requieren el uso de asfalto tradicional en la obra vial de los pavimentos en el presente no cumplen con sus perspectivas, tales como el cumplimiento de un cierto ciclo de servicio, es decir, una baja resistencia a la degradación, la baja estabilidad de una carretera que se refleja en imperfecciones y desperfectos dentro de la alfombra de asfalto , pero todo esto es ocasionado por la mala selección de materiales en los proyectos viales, el pobre proceso constructivo, el mantenimiento y la baja eficacia del aglomerante y la urgencia de mejorar la inversión, logra que algunas veces las propiedades de la carpeta asfáltica sean escasas.

Por ejemplo, con el asfalto tradicional, no es viable eliminar las deformaciones ocurridas con el alto tránsito, especialmente en presencia de condiciones de alta temperatura. Además, con un asfalto de alta existencia existe el peligro de formación de fisuras debido a las consecuencias que ocasionan las temperaturas bajas. Un claro recurso fue optimizar las particularidades del asfalto para perfeccionar su conducta en las carreteras; Esto dio lugar a nuevas formas de creación que se denominaron "Asfaltos modificados".

Seguidamente, señalamos los antecedentes nacionales considerando a los siguientes autores:



Chochabot (2020) señala en la tesis titulada “Diseño de Pavimento Flexible Adecuado para Carpeta Asfáltica Mejorada Adicionando Residuos Plásticos Reciclados”, proyecto de investigación para alcanzar el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad César Vallejo, cuenta con la finalidad principal, diseñar el pavimento flexible con mezcla asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos (PET) debido a las carencias estructurales y de diseño que tienen muchas avenidas del país. El tipo de investigación utilizada es cuantitativa aplicada, y con un diseño no experimental – descriptivo. Se determinó como conclusión que implementando 3% de residuos plásticos reciclado en la mezcla de asfalto en caliente, se obtuvo como resultado un espesor de 5 centímetros de residuos plásticos reciclado de superficie de rodamiento, con una capa granular de base de 15 centímetros, y con una capa granular de sub - base de 15 centímetros, consiguiendo que la estructura del pavimento tenga una buena resistencia y contribuya a mejorar la movilidad vehicular.

Caxi & Mamani (2021) señalan en la tesis denominada “Estudio de la Influencia del Tereftalato de Polietileno (PET) y Polipropileno (PP) en Concretos Convencionales para su Aplicación en Pavimentos Rígidos”, investigación para conseguir el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Peruana Unión, considera como fin principal, desarrollar una investigación comparativa sobre la influencia del Tereftalato de Polietileno (PET), y Polipropileno (PP), y otra donde sería la mezcla de ambos polímeros, y por último determinar la conducta en un concreto convencional para una resistencia ( $f_c' 210 \text{ kg / cm}^2$ ), con polímeros reciclados. El tipo de investigación empleada es cuantitativa, con un enfoque correlacional - explicativo y con un diseño experimental. La muestra está contenida por 10 tipos de concreto, y de este modo se analizó y halló una combinación entre PET y PP con distintos tipos de porcentajes de integración. Se concluye que al adicionar de residuo plástico reciclado en el concreto base  $f_c' 210 \text{ kg/cm}^2$ , reflejo una disminución en la trabajabilidad en los siguientes porcentajes: 2%, 4% y 6%, en cuanto a la reasignación del agregado fino, se logró notar una gran dificultad de trabajar con la muestra utilizada.

Moreno (2020) señala en su tesis nombrada “Incorporación del PET Reciclado en la Mezcla Asfáltica en Caliente en el Pavimento Flexible en Av. Los Jazmines”,

investigación para conseguir el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad César Vallejo, estipula como propósito principal, analizar la incorporación del residuo plástico reciclado en la carpeta de asfalto en caliente en el pavimento flexible. El tipo de investigación utilizada fue cuantitativa aplicada, y con un diseño experimental, donde se ha considerado tomar una muestra de 60 briquetas, mediante la recopilación de datos obtenidos de la ficha de observación. Se llegó a la siguiente conclusión, donde presentó una mejora significativa del 22.71% en las propiedades de estabilidad, con una adición de residuo plástico reciclado al 5%. Influye mucho la variación del porcentaje de Tereftalato de Polietileno y cenizas de carbón, porque con ello se puede lograr una mejor estabilización de la subrasante para un pavimento.

García & Marquina (2021) señalan en su tesis titulada “Influencia del Porcentaje de Polímeros PET y Cenizas de Carbón con Fines de Estabilización de Subrasante para un Pavimento”, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Privada Antenor Orrego, menciona como finalidad, establecer la influencia de Tereftalato de Polietileno (PET) y la de Cenizas de Carbón, en la estabilidad de la subrasante cohesiva de la carretera utilizada. El tipo de investigación es experimental – puro. La muestra consta de 9 probetas para determinar la correcta adición del porcentaje de tereftalato de polietileno y cenizas de carbón, determinando como objeto de estudio 4 muestras. Se concluye que es posible la estabilización de la subrasante, con residuo plástico reciclado y con cenizas de carbón, por lo que esto beneficiaría a la mejora de pavimentos de todo el país, de manera que es viable por el bajo costo económico y su accesible adquisición.

Posteriormente, señalamos los antecedentes internacionales mencionando la investigación de los siguientes autores:

Arteaga (2018) señala como título de investigación “Análisis del Comportamiento de la Base – Cemento para Pavimentos con Adición de Residuos PET Reciclado”, investigación para adquirir el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Católica de Colombia en Bogotá, presenta como propósito principal, analizar el comportamiento de la capa granular de base modificada con cemento, luego de haber realizado la sustitución del 2%, 4% y 6% del material granular por la adición

del residuo plástico (PET), de tal forma poder verificar si ésta podrá lograr ser incorporado como estabilizante. La metodología empleada en la presente investigación fue de tipo descriptivo. La presente investigación presentó como conclusión que el residuo plástico reciclado, no logra modificar la humedad que presenta la capa granular de base, por tener propiedades de impermeabilidad, por lo tanto, se mantiene de manera constante a lo adecuado, respecto a los resultados de las comprobaciones realizadas de humedad.

López (2020) alude en su tesis que lleva como título “Comportamiento de una Mezcla Asfáltica Modificada con Polímeros Provenientes de Botellas PET Recicladas”, investigación para lograr el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, menciona como finalidad principal de su investigación, evaluar el efecto de la implementación de polímeros provenientes de residuo plástico reciclado en la carpeta de asfalto modificada, y así poder aprovechar los residuos plásticos que son generados diariamente, pero estableciendo normas fundamentales en relación con las disposiciones mínimas de diseño, de manera que se pueda comprobar si el aditivo utilizado mejora las propiedades mecánicas del asfalto. El tipo de investigación empleado fue experimental, puesto que sus variables fueron manipuladas. Se Llegó a la siguiente conclusión, que los porcentajes que más se adecuaban a los requerimientos de su Norma Invias eran el 1% y el 2%, por lo cual el máximo porcentaje a utilizar es del 2%, además comprobaron que la incorporación de tereftalato de polietileno incrementa las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica como la estabilidad en un 5%, en comparación de una mezcla asfáltica convencional.

Rojas (2019) señala en su tesis titulada “Diseño de Pavimento Modificado con la Adición de Plástico Reciclado para Ciclovías”, tesis para la obtención del título profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de Cuenca de Cuenca - Ecuador, su principal objetivo fue el diseño de una carpeta asfáltica modificada que añade plástico PET triturado en la mezcla, ya que de lo contrario se convertirá en residuo, de tal forma se pueda presentar un diseño de pavimento flexible alternativo, donde pueda ser más sostenible, resistente al incorporar residuo plástico reciclado en la mezcla asfáltica, y así mismo, conservando el diseño básico requerido. La metodología utilizada fue de tipo correlacional. La conclusión que llegó el

investigador fue que el diseño de mezcla propuesto cumple con todos las normativas y estándares vigentes para el tráfico de alto volumen, asimismo se comprobó que el adecuado porcentaje de adición en la mezcla de asfalto es del 6%, donde cumple con los parámetros de flujo.

Cazar & Huertas (2020) menciona en su tesis titulada “Diseño de un Pavimentos Flexible Adicionando Tereftalato de Polietileno como Material Constitutivo Junto con Ligante AC-20”, investigación para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE de Ecuador, su propósito principal fue diseñar mezclas con la adición de tereftalato de polietileno, mediante los criterios establecidos en la Norma (ASTM D6926 y ASTM D6927), para la realización de un ensayo Marshall, luego determinar la proporción adecuada de la adición del PET en la mezcla asfáltica, y en consecuencia construir un pavimento con excelente calidad. La metodología empleada fue de tipo experimental, de nivel descriptivo. La conclusión que llegaron los investigadores fue que, la mezcla asfáltica modificada con PET presentó una mayor estabilidad con un 33% y un flujo mayor con un 32% comparado con la mezcla asfáltica convencional.

### **III. METODOLOGÍA**

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

- **Enfoque**

Nuestra presente investigación lleva un enfoque cuantitativo, puesto que, a partir de la recolección de datos, se podrá responder interrogantes y probar nuestras hipótesis, por medio de la medición numérica (Hernández, 2017, p. 10)

- **Tipo de investigación**

La investigación es de tipo aplicada, debido a la investigación realizada, en conocer, de qué manera el residuo plástico reciclado (PET) pueda ser una alternativa de aditivo, en la mejora de las propiedades de la mezcla asfáltica y así poder construir un pavimento de buena estabilidad. Según Murillo (2019), define que la investigación aplicada es el conocimiento adquirido en la investigación y así ponerlo en práctica para poder dar una solución a los problemas planteados.

- **Diseño de Investigación**

El presente estudio, es un diseño experimental de tipo cuasi experimental, debido a la manipulación de diferentes proporciones de polímeros PET en el pavimento flexible y comparación de sus propiedades mecánicas con un pavimento flexible convencional. Por ello, según García Ferrando, Manuel (2018) define que “un auténtico diseño experimental se define por dos características interdependientes: el uso que hace el investigador de la manipulación o tratamiento de la realidad social, y el control de explicaciones alternativas mediante el uso de al menos un grupo de control que corresponde al grupo experimental” (p. 21).

- **Nivel de investigación**

Explicativo, puesto que se quiere lograr en la investigación encontrar en que tanta mejora o baja las propiedades de la mezcla asfáltica, y así confirmar nuestras hipótesis o descartarlo. Según Arias (2018), define la investigación explicativa como la tarea de determinar el porqué de los acontecimientos mediante el establecimiento de relaciones causa - efecto. En tal sentido, las investigaciones explicativas podrían estar interesadas tanto en la determinación de las causas, como en los efectos (investigación experimental que utiliza pruebas de hipótesis).

### 3.2. Variables y operacionalización

Según Baena Paz (2018), define que “Las variables son instrumentos de análisis que conforman las categorías a un nivel manifiesto de la realidad. Hay variables independientes y dependientes.” (p. 93).

A continuación, se presentan nuestras siguientes variables:

**Variable Independiente**, es “la característica o propiedad que se supone la causa del fenómeno estudiado que no se puede controlar” (Baena Paz, 2018, p. 93).

En nuestra investigación la variable independiente es el diseño de pavimento flexible, ya que se calculará a través de los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio y el estudio de clasificación vehicular.

La variable independiente contiene 3 dimensiones: Cargas de Transitabilidad, Espesor del Paquete Estructural y Propiedades del Suelo; la primera dimensión: Cargas de Transitabilidad, contiene 1 indicador; la segunda dimensión: Espesor del Paquete Estructural, contiene 1 indicador; la tercera dimensión: Propiedades del Suelo, contiene 1 indicador.

**Variable Dependiente**, es “aquella cuyas modalidades o valores están en relación con los cambios de la variable independiente, pero que sí es factible de controlar científicamente” (Baena Paz, 2018, p. 93).

En esta investigación la variable dependiente son las propiedades mecánicas del pavimento ya que dependen del diseño metodológico del pavimento flexible implementando polímeros PET.

La variable dependiente contiene 3 dimensiones: Resistencia, Económico y Transitabilidad; la primera dimensión: Resistencia, contiene 1 indicador; la segunda dimensión: Económico, contiene 1 indicador; la tercera dimensión: Transitabilidad, contiene 1 indicador.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Según Hernández & Baptista (2017) “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174). Teniendo en cuenta la mención del autor sobre población, en nuestro estudio la población se considera al pavimento flexible de la Avenida Huayna Cápac (abarcando desde la culminación de la Avenida Miguel Grau y proyectándose con 3.89 Km de extensión total).

#### **Muestra:**

Según Pineda (2016) menciona que “La muestra es un subconjunto de personas o fragmento del mundo o población en el que se lleva a cabo la investigación. Existen varios métodos para conseguir el grupo de los componentes de la muestra, como fórmulas lógicas, que entenderemos más adelante. La muestra es una fracción representativa de la población” (p. 83).

La presente investigación considerará un muestreo no probabilístico, por consiguiente, se considera la muestra desde los tramos Km 0+000 al Km 2+000 del pavimento flexible de la Avenida Huayna Cápac en el sentido partiendo de la Avenida Miguel Grau, puesto que en esa porción existe alta cantidad de fallas patológicas en el pavimento flexible.

#### **Muestreo:**

Según Espinoza (2016) menciona que “El muestreo está disponible en el tiempo o periodo de investigación” (p. 32).

El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia, entendiendo que la muestra a tratar es beneficiosa para este estudio.

#### **Unidad de Análisis:**

El trabajo de investigación se basará en una encuesta de 15 preguntas y se evalúan a los conductores de vehículos que transitan por la avenida Fernando Wiesse.

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

**Técnicas,** Para Orellana y Sánchez (2017) señalan que las “técnicas de recolección de datos consisten en la observación que realiza el investigador de la



situación social en estudio, procurando para ello un análisis de forma directa, entera y en el momento en que dicha situación se lleva a cabo, y en donde su participación varía según el propósito y el diseño de investigación previstos” (p. 211).

En este caso, para nuestro proyecto de investigación vamos a emplear la técnica de observación, debido al uso del diseño cuasiexperimental, porque existe correspondencia con esta técnica.

**Instrumento de recolección de datos**, Según Sampieri (2017) menciona que “un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos que tiene en mente, o las variables que el investigador tiene en mente” (p. 276).

Sabiendo esta definición, para esta investigación se utilizará como instrumento de recolección a los formatos y cuadros de laboratorio en cada ensayo de suelos como granulometría, límites de atterberg, Proctor modificado y pruebas con la implementación de polímeros PET en el pavimento flexible con el ensayo Marshall.

### **3.5. Procedimiento**

#### **Fase I**

Para el desarrollo de la investigación primero se realiza trabajo de campo en donde se hace una inspección visual y fotográfica de las patologías del pavimento flexible de la Avenida Huayna Cápac. Después se realiza el método PCI para averiguar la condición del pavimento flexible tramo 0+00 Km al 2+00 Km y determinar si el pavimento se encuentra en la necesidad de ser reconstruido.

#### **Fase II**

Seguidamente, se analiza el conteo vehicular para determinar el número y tipo de vehículos que transitan por la Avenida Huayna Cápac y con esa información obtener el IMDA (Índice Medio Diario Anual), para el diseño del pavimento flexible.

#### **Fase III**

En esta fase se realizan 2 calicatas con una profundidad de 1.50 m (1 calicata en la progresiva 0+200 Km y 1 calicata en la progresiva 1+800 Km), para la obtención de la muestra de suelos y llevado al laboratorio para su respectivo análisis.

#### **Fase IV**

Se obtienen los agregados gruesos y finos de la cantera Dorita, ubicada en Campoy, para la mezcla asfáltica. Con la muestra de suelos de las 2 calicatas se realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR para obtener datos del suelo en donde se construirá el nuevo pavimento, y con los agregados y la adición del polímero PET (plástico de botellas reciclado), en proporción 7% y 9% de adición PET se realizará el ensayo Marshall para conocer las propiedades mecánicas del pavimento flexible.

#### **Fase V**

En esta fase se evalúa y analiza los resultados de los ensayos de laboratorio y se plantea el diseño geométrico del pavimento flexible de la Avenida Huayna Cápac.

#### **3.6. Método de análisis de datos**

Para el desarrollo y procesamiento de la información rescatada de los ensayos de laboratorio se realizará por medio de cuadros estadísticos y formatos de laboratorio a través del programa Excel 2013. Posteriormente se utilizará la metodología AASHTO 93 para la obtención de los espesores de la carpeta estructural del pavimento, y luego se desarrollará el diseño geométrico del pavimento flexible con la ayuda del programa Civil 3D. Seguidamente se hará la realización de planos de la carretera con el programa AUTOCAD 2019. Después se utilizará el programa S10 Presupuestos para obtener la comparativa de viabilidad económica entre un pavimento convencional y un pavimento implementando polímeros PET con proporciones 7% y 9%. Por último, se utilizará el programa SYNCHRO para verificar si hubo mejora de la transitabilidad vehicular en la Avenida Huayna Cápac.

#### **3.7. Aspectos Éticos**

La investigación será elaborada cumpliendo con todos los lineamientos y normas establecidas por la casa de estudios (Universidad César Vallejo).

La presente investigación contará con los requerimientos de objetividad, moral y autenticidad, asimismo, se recopila información de varios autores reconociendo la autoría de sus investigaciones, donde predominaremos la exactitud de nuestros resultados obtenidos, también la investigación contará con la responsabilidad social, ya que proveerá una opción de mejora en las carreteras, y así facilitar el tránsito vehicular y peatonal.

## **IV. RESULTADOS**

## 4.1. Zona de Estudio

### Ubicación política

La investigación se ha realizado en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distrito de San Antonio.



Figura N° 01 - Departamento de Lima  
Fuente: FamilySearch

Figura N° 02 - Provincia de Huarochirí  
Fuente: FamilySearch

Límites:

Norte : Distrito de Huanchipuerto

Sur : Distrito de San Juan de Lurigancho

Este : Distrito de Santa Eulalia

Oeste : Distrito de Comas

### Ubicación del proyecto

La avenida Huayna Cápac se encuentra en el distrito de San Antonio, el cual es de acceso rápido mediante las avenidas colindantes como Avenida Pachacútec y Avenida Miguel Grau. El lugar de investigación se encuentra pavimentada y con medios de transporte continuo.



*Figura N° 03 – Avenida Huayna Cápac  
Fuente: Google Maps*

## **4.2. Estudios básicos**

Primeramente, antes de profundizar en los resultados encontrados en los ensayos de laboratorio para la investigación, se realizaron una serie de estudios básicos que fueron imprescindibles para la elaboración del diseño de la avenida. Como se muestran a continuación:

### **4.2.1. Método PCI (Índice de Condición del Pavimento)**

Se realizó un análisis de la condición del pavimento existente para establecer la calidad de la carpeta asfáltica y verificar en qué estado se encontraba la avenida de estudio. Se realizó el método PCI para cada 200 metros dentro de la extensión de la Avenida de estudio, dando un total de 10 tramos en una longitud de 2 kilómetros (Ver Anexo). Por consiguiente, se diseñó la siguiente tabla para evidenciar el estado del pavimento:

UNIDAD DE MUESTRA	TRAMO	ÁREA	PCI	ESTADO
UM1	0+000 a 0+200 Km	1200 m2	28	POBRE
UM2	0+200 a 0+400 Km	1200 m2	40	POBRE
UM3	0+400 a 0+600 Km	1200 m2	22	MUY POBRE
UM4	0+600 a 0+800 Km	1200 m2	18	MUY POBRE
UM5	0+800 a 1+000 Km	1200 m2	46	REGULAR
UM6	1+000 a 1+200 Km	1200 m2	15	MUY POBRE
UM7	1+200 a 1+400 Km	1200 m2	44	REGULAR
UM8	1+400 a 1+600 Km	1200 m2	24	MUY POBRE
UM9	1+600 a 1+800 Km	1200 m2	8	FALLADO
UM10	1+800 a 2+000 Km	1200 m2	39	POBRE

Tabla N° 01 – Resumen PCI por tramos  
Fuente: Elaboración propia

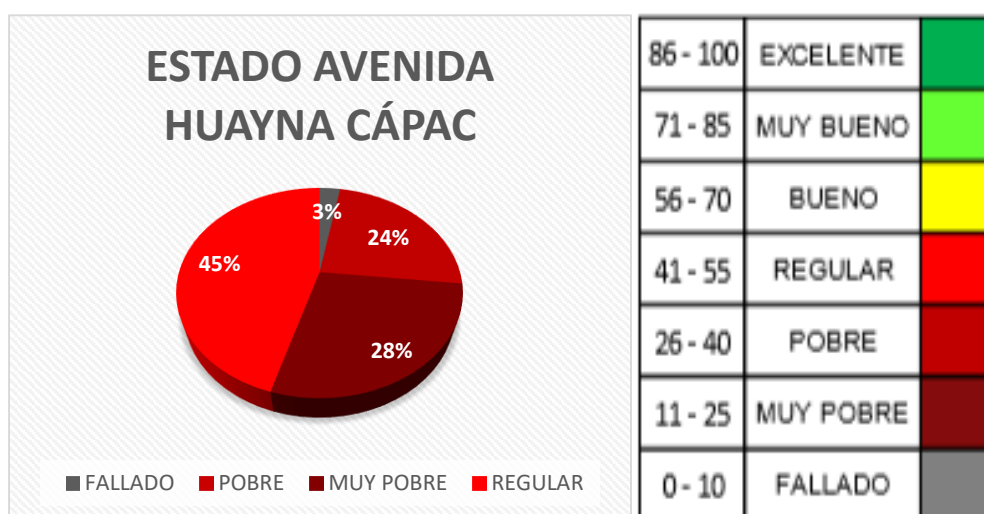


Figura N° 04 – Gráfico estadístico de la condición del pavimento  
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 04 se representa la condición del pavimento existente de la avenida Huayna Cápac encontrándose en estado Regular un 45%, en estado Pobre un 24%, en estado Muy Pobre un 28%, y en estado Fallado un 3%.

#### 4.2.2. Estudio de Clasificación Vehicular

El estudio de Clasificación Vehicular se llevó a cabo durante un periodo de 7 días, a partir del lunes 02 de mayo hasta el domingo 08 de mayo, desde las 08:00 horas hasta las 20:00 horas. Se realizó para determinar la cantidad y tipo de vehículos

que transitan diariamente por la avenida Huayna Cápac, información necesaria para obtener los ejes equivalentes y calcular el ESAL.

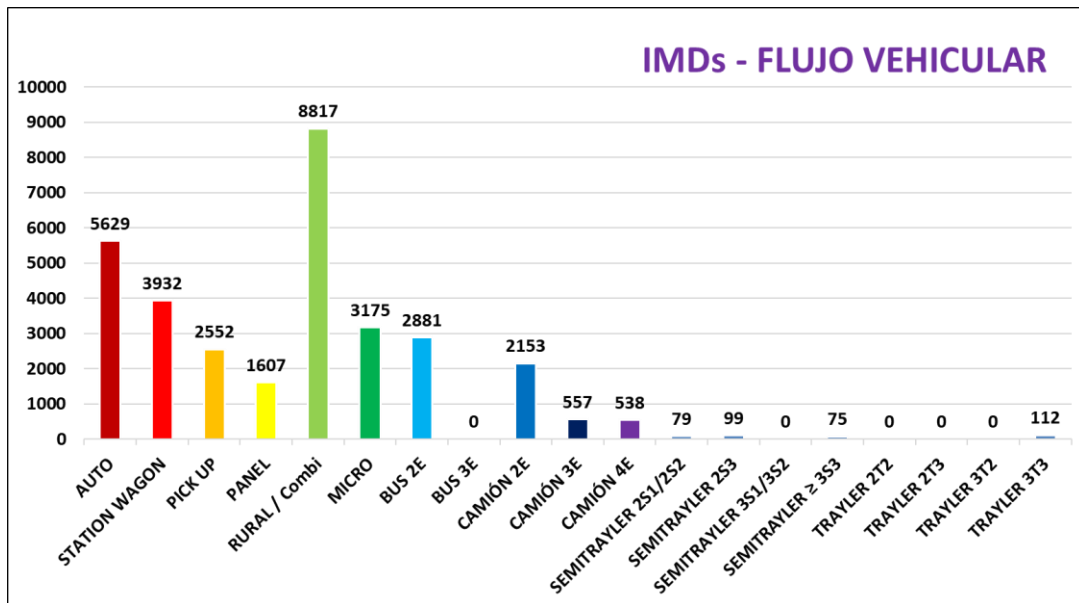


Figura N° 05 – Gráfico estadístico Flujo vehicular  
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 05 se observa la cantidad y el tipo de vehículos que transitan por la Avenida Huayna Cápac, evidenciándose a Combis/Rurales con un total de 8817 vehículos con mayor tránsito en la avenida, seguidamente, de autos y station wagon con un total de 5629 y 3932 vehículos respectivamente. Los semitrailers 2S3, 2S1/2S2 y 3S3 fueron los vehículos menos transitados con un total de 99, 79 y 75 vehículos respectivamente.

IMDs - FLUJO VEHICULAR											Factor de Corrección
TIPO DE VEHICULOS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL SEMANAL	IMDs	IMDa	
AUTO	859	819	801	807	813	777	753	5629	804	801	0.9965
STATION WAGON	606	570	582	578	564	528	504	3932	562	560	
PICK UP	416	380	362	368	374	338	314	2552	365	363	
PANEL	280	239	226	232	238	206	186	1607	230	229	
RURAL / Combi	1311	1275	1257	1263	1269	1233	1209	8817	1260	1255	
MICRO	505	469	451	457	463	427	403	3175	454	452	
BUS 2E	463	427	409	415	421	385	361	2881	412	408	0.9915
BUS 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMIÓN 2E	359	323	305	311	317	281	257	2153	308	305	
CAMIÓN 3E	120	85	84	78	78	50	62	557	80	79	
CAMIÓN 4E	108	68	69	63	63	75	92	538	77	76	
SEMITRAYLER 2S1/2S2	18	10	8	8	7	9	19	79	11	11	
SEMITRAYLER 2S3	28	13	9	9	10	10	20	99	14	14	
SEMITRAYLER 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SEMITRAYLER ≥ 3S3	31	8	7	7	9	6	7	75	11	11	
TRAYLER 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TRAYLER 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TRAYLER 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TRAYLER 3T3	26	15	14	16	12	13	16	112	16	16	
<b>TOTALES</b>	<b>5130</b>	<b>4701</b>	<b>4584</b>	<b>4612</b>	<b>4638</b>	<b>4338</b>	<b>4203</b>	<b>32206</b>	<b>4601</b>	<b>4580</b>	

*Tabla N° 02 – IMDs Flujo Vehicular  
Fuente: Elaboración propia*

En la tabla N° 02 se observa un resumen de la cantidad de vehículos que circulan diariamente, encontrándose un IMD semanal total de 4601 vehículos, y un IMD anual, aplicando los factores de corrección respectivos, de 4580 vehículos.

#### **4.2.3. Estudio de Suelos**

Se realizaron 02 calicatas, C-1 y C-2 en las progresivas 0+100 km y 1+100 km respectivamente (Ver Anexos). Con la finalidad de obtener información mediante los ensayos de laboratorio como el análisis granulométrico, contenido de humedad, límites de consistencia; y Proctor modificado y CBR solo para C-2. Cabe mencionar que la C-2 (Calicata N° 02) se usará para realizar el diseño del pavimento.



## CALICATA N° 01

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	86,8	3,9	96,1
3/4"	19,05	82,9	3,7	92,4
3/8"	9,525	146,0	6,5	85,9
N° 4	4,760	200,1	8,9	77,0
N° 10	2,000	319,8	14,3	62,7
N° 20	0,840	439,6	19,6	43,1
N° 40	0,425	288,5	12,9	30,2
N° 60	0,260	206,4	9,2	21,0
N° 140	0,106	165,7	7,4	13,6
N° 200	0,074	25,2	1,1	12,5
-200		279,0	12,5	0,0

% Grava	[ N.º 4 < f < 3"]	23,0
% Arena	[N.º 200 < f < N.º 4]	64,5
% Finos	[ < N.º 200]	12,5

Tabla N° 03 – Análisis Granulométrico por Tamizado C-1  
Fuente: Elaboración propia

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	17,8
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	15,7
índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	2,1
Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	2,1
CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4 (0)
Descripción de la muestra:	<b>ARENA LIMOSA</b>

Tabla N° 04 – Clasificación SUCS y AASHTO C-1  
Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 04 se observan los resultados de los ensayos de laboratorio para la C-1, determinando que el límite líquido es 17,8%, el límite plástico es 15,7%, el índice de plasticidad es 2,1%. Concluyendo según la clasificación SUCS que es un suelo Arena Limosa, y según la clasificación AASHTO un suelo A-2-4(0).

## CALICATA N° 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	193,8	4,0	96,0
1 1/2"	38,10	475,8	9,9	86,1
1"	25,40	492,7	10,3	75,8
3/4"	19,05	449,0	9,4	66,4
3/8"	9,525	696,2	14,5	51,9
N° 4	4760	474,2	9,9	42,1
N° 10	2000	509,6	10,6	31,5
N° 20	0,840	410,3	8,5	22,9
N° 40	0,425	318,5	6,6	16,3
N° 60	0,260	290,3	6,0	10,2
N° 140	0,106	199,6	4,2	6,1
N° 200	0,074	25,0	0,5	5,6
-200		266,5	5,6	0,0

% Grava	[ N.º 4 < f < 3"]	57,9
% Arena	[N.º 200 < f < N.º 4]	36,5
% Finos	[ < N.º 200]	5,6

Tabla N° 05 – Análisis Granulométrico por Tamizado C-2  
Fuente: Elaboración propia

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	17,8
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	15,7
índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	2,1
Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	1,7
CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GP-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a (0)
Descripción de la muestra:	<b>GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO</b>

Tabla N° 06 – Clasificación SUCS y AASHTO C-2  
Fuente: Elaboración propia

<b>3MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b>		<b>2,285</b>		
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		<b>5,5</b>		
<b>95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b>		<b>2,171</b>		
<b>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%):</b>	<b>0.1":</b>	<b>52,0</b>	<b>0.2":</b>	<b>68,7</b>
<b>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%):</b>	<b>0.1":</b>	<b>28,7</b>	<b>0.2":</b>	<b>38,5</b>

*Tabla N° 07 – Proctor Modificado y C.B.R. C-2  
Fuente: Elaboración propia*

En la tabla N° 06 se observan los resultados de los ensayos de laboratorio para la C-2, determinando que el límite líquido es 17,8%, el límite plástico es 15,7%, el índice de plasticidad es 1,7%. Concluyendo según la clasificación SUCS que es un suelo Grava Pobremente Gradada con Limo, y según la clasificación AASHTO un suelo A-1-a (0).

### 4.3. Ensayos de Agregado Grueso y Fino

#### 4.3.1. Análisis granulométrico Norma MAC.

El análisis granulométrico de los agregados arrojó un tamaño máximo nominal de ½" para el agregado grueso.

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>							
<b>MALLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cant. Dorita - Piedra chancada</b>		<b>Cant. Dorita - Arena</b>		<b>RESULTADO DE MEZCLA</b>	
		<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>RET. (%)</b>	<b>PASA (%)</b>	<b>RET. (%)</b>	<b>PASA (%)</b>	<b>RET. (%)</b>
3"	76,200						
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050		100,0				100,0
1/2"	12,700	27,9	72,1			8,4	91,6
3/8"	9,525	24,0	48,1		100,0	7,2	84,4
1/4"	6,350	35,1	13,1	4,5	95,5	13,6	70,8
N° 4	4,760	11,0	2,1	8,5	87,0	9,3	61,5
N° 6	3,360	1,0	1,0	11,2	75,7	8,2	53,3
N° 8	2,380	1,0	0,0	7,5	68,2	5,6	47,7
N° 10	2,000			10,7	57,5	7,4	40,3
N° 16	1,190			8,7	48,8	6,1	34,2
N° 20	0,840			8,6	40,2	6,1	28,1
N° 30	0,590			7,2	33,0	5,0	23,1
N° 40	0,426			6,0	27,0	4,2	18,9
N° 50	0,297			3,6	23,4	2,5	16,4
N° 80	0,177			8,8	14,6	6,2	10,2
N° 100	0,149			1,7	13,0	1,1	9,1
N° 200	0,074			2,7	10,2	2,0	7,1
-200	-			10,2	-	7,1	-

Tabla N° 08 – Análisis Granulométrico Agregado Grueso y Agregado Fino  
Fuente: Elaboración propia

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE					
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN		MAC-2
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
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	4,760	9,3	61,5	51	-	68
N° 6	3,360	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	-			

RESUMEN DE ENSAYO		
<b>PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS</b>		
(1) Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"	=	30%
(2) Cant. Dorita - Arena chancada	=	70%
<b>PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE</b>		
- AGREGADO GRUESO	=	39%
- AGREGADO FINO	=	61%
OBSERVACIONES :		
- Especificaciones del MTC EG-2013		

Tabla N° 09 – Granulometría Resultante  
Fuente: Elaboración propia

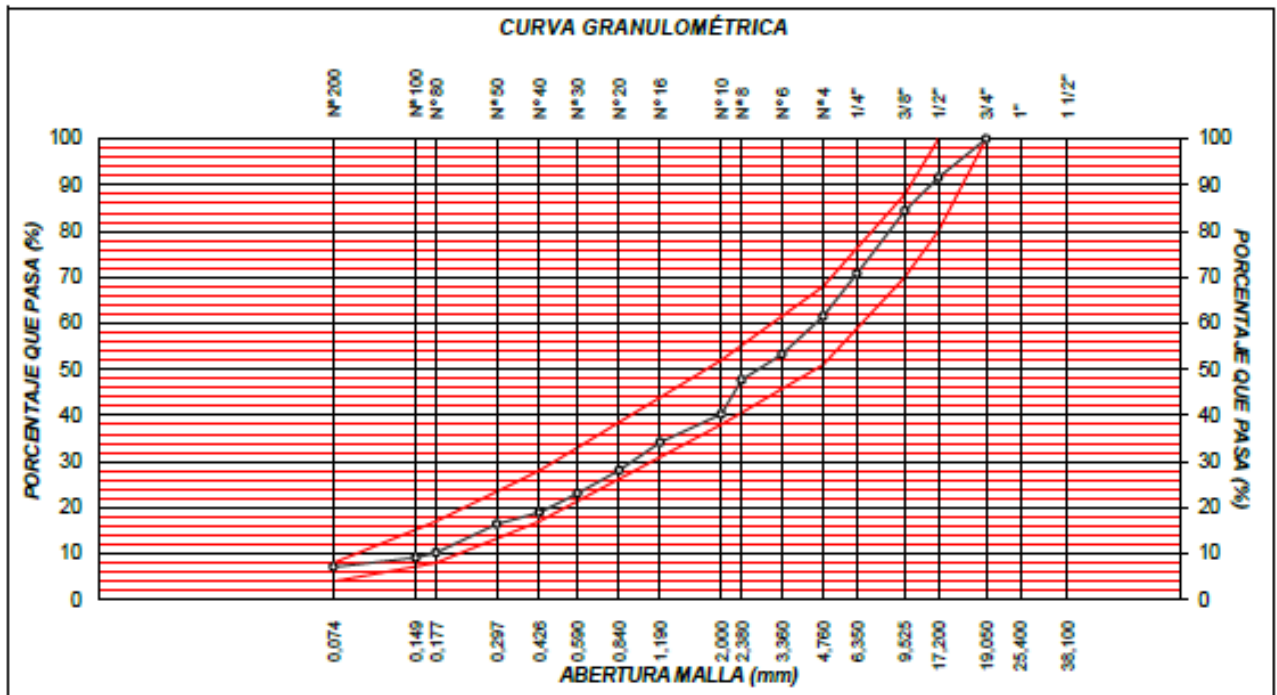


Figura N° 06 – Curva Granulométrica de gradación de agregados  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 06 se observa que la gradación de los agregados gruesos cumple con la normativa MAC para la mezcla asfáltica.

#### 4.4. Ensayo Marshall

##### 4.4.1. Ensayo Marshall para mezcla asfáltica convencional.

Se realizó el diseño de la mezcla asfáltica en caliente a través del método Marshall. Para ello, se ha determinado la dosificación de los insumos para el diseño Marshall.

MATERIALES - PAVIMENTO CONVENCIONAL	
Tipo de Asfalto	PETRO PERÚ
Agregado Grueso	Cantera DORITA
Agregado Fino	Cantera DORITA

*Tabla N° 10 – Materiales del Diseño MAC  
Fuente: Elaboración propia*

INSUMOS	PORCENTAJES
Piedra Chancada 1/2"	30%
Arena Chancada	70%
Asfalto PEN 60-70	100%

*Tabla N° 11 – Dosificación para diseño Marshall  
Fuente: Elaboración propia*

Con el fin de determinar el contenido óptimo de cemento asfáltico, se realizaron 10 briquetas para el diseño Marshall de un asfalto convencional, comprendido en 2 briquetas por cada porcentaje de cemento asfáltico. Los porcentajes de contenido de Cemento asfáltico realizados fueron 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% (Ver Anexos).

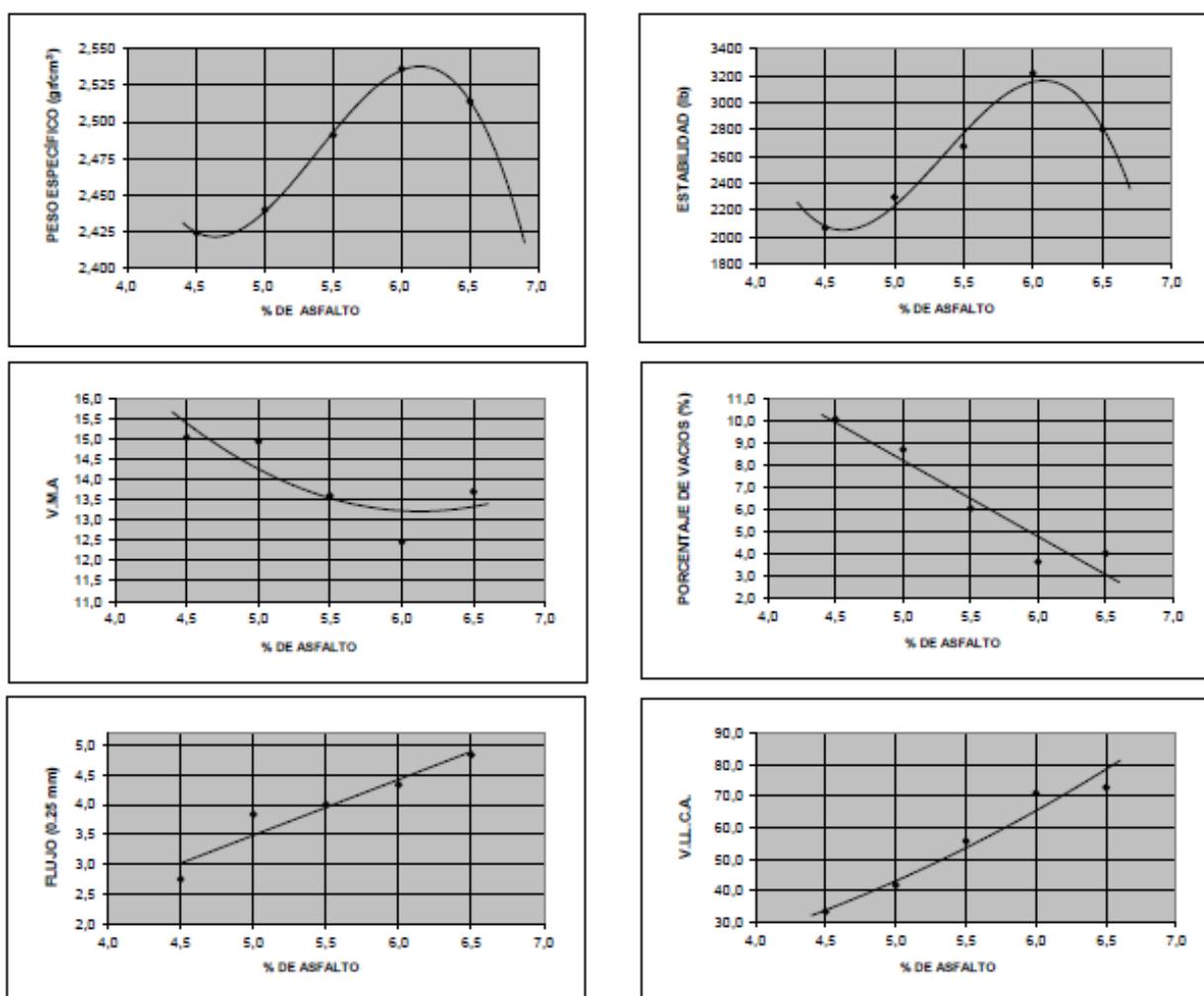
Por consiguiente, se encontró 3 diferentes contenidos óptimos de cemento asfáltico en porcentaje de 5.9%, 6.1% y 6.3% con sus respectivos pesos específicos,

porcentaje de vacíos, porcentaje de vacíos llenos con cemento asfáltico, estabilidad, flujo y porcentaje absorción de asfalto como se muestran a continuación.

<b>DISEÑO MARSHALL - PAVIMENTO CONVENCIONAL</b>			
Nº de golpes por cara		75	
Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, %	5,9	6,1	6,3
Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	2,529	2,540	2,530
Vacios, %	5,0	4,5	3,7
Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	63,0	67,0	72,0
V.M.A., %	13,3	13,4	13,7
Estabilidad, lb (kN)	3120,0 (13,88)	3180,0 (14,15)	3050,0 (13,57)
Flujo, 0.01" (0.25 mm)	17,2 (4,3)	17,8 (4,5)	18,8 (4,7)
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm		3212,1	
Absorción de Asfalto, %		2,6	
Temperatura de la Mezcla, °C		150,0	

*Tabla N° 12 – Diseño Marshall Pavimento Convencional  
Fuente: Elaboración propia*

Después de realizar las 10 briquetas de los 5 diferentes contenidos de cemento asfáltico, en la tabla N° 12 se muestran 3 contenidos óptimos de cemento asfáltico. Por lo que se realizó graficas para hallar el contenido óptimo de C.A. que se utilizará como control.



*Figura N° 07 – % de Asfalto vs otras características CONVENCIONAL  
Fuente: Elaboración propia*

En la figura N° 07 se muestra un resumen de los gráficos de curvas entre el % de asfalto con incorporación de (abarcando los 3 contenidos óptimos para cemento asfáltico). En los gráficos de curvas están representados los contenidos óptimos 5.9%, 6.1% y 6.3%. Por lo cual, se tomará como contenido óptimo de cemento asfáltico al porcentaje 6.1% ya que posee la mayor estabilidad de 3180 lb o 1442.42 kgf.

#### 4.4.2. Diseño Marshall para mezcla asfáltica incorporando 7% PET

Se realizó el diseño de la mezcla asfáltica en caliente adicional 7% de PET en función al peso del cemento asfáltico a través del método Marshall. Para ello, se ha determinado la dosificación de los insumos para el diseño Marshall.

MATERIALES - PAVIMENTO INCORPORANDO 7% PET	
Tipo de Asfalto	PETRO PERÚ
Agregado Grueso	Cantera DORITA
Agregado Fino	Cantera DORITA

*Tabla N° 13 – Materiales del Diseño MAC  
Fuente: Elaboración propia*

INSUMOS	PORCENTAJES
Piedra Chancada 1/2"	30%
Arena Chancada	70%
Asfalto PEN 60-70	93%
PET RECICLADO	7%

*Tabla N° 14 – Dosificación para diseño Marshall  
Fuente: Elaboración propia*

Con el fin de determinar el contenido óptimo de cemento asfáltico incorporando un 7% de PET se realizaron 10 briquetas, comprendido en 2 briquetas por cada porcentaje de cemento asfáltico. Los porcentajes de contenido de Cemento asfáltico realizados fueron 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% (Ver Anexos).

Por consiguiente, se encontró 3 diferentes contenidos óptimos de cemento asfáltico en porcentaje de 5.8%, 6.0% y 6.2% con sus respectivos pesos específicos, porcentaje de vacíos, porcentaje de vacíos llenos con cemento asfáltico, estabilidad, flujo y porcentaje absorción de asfalto como se muestran a continuación.



DISEÑO MARSHALL - PAVIMENTO INCORPORANDO 7% PET			
Nº de golpes por cara		75	
Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, %	5,8	6,0	6,2
Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	2,501	2,510	2,515,000
Vacios, %	6,0	5,1	4,7
Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	60,0	63,0	68,0
V.M.A., %	14,0	14,0	14,1
Estabilidad, lb (kN)	3470,0 (15,44)	3480,0 (15,48)	3405,0 (15,15)
Flujo, 0.01" (0.25 mm)	16,5 (4,1)	17,2 (4,3)	18,0 (4,5)
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm		3678,6	
Absorción de Asfalto, %		2,5	
Temperatura de la Mezcla, °C		150,0	

*Tabla N° 15 – Diseño Marshall Pavimento incorporando 7% PET  
Fuente: Elaboración propia*

Después de realizar las 10 briquetas de los 5 diferentes contenidos de cemento asfáltico adicionando 7% de PET, en la tabla N° 15 se muestran 3 contenidos óptimos de cemento asfáltico. Por lo que se realizó graficas para hallar el contenido óptimo de C.A. que se utilizará como control.

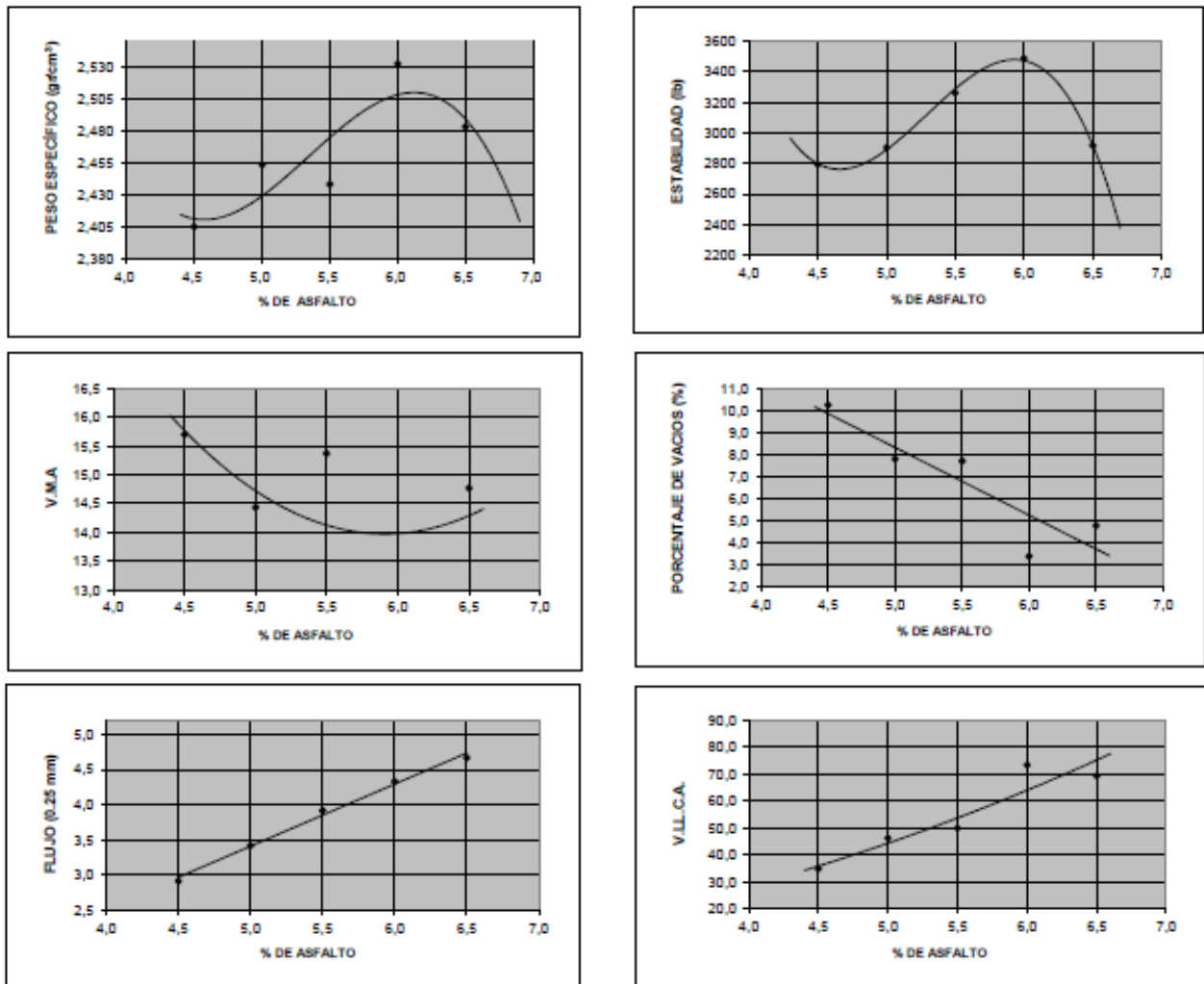


Figura N° 08 – % de Asfalto vs otras características 7% PET  
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 08 se muestra un resumen de los gráficos de curvas entre el % de asfalto con incorporación de 7% de PET (abarcando los 3 contenidos óptimos para cemento asfáltico). En los gráficos de curvas están representados los contenidos óptimos 5.8%, 6.0% y 6.2%. Por lo cual, se tomará como contenido óptimo de cemento asfáltico al porcentaje 6.0% ya que posee la mayor estabilidad de 3480 lb o 1578.5 kgf.

#### 4.4.3. Diseño Marshall para mezcla asfáltica incorporando 9% PET

Se realizó el diseño de la mezcla asfáltica en caliente adicional 9% de PET en función al peso del cemento asfáltico a través del método Marshall. Para ello, se ha determinado la dosificación de los insumos para el diseño Marshall.

MATERIALES - PAVIMENTO INCORPORANDO 9% PET	
Tipo de Asfalto	PETRO PERÚ
Agregado Grueso	Cantera DORITA
Agregado Fino	Cantera DORITA

*Tabla N° 16 – Materiales del Diseño MAC  
Fuente: Elaboración propia*

INSUMOS	PORCENTAJES
Piedra Chancada 1/2"	30%
Arena Chancada	70%
Asfalto PEN 60-70	91%
PET RECICLADO	9%

*Tabla N° 17 – Dosificación para diseño Marshall  
Fuente: Elaboración propia*

Con el fin de determinar el contenido óptimo de cemento asfáltico incorporando un 9% de PET se realizaron 10 briquetas, comprendido en 2 briquetas por cada porcentaje de cemento asfáltico. Los porcentajes de contenido de Cemento asfáltico realizados fueron 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% (Ver Anexos).

Por consiguiente, se encontró 3 diferentes contenidos óptimos de cemento asfáltico en porcentaje de 5.8%, 6.0% y 6.2% con sus respectivos pesos específicos, porcentaje de vacíos, porcentaje de vacíos llenos con cemento asfáltico, estabilidad, flujo y porcentaje absorción de asfalto como se muestran a continuación.

<b>DISEÑO MARSHALL - PAVIMENTO INCORPORANDO 9% PET</b>			
Nº de golpes por cara		75	
Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, %	5,6	5,8	6,0
Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	2,460	2,465	2,459
Vacios, %	5,2	4,7	4,4
Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	66,0	70,0	72,0
V.M.A., %	14,4	14,8	15,1
Estabilidad, lb (kN)	3150,0 (14,01)	3270,0 (14,55)	3100,0 (13,79)
Flujo, 0.01" (0.25 mm)	16,3 (4,1)	17,0 (4,3)	18,0 (4,5)
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm		3456,7	
Absorción de Asfalto, %		1,5	
Temperatura de la Mezcla, °C		150,0	

*Tabla N° 18 – Diseño Marshall Pavimento incorporando 9% PET  
Fuente: Elaboración propia*

Después de realizar las 10 briquetas de los 5 diferentes contenidos de cemento asfáltico adicionando 9% de PET, en la tabla N° 18 se muestran 3 contenidos óptimos de cemento asfáltico. Por lo que se realizó graficas para hallar el contenido óptimo de C.A. que se utilizará como control.

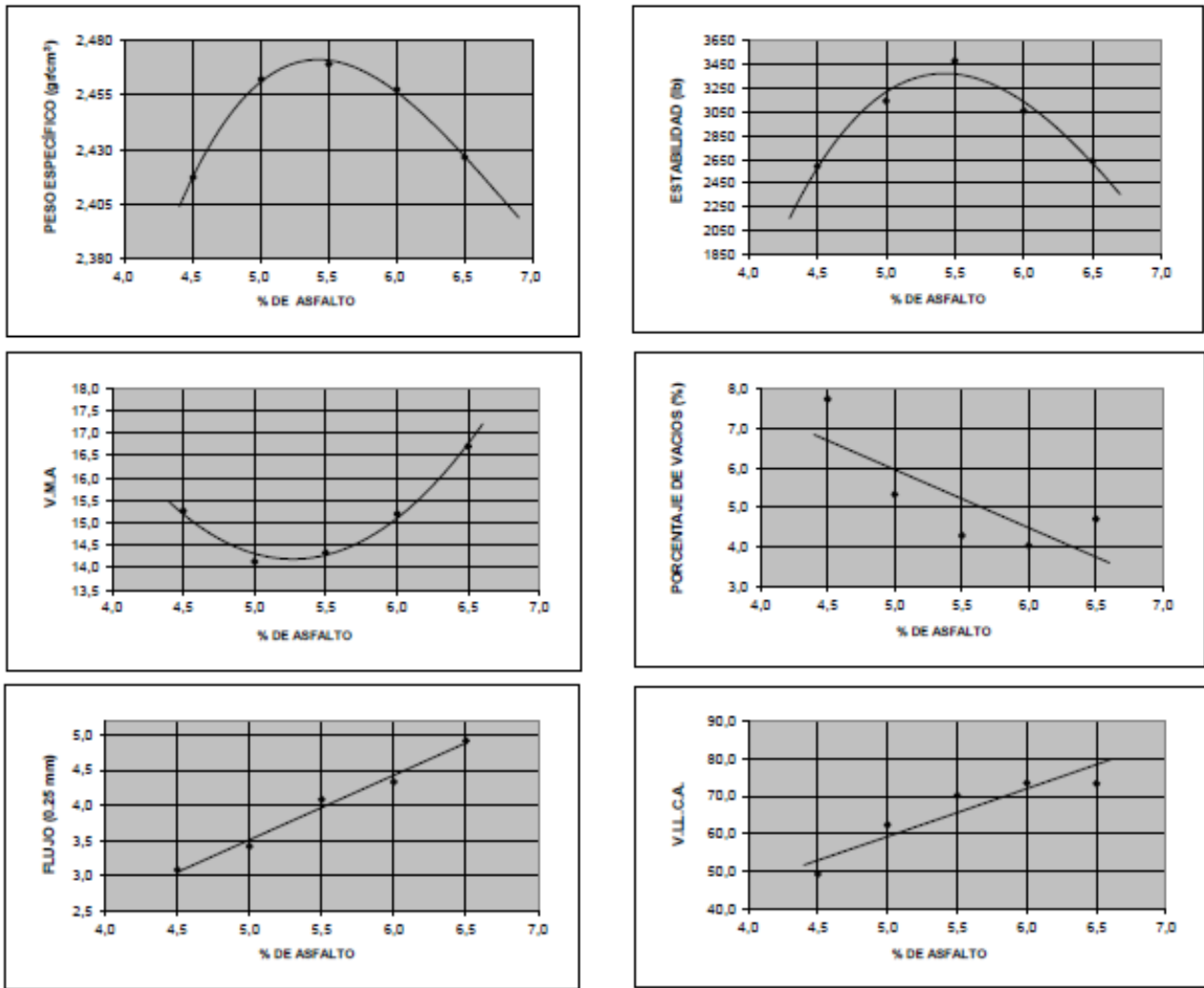


Figura N° 09 – % de Asfalto vs otras características 9% PET  
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 09 se muestra un resumen de los gráficos de curvas entre el % de asfalto con incorporación de 9% de PET (abarcando los 3 contenidos óptimos para cemento asfáltico). En los gráficos de curvas están representados los contenidos óptimos 5.8%, 6.0% y 6.2%. Por lo cual, se tomará como contenido óptimo de cemento asfáltico al porcentaje 6.0% ya que posee la mayor estabilidad de 3480 lb o 1578.5 kgf.

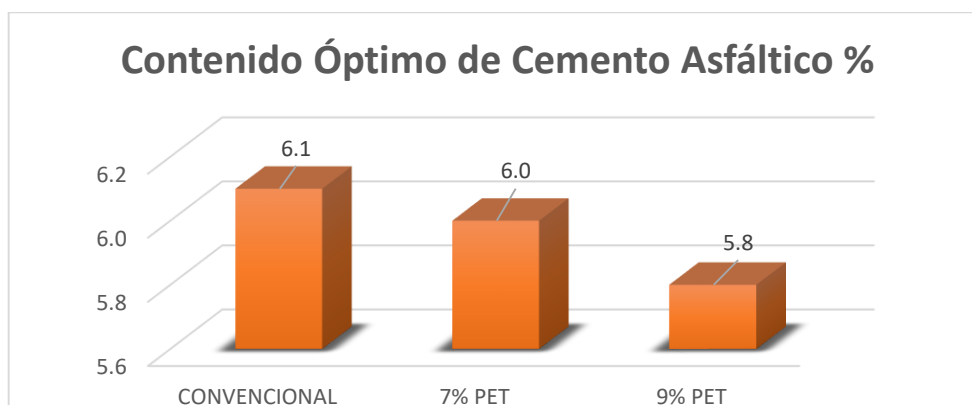
Una vez expuesto los resultados resúmenes para un pavimento convencional, un pavimento incorporando 7% PET y 9% PET en la mezcla asfáltica, se procedió a realizar un cuadro comparativo de las características más importantes para apreciar la diferencia de valor que existe.

d

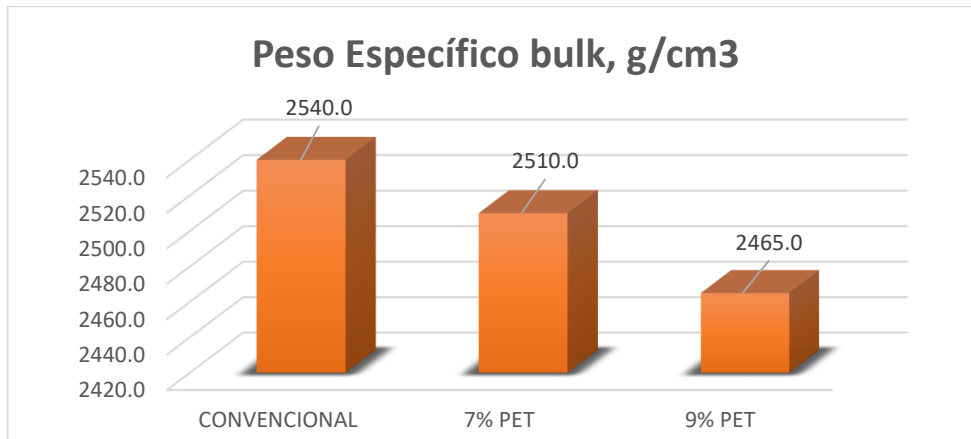
CUADRO COMPARATIVO 3 DIFERENTES PAVIMENTOS			
	CONVENCIONAL	7% PET	9% PET
Nº de golpes por cara	75	75	75
Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, %	6,1	6,0	5,8
Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	2,540	2,510	2,465
Vacios, %	4,5	5,1	4,7
Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	67,0	63,0	70,0
V.M.A., %	13,4	14,0	14,8
Estabilidad, lb (kN)	3180,0 (14,15)	3480,0 (15,48)	3270,0 (14,55)
Flujo, 0.01" (0.25 mm)	17,8 (4,5)	17,2 (4,3)	17,0 (4,3)
Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	3212,1	3678,6	3456,7
Absorción de Asfalto, %	2,6	2,5	1,5
Temperatura de la Mezcla, °C	150,0	150,0	150,0

*Tabla N° 19 – Cuadro comparativo entre los 3 tipos de pavimentos  
Fuente: Elaboración propia*

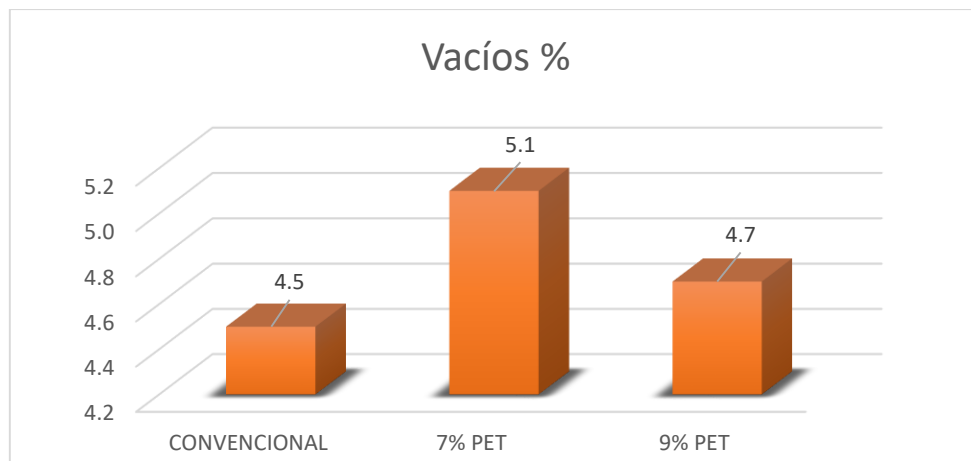
Según la tabla N° 19, este nos indica que el pavimento con mayor estabilidad es con la incorporación de 7% de PET en relación al peso del cemento asfáltico en un valor de 3480 lb o 1578.5 kgf, además que la relación estabilidad/flujo es mayor en un valor de 3678,6 kg/cm.



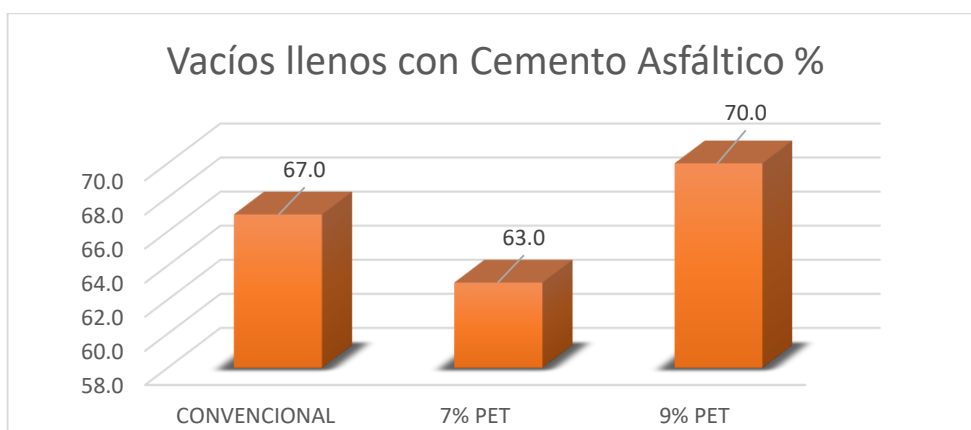
*Figura N° 10 – Gráfico estadístico comparativo del contenido óptimo de C.A.  
Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 11 – Gráfico estadístico comparativo de Peso Específico g/cm<sup>3</sup>**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 12 – Gráfico estadístico comparativo de % Vacíos**  
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N° 13 – Gráfico estadístico comparativo de % V.LL.C.A.**  
*Fuente: Elaboración propia*

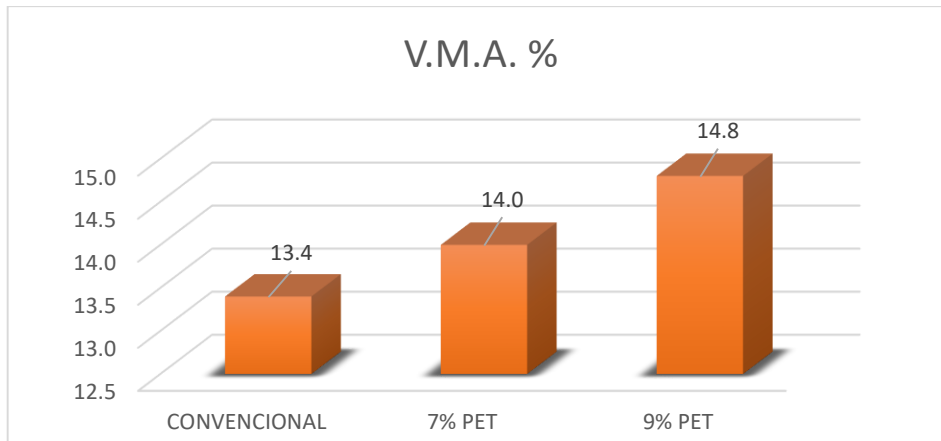


Figura N° 14 – Gráfico estadístico comparativo de % V.M.A.  
Fuente: Elaboración propia

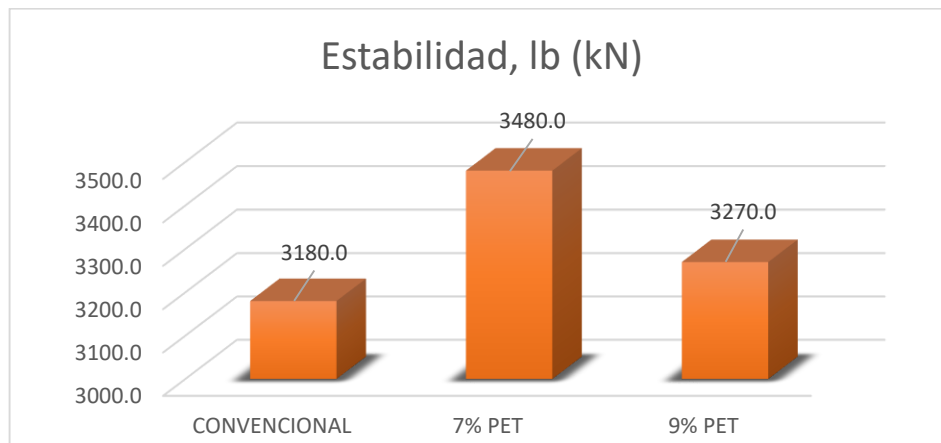


Figura N° 15 – Gráfico estadístico comparativo de Estabilidad  
Fuente: Elaboración propia

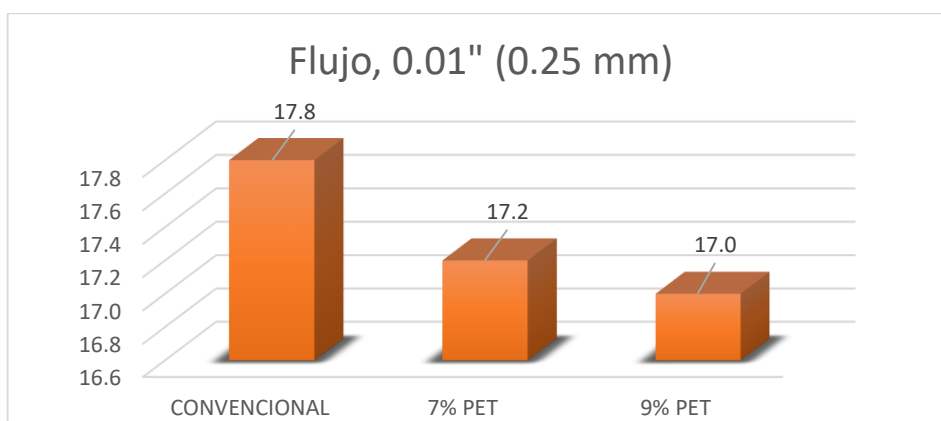


Figura N° 16 – Gráfico estadístico comparativo de Flujo  
Fuente: Elaboración propia



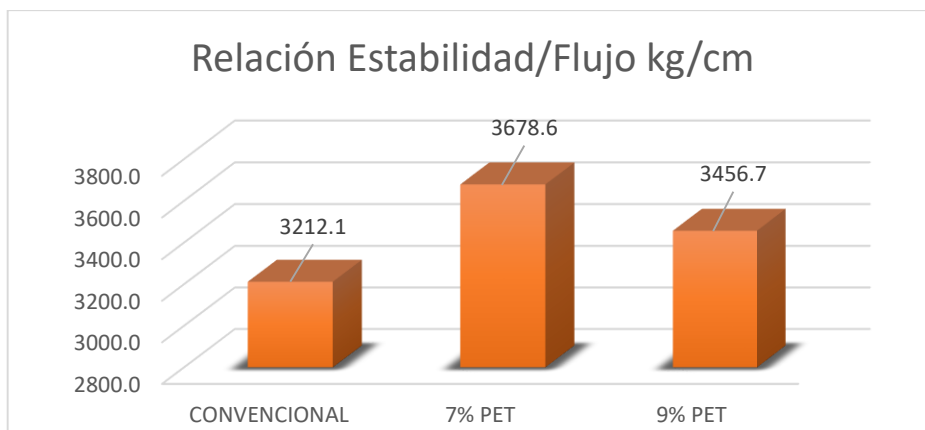


Figura N° 17 – Gráfico estadístico comparativo de Relación Estabilidad/Flujo  
Fuente: Elaboración propia

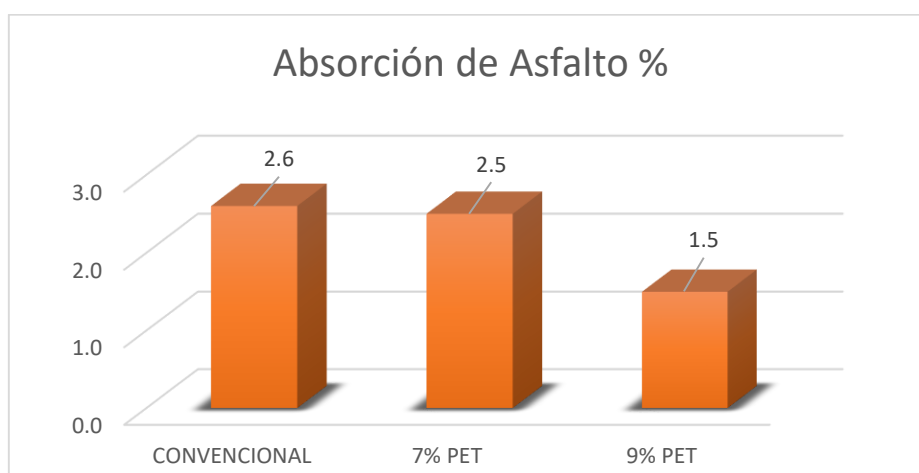


Figura N° 18 – Gráfico estadístico comparativo de % Absorción de Asfalto  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Diseño del Pavimento Flexible

##### 4.5.1. Metodología AASHTO 1993

Para desarrollar la metodología AASHTO 93 es necesario realizar el cálculo de ejes equivalentes ESAL (Ver Anexos). Para hallar el ESAL se tomó como periodo de diseño 20 años, considerando las tasas de crecimiento anual de la población de la región Lima (0.02), y la tasa de crecimiento anual del PBI Regional (5.40).

El diseño de la Avenida consiste en la implementación de un sentido, conciliándose en 2 calzadas de 2 sentidos con 2 carriles. Por consiguiente, el cálculo del ESAL (8.2 tn) arroja un valor de 35'767,834.33 ejes equivalentes.

## Diseño de Pavimento Flexible por método AASHTO 93

1. ESAL	EE =	35´767,834.33
2. CONFIABILIDAD	R (%) =	95%
3. DESVIACIÓN ESTÁNDAR	Zr =	-1.645
4. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO	So =	0.45
5. SERVICIABILIDAD	(Δ PSI)	1.20
6. MÓDULO DE RESILIENCIA	Mr =	32035.61 PSI
7. NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO	SN =	4.177

Tabla N° 20 – Factores para Método AASHTO 93  
Fuente: Elaboración propia

Número Estructural Requerido:	SN =	4.177	
Número Estructural Calculado:	SN =	4.360	Cumple
<b>Estructura del Pavimento</b>	<b>Pulg.</b>	<b>Cm.</b>	
Losa de Carpeta Asfáltica:	0.039	10.00	
Base Granular:	0.059	15.00	
Subbase granular:	0.118	30.00	

Tabla N° 21 – Estructural del Pavimento  
Fuente: Elaboración propia

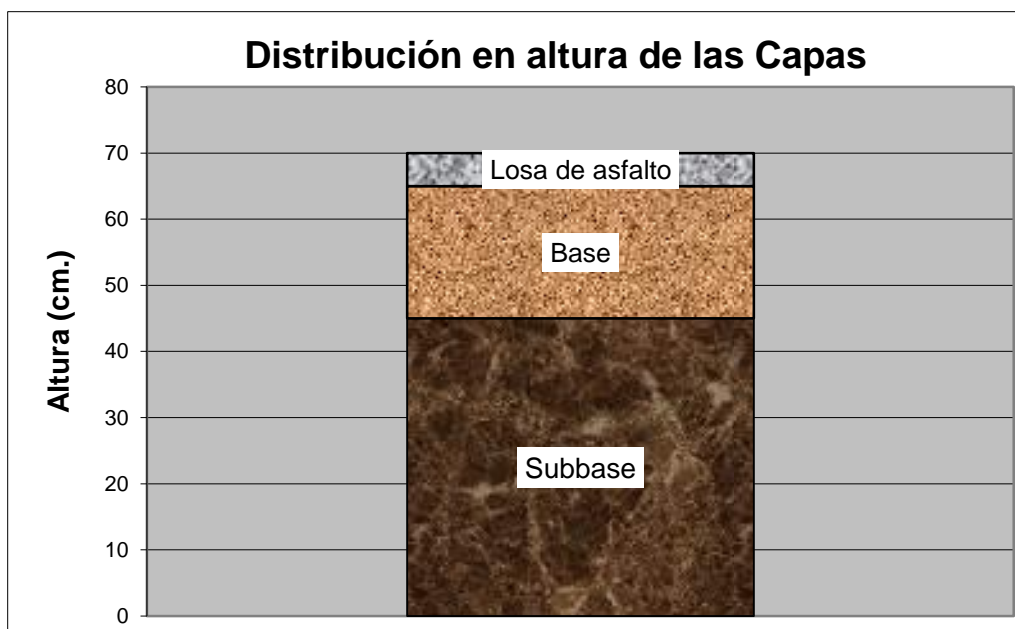


Figura N° 19 – Distribución Gráfica de las capas del Pavimento  
Fuente: Elaboración propia

Para el diseño del pavimento, se consideró el C.B.R. al 100% de M.D.S. 0.1" de la C-2 (52.0%) para el cálculo del Módulo de Resiliencia (Mr), determinando un valor de Mr = 32035.61 PSI. En la tabla N° 21, se muestra los espesores de la carpeta asfáltica, base granular y subbase granular con valores de 10, 15 y 30 cm respectivamente, donde el número estructural requerido es de 4.177, y el número estructural calculado es de 4.360; el valor de SN calculado está por encima del SN requerido, por lo tanto, los espesores propuestos cumplen con la normativa requerida.

#### 4.5.2. Costo de Producción

Mediante el programa Excel se realizó un análisis de costos unitarios (APUs) para un pavimento flexible convencional, un pavimento flexible incorporando 7% de Tereftalato de Polietileno y un pavimento flexible incorporando 9% de Tereftalato de Polietileno del peso del cemento asfáltico. A continuación, se muestran los costos unitarios mencionados:

APU - MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL					
PARTIDA	Producción de Mezcla Asfáltica en Caliente PEN 60 / 70				
Rendimiento	250		m3 / Día		
MANO DE OBRA	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	HH	1.000	0.032	23.49	0.75
Oficial	HH	1.000	0.032	18.57	0.59
Capatáz	HH	1.000	0.032	28.06	0.90
Peón	HH	3.000	0.096	16.79	4.84
MATERIALES	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Grava Chancada (P / Asfalto)	M3		0.2817	60.00	16.90
Arena Chancada (P / Asfalto)	M3		0.6500	86.00	55.90
Petróleo Diessel B5	GAL		2.5000	13.11	32.78
Cemento Asfáltico PEN 60 / 70	GAL		16.1145	15.00	241.72
Filler (Call Hidratada)	KG		28.0000	0.98	27.44
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas Manuales	%MO		0.0300	7.0794	0.21238
Grupo electrogeno 230 HP 150 KW	HM	1.000	0.0320	178.45	5.71
Grupo electrogeno 116 HP 75 KW	HM	2.000	0.0640	147.62	9.45
Cargador sobre llantas 125 - 155 HP 3 yd3	HM	1.000	0.0320	182.13	5.83
Planta de asfalto de 60 - 115 ton / hr	HM	1.000	0.0320	850.00	27.20
<b>COSTO TOTAL POR M3</b>					<b>430.21</b>

*Tabla N° 22 – Análisis de Precios Unitarios de Mezcla Asfáltica Convencional  
Fuente: Elaboración propia*

En la tabla N° 22, se utilizó un valor de 16.1145 galones en la cantidad para el material cemento asfáltico para una muestra de 1 m<sup>3</sup>, dando un precio parcial de 241.72 soles, siendo en la mayor incidencia en el precio para la producción de mezcla asfáltica convencional. Por último, el costo total de producción es de 430.21 soles por m<sup>3</sup> al día.

<b>APU - MEZCLA ASFÁLTICA INCORPORANDO PET (7%)</b>					
<b>PARTIDA</b>	<b>Producción de Mezcla Asfáltica en Caliente PEN 60 / 70</b>				
Rendimiento	250		m <sup>3</sup> / Día		
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Operario	HH	1.000	0.032	23.49	0.75
Oficial	HH	1.000	0.032	18.57	0.59
Capatáz	HH	1.000	0.032	28.06	0.90
Peón	HH	3.000	0.096	16.79	4.84
<b>MATERIALES</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Grava Chancada (P / Asfalto)	M3		0.2820	60.00	16.92
Arena Chancada (P / Asfalto)	M3		0.6580	86.00	56.59
Petróleo Diessel B5	GAL		2.5000	13.11	32.78
Cemento Asfáltico PEN 60 / 70	GAL		14.7408	15.00	221.11
PET TRITURADO (7%)	KG		4.2000	5.00	21.00
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Herramientas Manuales	%MO		0.0300	7.0794	0.21238
Grupo electrogeno 230 HP 150 KW	HM	1.000	0.0320	178.45	5.71
Grupo electrogeno 116 HP 75 KW	HM	2.000	0.0640	147.62	9.45
Cargador sobre llantas 125 - 155 HP 3 yd3	HM	1.000	0.0320	182.13	5.83
Planta de asfalto de 60 - 115 ton / hr	HM	1.000	0.0320	850.00	27.20
<b>COSTO TOTAL POR M3</b>					<b>403.87</b>

*Tabla N° 23 – Análisis de Precios Unitarios de Mezcla Asfáltica adicionando PET (7%)  
Fuente: Elaboración propia*

En la tabla anterior mostrada, se realizó el APU adicionando PET al 7% del peso del cemento asfáltico, considerándose 4.2 kg de PET triturado y con una cantidad de 14.7408 galones de cemento asfáltico PEN 60/70. El precio parcial de mayor incidencia en el total de mezcla asfáltica es el cemento con 221.11 soles. El costo total es de 403.87 soles por 1 m<sup>3</sup>.

APU - MEZCLA ASFÁLTICA INCORPORANDO PET (9%)					
PARTIDA	Producción de Mezcla Asfáltica en Caliente PEN 60 / 70				
Rendimiento	250		m3 / Día		
MANO DE OBRA	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	HH	1.000	0.032	23.49	0.75
Oficial	HH	1.000	0.032	18.57	0.59
Capatáz	HH	1.000	0.032	28.06	0.90
Peón	HH	3.000	0.096	16.79	4.84
MATERIALES	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Grava Chancada (P / Asfalto)	M3		0.2800	60.00	16.80
Arena Chancada (P / Asfalto)	M3		0.6540	86.00	56.24
Petróleo Diessel B5	GAL		2.5000	13.11	32.78
Cemento Asfáltico PEN 60 / 70	GAL		14.2494	15.00	213.74
PET TRITURADO (9%)	KG		5.4000	5.00	27.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas Manuales	%MO		0.0300	7.0794	0.21238
Grupo electrogeno 230 HP 150 KW	HM	1.000	0.0320	178.45	5.71
Grupo electrogeno 116 HP 75 KW	HM	2.000	0.0640	147.62	9.45
Cargador sobre llantas 125 - 155 HP 3 yd3	HM	1.000	0.0320	182.13	5.83
Planta de asfalto de 60 - 115 ton / hr	HM	1.000	0.0320	850.00	27.20
<b>COSTO TOTAL POR M3</b>					<b>402.04</b>

Tabla N° 24 – Análisis de Precios Unitarios de Mezcla Asfáltica adicionando PET (9%)  
Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior mostrada, se realizó el APU adicionando PET al 9% del peso del cemento asfáltico, considerándose 5.40 kg de PET triturado y con una cantidad de 14.2494 galones de cemento asfáltico PEN 60/70. El precio parcial de mayor incidencia en el total de mezcla asfáltica es el cemento asfáltico con 213.74 soles. El costo total es de 402.04 soles por m3 al día.

DESCRIPCIÓN	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO PET (7%)	MEZCLA ASFÁLTICA ADICIONANDO PET (9%)	
Costo Total ( S/ . )	S/. 430.21	S/. 403.87	S/. 402.04	<b>ENTRE 7% Y 9% PET</b>
Ahorro por (m3)		<b>S/. 26.34</b>	<b>S/. 28.17</b>	<b>S/. 1.83</b>

Tabla N° 25 – Cuadro comparativo entre pavimento convencional y adición de PET  
Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 25 se muestra una tabla comparativa de los costos de producción para un pavimento convencional y para un pavimento adicionando 7% y 9% de PET. La diferencia de costo entre pavimento convencional con un pavimento

adicionando 7% de PET es de 26.34 soles, siendo más económico este último en relación a precios unitarios. La diferencia de costo entre un pavimento adicionando 7% de PET y un pavimento adicionando 9% de PET es de 1.83 soles, evidenciando que mientras mayor sea el porcentaje de adición de PET en la mezcla asfáltica, será cada vez más económico, pero con una estabilidad que decrece mientras más porcentaje de PET sea añadido a la mezcla asfáltica.

#### **4.5.3. Propuestas de diseño**

##### **Diseño Geométrico**

Para contribuir a la mejora del diseño, se ha realizado el diseño geométrico de la Avenida Huayna Cápac. Se consideró 2 calzadas de 2 carriles con 2 sentidos, considerando a la avenida de estudio en una autopista de segunda clase según la normativa peruana (MTC), con 4580 vehículos en promedio por año. El terreno de la avenida es plano (tipo 1) con una pendiente de 5.41 %. La velocidad de diseño es de 60 Km/h. (Ver Anexos).

##### **Plano de Señalización Vehicular y Peatonal**

Se realizó el plano de señalización vehicular y peatonal para toda la extensión de la avenida de estudio, considera señales de Tráfico como Pare, Semáforos, Paraderos, Cruces peatonales, Flechas direccionales, reductores de velocidad (giba) y avisos preventivos como Colegio, Bus solo y Despacio.

Para la señalización peatonal, se implementó rampas para discapacitados, jardines, veredas y estacionamiento. (Ver Anexos)

##### **Simulación Vehicular del Antes y Después**

Para conocer la mejora de transitabilidad con el diseño propuesto se utilizó el programa SYNCHRO 11 para realizar la simulación de la avenida antes y después del mejoramiento implementando en esta investigación. Obteniéndose una mejora significativa en el desarrollo de la transitabilidad vehicular, pasando de ser la avenida existente con un nivel de servicio F y D, a ser una avenida con un nivel de servicio B, transformándose en una avenida más fluida y transitable, además de contar con gran área de uso peatonal.

## **V. DISCUSIÓN**

**Objetivo General: Determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible mejora las propiedades mecánicas de la Avenida Huayna Cápac.**

Según Chochabot (2020) con su tesis titulada “Diseño de pavimento flexible adecuado para carpeta asfáltica mejorada adicionando residuos plásticos reciclados, en Lomas de Carabayllo – Lima – 2020”, menciona en sus resultados que realizó 5 estudios Marshall, divididos en 1 asfalto convencional y 4 estudios de asfalto modificados con PET (1%, 3%, 5% y 7%). Respecto a su ensayo incorporando 7% de PET, obtiene un óptimo contenido de cemento asfáltico de 7.72%, además que utiliza porcentajes de grava y arena con valores de 41.19% y 58.81% respectivamente.

Contrastando con los resultados obtenidos en nuestros ensayos Marshall, tenemos el ensayo con la incorporación de 7% de PET el cual coincide el porcentaje de adición de PET con Chochabot, arrojándonos un óptimo contenido de cemento asfáltico de 6.2%.

Del cual se observa una diferencia de 1.72% menos con respecto a nuestro ensayo. Además, nuestros porcentajes de piedra chancada  $\frac{1}{2}$ " y arena chancada son de 30% y 70% respectivamente, mostrando una leve variación en los 2 factores que se planteó.

Realizando una comparativa entre los resultados del ensayo Marshall para un pavimento convencional y 2 pavimentos de 7% y 9% incorporando PET, se encontró que el porcentaje de óptimo contenido de cemento asfáltico de una mezcla convencional fue de 6.1%, el porcentaje de óptimo contenido de C.A. de un mezcla incorporando 7% de PET fue de 6.2%, y por último, el porcentaje de óptimo contenido de C.A. de un mezcla incorporando 9% de PET fue de 5.8%; se evidencia que existe una reducción entre una mezcla convencional y una mezcla incorporando 9% de PET de 4.92% del óptimo contenido de C.A. por consiguiente, mientras mayor sea el porcentaje de incorporación de PET en la mezcla, menor será el contenido óptimo de C.A.



Concluyendo que mientras menor sea el contenido óptimo de C.A., menor será la cantidad de asfalto que se utilice, por ende, existirá una reducción del costo total para la producción de una mezcla asfáltica en caliente.

**Objetivo específico 1: Determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac.**

Según Chochabot (investigador mencionado en la anterior página), expone en su investigación los resultados de su ensayo Marshall incorporando un 7% de PET, que su estabilidad determinada fue de 1295 kgf, y con un flujo de 4.36 mm, lo cual se consigna en una relación de estabilidad / flujo kg/cm (también llamado índice de rigidez), con un valor de 2990 kg/cm, verificándose que sus resultados obtenidos son menores a los resultados de esta investigación.

Realizando una comparativa entre los tres tipos de mezclas asfálticas que se ha ensayado con el método Marshall, según los resultados obtenidos, se observa que existe un alza de estabilidad de un 7.08% entre el pavimento convencional y el pavimento incorporando 7% de PET, y también un crecimiento de 2.75% entre la mezcla convencional con la mezcla asfáltica de 9% PET.

Sin embargo, no sucede lo mismo cuando compara entre las dos mezclas asfálticas que se les añadieron 7% y 9%, ya que se evidencia una disminución de - 6.035%. Por ende, se manifiesta el hecho de que mientras mayor sea el porcentaje de incorporación de PET en una mezcla asfáltica, existirá una reducción constante de la estabilidad afectando en la resistencia de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil. Por consiguiente, según Las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC, la estabilidad que se usará para la mezcla del pavimento de la Avenida Huayna Cápac es de 15,15 kN, estando dentro de los valores mínimos requeridos por la norma (8,15 kN).

Respecto al porcentaje de vacíos encontrados en los tres tipos de mezclas asfáltica se evidencia la siguiente diferencia.

El porcentaje de vacíos para una mezcla asfáltica convencional, una mezcla asfáltica con 7% PET y una mezcla asfáltica con 9% PET fueron 4.5%, 4.7% y 4.7% respectivamente. Encontrándose que el mayor porcentaje de 4.7% fue adicionando

7% y 9 % de PET en sus respectivas mezclas, y el menor porcentaje fue de 4.5%, se observa que es contra indicativo el hecho de incorporar PET a la mezcla, ya que, se entiende que mientras menor sea el porcentaje de vacíos, mayor será la resistencia estructural porque lo que se busca es rigidez y compactación. Por ende, según Las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC, el porcentaje de vacíos que se usará para la mezcla del pavimento de la Avenida Huayna Cápac es de 4.7%, estando dentro de los valores requeridos por la norma (3-5 %).

En relación a los resultados obtenidos por el laboratorio, el valor de flujo de la mezcla asfáltica convencional fue de 17,8, el valor de flujo de la mezcla asfáltica incorporando 7% PET fue de 18,0, y el valor de flujo de la mezcla asfáltica incorporando 9% PET fue de 17,0.

Se observa una reducción entre la mezcla asfáltica convencional y las 2 mezclas asfálticas incorporando PET de un – 3.37%, lo cual no favorece al pavimento, ya que se busca un mayor valor de flujo porque aumentaría la durabilidad del pavimento.

Respecto a los resultados obtenidos en el ensayo Marshall de estabilidad / flujo, reflejaron una variación entre la mezcla asfáltica convencional, mezcla asfáltica incorporando 7% PET y mezcla asfáltica incorporando 9% PET con valores de 3212.1 kg/cm, 3678.6 kg/cm y 3456.7 kg/cm respectivamente, evidenciando una mayor rigidez en una mezcla asfáltica con 7% PET, y por consiguiente, es la característica principal que se requiere para que el pavimento cumpla con las normativas y sea beneficioso a lo largo del tiempo. Por ende, según Las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC, la relación Estabilidad / Flujo de la mezcla del pavimento de la Avenida Huayna Cápac es de 3678.6 kg/cm estando dentro de los valores requeridos por la norma (1.700-4.000 kg/cm).

**Objetivo específico 2: Establecer cómo la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible es una alternativa económica a un pavimento flexible convencional en la Avenida Huayna Cápac.**

Realizando un análisis de costos unitarios para la mezcla asfáltica convencional, mezcla asfáltica incorporando 7% PET y mezcla asfáltica incorporando 9% PET, se llegaron a los siguientes resultados.

El costo total por m<sup>3</sup> para una mezcla asfáltica convencional fue de 430.21 soles, siendo el costo más elevado en comparación al costo de 7% PET que fue 403.87 soles y al costo de 9% PET que fue de 402.04 soles, el cual refleja un ahorro de 26.34 soles con 7% PET y de 28.17 soles con 9% PET. Entendiéndose que, al utilizar una mezcla asfáltica con algún aditivo, en nuestro caso PET, se reduce el costo de producción de la mezcla asfáltica en un 6.123% en el precio unitario.

Si habláramos de un presupuesto general sería un ahorro de costos significativo.

Respecto a la relación entre la mezcla asfáltica con 7% PET y mezcla asfáltica con 9% PET, se observa un ahorro económico mayor utilizando el 9% PET con una diferencia de 1.83 soles en los precios unitarios. Cabe señalar que no es consigna el hecho que mientras mayor sea la incorporación de PET en la mezcla asfáltica, habrá un alce en la relación estabilidad / flujo del pavimento, ya que lo que se busca es que obtenga mayores índices de rigidez para realizar la construcción de un pavimento satisfactoriamente en el lado económico y temporal.

### **Objetivo específico 3: Identificar de qué manera el diseño de pavimento flexible implementando Tereftalato de Polietileno mejora la transitabilidad vehicular de la Avenida Huayna Cápac.**

Mediante el uso del programa SYNCHRO se pudo desarrollar una alternativa para la mejora de la transitabilidad vehicular en la avenida Huayna Cápac, en donde se desarrolló una simulación actual del tráfico vehicular y una simulación futura de cómo será el nuevo flujo vehicular. La avenida existente cuenta con un nivel de servicio F y D, por lo cual, tras el diseño propuesto y la implementación de sistemas de señalización la avenida obtuvo una mejora contando con un nivel de servicio B.

Para reducir el flujo vehicular y el tiempo en el que los vehículos se encuentran detenido en embotellamientos, se planteó la construcción de una nueva calzada, de tal manera que ahora se tendrá dos calzadas con ambos sentidos y con dos carriles.

Se planteo la implementación de señalización vehicular y peatonal, señales como pare, paradero, cruces peatonales, límites de velocidad y gibas son las variantes que ayudan a una mejor transitabilidad, y a su vez, en un mejor orden urbanístico.

## **VI. CONCLUSIONES**

**Primera:** Respecto al objetivo general planteado en la investigación, *determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac*, se concluye que, según los resultados obtenidos, la mezcla asfáltica más beneficiosa para la construcción de la avenida fue la mezcla con incorporación de 7% PET, ya que la relación estabilidad/flujo fue de 3678.6 kg/cm. Por consiguiente, se desarrollará el diseño con 7% con un contenido óptimo de C.A. de 6.2% de adición de PET y con los siguientes espesores para la estructura del pavimento: 10 cm para la carpeta asfáltica, 15 cm para la base granular y 30 cm para la subbase granular.

**Segunda:** En relación al objetivo específico 1 de la investigación, *determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac*, se concluye que, a mayor adición de porcentaje de PET a la mezcla asfáltica, existirá una reducción en la estabilidad y en el flujo. También sucede con el porcentaje de vacíos, ya que cuando se añade PET en la mezcla asfáltica, este aumenta los vacíos existentes, por lo cual, no es favorable para una óptima mezcla asfáltica. Sin embargo, la variable más importante que es la relación estabilidad/flujo kg/cm, para una mezcla asfáltica de 7% PET es el valor más alto y el más adecuado para obtener una buena resistencia en el pavimento.

**Tercera:** Mediante el objetivo específico 2 de la investigación, *establecer cómo la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible es una alternativa económica a un pavimento flexible convencional*, se concluye que la producción de mezcla asfáltica incorporando PET es mucho más económica que una mezcla convencional, generando un ahorro de 26.34 soles en precios unitarios.

**Cuarta:** Respecto al objetivo específico 3 de la investigación, *identificar de qué manera el diseño de pavimento flexible implementando Tereftalato de Polietileno mejora la transitabilidad vehicular*, se concluye que, al implementar señales de tránsito, señales preventivas, semaforización, paraderos de buses y estacionamientos se redujo el tráfico vehicular en gran medida pasando a convertirse en una avenida de nivel de servicio F a un nivel de servicio B, además de adicionar una calzada nueva para el otro sentido de la vía existente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

**Primera:** Respecto al objetivo general planteado en la investigación, *determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac*, se recomienda que se utilice una mezcla asfáltica incorporando 7% PET como máximo porcentaje de adición, ya que mientras mayor sea el aditivo incorporando, se reducirá la resistencia de la estructura del pavimento.

**Segunda:** En relación al objetivo específico 1 de la investigación, *determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac*, se recomienda que se haga uso de pavimentos modificados con polímeros PET puesto que, como se evidenció en los resultados, existe una mejora significativa de la relación estabilidad/flujo.

**Tercera:** Mediante el objetivo específico 2 de la investigación, *establecer cómo la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible es una alternativa económica a un pavimento flexible convencional*, se recomienda la utilización de polímeros PET en la mezcla asfáltica, ya que resulta más barato la producción de esta misma, y además se contribuye a la reducción de la contaminación ambiental y la reutilización de plásticos reciclados.

**Cuarta:** Respecto al objetivo específico 3 de la investigación, *identificar de qué manera el diseño de pavimento flexible implementando Tereftalato de Polietileno mejora la transitabilidad vehicular*, se recomienda prevalecer la integridad de las personas mediante la implementación de cruces peatonales y reductores de velocidad para que exista un orden urbanístico óptimo.



## REFERENCIAS

WULF, F. 2018. "Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero". Chile-Valdivia: Universidad Austral de Chile, pág. 42.

CRUZADO, T. 2021. "Influencia De La Adición De Fibras De Polímeros Reciclados En La Capacidad De Soporte De La Subrasante, Para El Diseño Del Pavimento Flexible, Alto Trujillo - Barrio I, 2021". Trujillo: Universidad Privada del Norte, pág. 110.

GARGATA, F. 2018. "Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018". Lima: Universidad Cesar Vallejo, pág. 134.

AIMACAÑA, J, 2017. "Estudio Comparativo Del Comportamiento A Compresión De Pavimentos Asfálticos A Base De Polímeros Y Pavimentos Flexibles Tradicionales". Ecuador – Ambato: Universidad Técnica de Ambato, pág. 94.

CONTRERAS, D. 2020. "Influencia De Los Desperdicios Plásticos En Las Propiedades Mecánicas De Las Mezclas Asfálticas Modificadas", Lima: Universidad Ricardo Palma, pág. 155.

AVELLAN, M. 2018. "Asfaltos Modificados Con Polímeros", Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. pág. 132.

MAILA, M. 2017. "Comportamiento De Una Mezcla Asfáltica Modificada Con Polímero Etileno Vinil Acetato (Eva)", Ecuador: Universidad Central Del Ecuador, pág. 100.

MARIN, A. 2019. "Asfaltos Modificados y Prueba de Laboratorio para Caracterizarlos", México: Instituto Politécnico Nacional, pág. 111.

CASTRO, W., et al (2016). Evaluación de las propiedades reológicas y térmicas de un asfalto convencional y uno modificado con un desecho de PEBD. Rev. Ingeniería, vol. 21, núm. 1, pp. 7-18. Universidad Distrital Francisco José de Caldas-Bogotá, Colombia.

Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/pdf/4988/498853952002.pdf>

INFANTE, C. & VÁSQUEZ, D. 2016. Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas (tesis de pregrado). FIAU – Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil. Pimentel, Chiclayo, Lambayeque.

AMADO, J. (2015). Análisis del sistema de reparación de pavimentos flexibles por inyección neumática de mezclas asfálticas en frío, tecnología velocity patching (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

CHÁVEZ, L., et al (2014). Modelación del envejecimiento de los pavimentos asfálticos con la metodología de la superficie de respuesta. Rev. Ing. invest. y tecnol. vol.12 no.4 México oct./dic. Recuperado de:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432011000400002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000400002)

SILVESTRE, D. (2017). Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

BALLENA, C. (2016). Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Pimentel, Chiclayo, Lambayeque.

GONZÁLEZ, A. (2013). Desempeño de pavimentos estabilizado con asfalto espumado en una prueba de pavimentos a escala real y carga acelerada. Rev. Rev. ing. constr. vol.27 no.2 Santiago ago.

Recuperado:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071850732012000200001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732012000200001)

CARRIZALES, J. (2015). Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles (tesis de pregrado). Repositorio institucional Universidad Nacional del Altiplano – PUNO.

RAMOS, O. y LIMÓN, P. (2017). Diseño volumétrico de mezclas asfálticas recicladas en caliente utilizando la herramienta del polígono de vacíos. Universidad Autónoma de Querétaro, México. Recuperado de:

[http://www.amaac.org.mx/archivos/12\\_diseno\\_volumetrico\\_de\\_mezclas\\_asfalticas\\_recicladas\\_en\\_caliente\\_utilizando\\_la\\_herramienta\\_del\\_poligono\\_de\\_vacios\\_ofrv.pdf](http://www.amaac.org.mx/archivos/12_diseno_volumetrico_de_mezclas_asfalticas_recicladas_en_caliente_utilizando_la_herramienta_del_poligono_de_vacios_ofrv.pdf)

REYES, F., et al (2013). Comportamiento de un cemento asfáltico modificado con un desecho de PVC. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 12, núm. 22, junio, pp. 75-84-Universidad de Medellín-Medellín, Colombia.

Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/pdf/750/75029150007.pdf>

VALDEZ, V. (2013). Estudio de Variabilidad en Mezclas Asfálticas en Caliente Fabricadas con Altas Tasas de Material Asfáltico Reciclable (RAP). Revista de la Construcción, vol. 7, núm. 1, 2008, pp. 60-71. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/profile/Adriana\\_Martinez14/publication/49241933mezclas-asfalticas-en-caliente-fabricadas-con-altas-tasas-de-material-asfaltico-reciclableRAP.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Adriana_Martinez14/publication/49241933mezclas-asfalticas-en-caliente-fabricadas-con-altas-tasas-de-material-asfaltico-reciclableRAP.pdf)

VALERIANO, W. & CATAFORA, A. (2014). Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca (tesis de pregrado). Repositorio institucional Universidad Nacional del Altiplano – PUNO.

YARANGO, E. (2014). Rehabilitación de la carretera de acceso a la sociedad minera cerro verde (s.m.c.v) desde la prog. km 0+000 hasta el km 1+900, en el distrito de uchumayo, arequipa. Empleando el sistema bitufor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la vida útil del pavimento (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima, Perú.

AWANTI, S. (2013). Laboratory evaluation of SMA mixes prepared with SBS modified and neat bitumen. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 104. 59 – 68.

Recuperado de:

[https://ac.els-cdn.com/S1877042813044893/1-s2.0-S1877042813044893-main.pdf?\\_tid=b18deb8f-4ae7-4abb-9731039db6e6e69d&acdnat=1525274011\\_ec3647a29602cf69ca0e725e64845fb0](https://ac.els-cdn.com/S1877042813044893/1-s2.0-S1877042813044893-main.pdf?_tid=b18deb8f-4ae7-4abb-9731039db6e6e69d&acdnat=1525274011_ec3647a29602cf69ca0e725e64845fb0)

ADNAN, M. y SHAFI, M. (2017). Use of reclaimed asphalt pavement (RAP) in warm mix asphalt (WMA) pavements: a review. *Innovative Infrastructure Solutions*, December 2017, 2:10.

Recuperado de:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-017-0058-7>

CLARK, R. (2013). *Improved Mix Design, Evaluation, and Materials Management*. USA: National Cooperative Highway Research Program.

Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=8PTBcbcZNX0C&pg=PA1&dq=hot+asphalt+mix&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwi0qbSVhuXaAhXDs1kKHYYuA1E4ChDoAQgtMAE#v=onepage&q=hot%20asphalt%20mix&f=false>

DUNN, J. FOSDICK, R. y SLEMROD, M. (2013). *Shock Induced Transitions and Phase Structures in General Media*. USA: Springer-Verlag.

LESUEUR, J. y HANS, J. (2013). The mechanisms of hydrated lime modification of asphalt mixtures: a state-of-the-art review. *Road Materials and Pavement Design*, 14:1, 1-16.

Recuperado de:

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14680629.2012.743669?needAccess=true>

PASANDÍN, A. et al (2016). Moisture damage resistance of hot-mix asphalt made with paper industry wastes as filler. *Journal of Cleaner Production*; Volume 112, Part 1, 20 January, Pages 853-862.

Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615007362?via%3Dihub>

SARANG, G. LEKHA, B. GEETHU, J. y SHANKAR, R. (2015). Laboratory performance of Stone matrix asphalt mixtures with two aggregate gradations. *Journal of Modern Transportation*. June, Volume 23, Issue 2, pp 130–136.

Recuperado de:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40534-015-0071-5> 125

SIVILEVIČIUS, V. (2017). Technological and economic design of asphalt mixture composition based on optimization methods. *Rev. Technological And Economic Development Of Economy*, Volume 23(4): 627–648.

Recuperado de:

doi:10.3846/20294913.2017.1312631

SHUANG, C. et al (2014). Durability of asphalt mixtures: Effect of aggregate type and adhesion promoters. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Volume 54, October 2014, Pages 100-111.

Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143749614001110?via%3Dihub>

YANG, J. y TIGHE, S. (2013). A review of advances of Nanotechnology in asphalt mixtures; *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 96. 1269 – 1276. 4

Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813022702?via%3Dihub>

BIANCHENTTO, H. (2013). Optimización de la durabilidad de los pavimentos asfálticos a partir de un correcto control de calidad. *Rev. Rumbos tecnológicos*, Vol. 2. Argentina.

Recuperado de:

<http://www.fra.utn.edu.ar/upload/779a87fbb858582acdb2fdadecd81e36.pdf>

VALDÉS, G. PÉREZ, F. y MARTÍNEZ, A. (2014). Influencia de la temperatura y tipo de mezcla asfáltica en el comportamiento a fatiga de los pavimentos flexibles. *Revista de la Construcción* vol.11 no.1 Santiago abr.

Recuperado de:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718915X2012000100009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718915X2012000100009)

OROBIO, A. y GIL, J. (2015). Análisis de costos de construcción asociados al diseño racional de pavimentos con diferentes modelos de fatiga. *Rev. ing. constr.* vol.30 no.3 Santiago dic.

Recuperado de:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071850732015000300003](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732015000300003)

ALFARO, M., FLORES, J. & MARTÍNEZ, C. (2016). Estudio comparativo de las leyes de fatiga en mezclas asfálticas convencionales haciendo uso de la viga de fatiga (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Departamento de Ingeniería y Arquitectura. San Miguel, El Salvador.

LORÍA, G., ARCE, M., ELIZONDO, F. y AGUILAR, J. (2013). Determinación de leyes y una especificación costarricense para fatiga de mezclas asfálticas en caliente. Editorial de LANAMME.

Recuperado de:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/435>

PATIÑO, N., REYES, O., y CAMACHO, J. (2014). Comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas colombianas con adición de pavimento reciclado al 100%. Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/publication/272163809\\_Comportamiento\\_a\\_fatiga\\_de\\_mezclas\\_asfalticas\\_colombianas\\_con\\_adicion\\_de\\_pavimento\\_reciclado\\_al\\_100](https://www.researchgate.net/publication/272163809_Comportamiento_a_fatiga_de_mezclas_asfalticas_colombianas_con_adicion_de_pavimento_reciclado_al_100)

LÓPEZ, S., VELOZ, Y. (2013). Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba (tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, Quito, Ecuador.

WULF, F. (2013). Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Construcción Civil. Valdivia, Chile.

RAMÍREZ, L. (2013). Pavimentos con polímeros reciclados (tesis de pregrado). Escuela de Ingeniería de Antioquia. Ingeniería Civil. Envigado, Colombia.

HERRADA, Y., CHÁVEZ, J. (2013). Uso de polímeros en el asfalto y su influencia en la variación de un pavimento (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo, Perú.

Ministerio de transporte y comunicaciones (2013). Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción. Resolución Directoral. N° 22 – 2013 – MTC/14. Lima. Perú.

## **ANEXOS**



## **ANEXO 1**

### **Matriz de Operacionalización de Variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b> (Variable independiente)	Castaño F. (2018). Los Pavimentos Flexibles (pavimentos asfálticos) son una Clasificación por comportamiento de los pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades (concreto asfáltica mezcla en caliente, concreto asfáltica mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micro-pavimento, etc.), compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos – 2010)	Se realizará el diseño del pavimento flexible mediante un análisis experimental a través de un estudio de tráfico, un estudio de suelo, cálculos del diseño estructural del pavimento flexible sin la implementación de la geomalla y con ella. Evaluando así las diferencias estructurales que existen entre un pavimento sin geomallas y otro con geomallas.	CARGAS DE TRANSITABILIDAD	CONTEO VEHICULAR IMD	Ordinal: Constara de una encuesta de 15 preguntas con las siguientes opciones: a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
			ESPESOR DEL PAQUETE ESTRUCTURAL	METODOLOGIA ASSHTO 93	
			PROPIEDADES DEL SUELO	CALICATA (ENSAYOS DE LABORATORIO)	
<b>MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS</b> (Variable dependiente)	Rodríguez E. (2019). El pavimento debe ser capaz de soportar las cargas debidas al tránsito de tal manera que el deterioro sea paulatino y que se cumpla el ciclo de vida definido en el proyecto. La causa de falla en este tipo de pavimentos con mayor aceptación es los esfuerzos cortantes. Asimismo, el pavimento se encuentra sometido a cargas actuantes repetitivas. Éstas afectan a largo plazo la resistencia de las capas de relativa rigidez, que en los pavimentos flexibles serían sobre todo las carpetas y bases estabilizadas, donde podrían ocurrir fenómenos de fatiga. Además, la repetición de cargas puede causar la rotura de los granos del material granular modificando la resistencia de estas capas.	Se comprobará la estabilidad a través de cálculos del diseño estructural en un pavimento sin geomallas y con geomallas, permitiéndonos conocer la diferencia económica y técnica entre ambos pavimentos.	RESISTENCIA	CALCULOS	
			ECONOMICO	PRESUPUESTOS	
			TRANSITABILIDAD	VIDA UTIL	

## **ANEXO 2**

### **Matriz de Consistencia**

## Matriz de Consistencia

### Diseño de Pavimento Flexible Implementando Polímeros PET para Mejora de las Propiedades Mecánicas, Avenida Huayna Cápac, Huarochirí 2022

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿De qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible mejora las propiedades mecánicas de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible mejora las propiedades mecánicas de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible mejora considerablemente las propiedades mecánicas de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Diseño de Pavimento Flexible</p>	<p>Cargas De Transitabilidad</p>	<p>Conteo Vehicular IMD</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativa</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Es aplicada.</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b></p> <p>Experimental.</p> <p><b>Población de Estudio:</b></p> <p>Teniendo en cuenta la mención del autor sobre población, en nuestro estudio la población se considera al pavimento flexible de la Avenida Huayna Cápac (abarcando desde la culminación de la Avenida Miguel Grau y proyectándose con 3.89 Km de extensión total).</p>	<p>Técnicas, Para Orellana y Sánchez (2017) señalan que las "técnicas de recolección de datos consisten en la observación que realiza el investigador de la situación social en estudio, procurando para ello un análisis de forma directa, entera y en el momento en que dicha situación se lleva a cabo, y en donde su participación varía según el propósito y el diseño de investigación previstos" (p.211). En este caso, para nuestro proyecto de investigación vamos a emplear la técnica de observación, debido al uso del diseño cuasiexperimental, porque existe correspondencia con esta técnica.</p>	<p>Instrumento de recolección de datos, Según Sampieri (2017) menciona que "un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos que tiene en mente, o las variables que el investigador tiene en mente" (p. 276). Sabiendo esta definición, para esta investigación se utilizará como instrumento de recolección a los formatos y cuadros de laboratorio en cada ensayo de suelos como granulometría, límites de atterberg, Proctor modificado y pruebas con la implementación de polímeros PET en el pavimento flexible con el ensayo Marshall.</p>
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p><b>PE.1</b> ¿De qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022?</p> <p><b>PE.2</b> ¿Cómo la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible sería una alternativa económica a un pavimento flexible convencional en la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022?</p> <p><b>PE.3</b> ¿De qué manera el diseño de pavimento flexible implementando Tereftalato de Polietileno mejorara la transitabilidad vehicular de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p><b>OE.1</b> Establecer de qué manera la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022.</p> <p><b>OE.2</b> Determinar cómo la implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible sería una alternativa económica a un pavimento flexible convencional en la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022.</p> <p><b>E.3</b> Identificar de qué manera el diseño de pavimento flexible implementando Tereftalato de Polietileno mejorara la transitabilidad vehicular de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <p><b>HE.1</b> La implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible influye sustancialmente en la resistencia estructural de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022.</p> <p><b>HE.2</b> La implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible es una alternativa económica a un pavimento flexible convencional en la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022.</p> <p><b>HE.3</b> La implementación de Tereftalato de Polietileno en el diseño del pavimento flexible mejora significativamente la transitabilidad vehicular de la Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022.</p>		<p><b>Variable Dependiente:</b> Mejora de las Propiedades Mecánicas.</p>	<p>Resistencia</p> <p>Económico</p> <p>Transitabilidad</p>			

## **ANEXO 3**

**Evaluación del Pavimento Flexible mediante Método PCI**

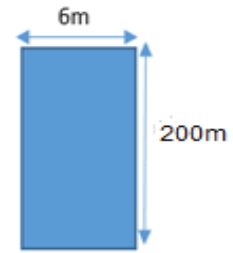
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 0+000 a 0+200Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM1
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

- |                                 |    |  |    |                                  |    |
|---------------------------------|----|--|----|----------------------------------|----|
| 1. Piel de cocodrilo            | m2 | 8. Grieta de reflexión de junta            | m  | 14. Cruce de Vía férrea          | m2 |
| 2. Exudación                    | m2 | 9. Desnivel Carril/Berma                   | m  | 15. Ahullamiento                 | m2 |
| 3. Agrietamiento en bloque      | m2 | 10. Grietas Longitudinales y Transversales | m2 | 16. Desplazamiento               | m2 |
| 4. Abultamientos y hundimientos | m2 | 11. Parches                                | m2 | 17. Grietas parabólicas          | m2 |
| 5. Corrugación                  | m2 | 12. Pulimiento de agregados                | m2 | 18. Hinchamiento                 | m2 |
| 6. Depresión                    | m2 | 13. Baches                                 | N° | 19. Desprendimiento de agregados | m2 |
| 7. Grieta de borde              | m  |  |    |                                  |    |



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDAD DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} =$	$i = \frac{N}{n} =$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

**TIPOS DE FALLAS EXISTENTES**

Rango	Calificación	Color	5		10		13		15		16		19	
			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100	EXCELENTE	Verde												
71-85	MUY BUENO	Verde claro	15.75	H	1	L	0.7826	M	3.78	M	5.587	M	1124.938	M
56-70	BUENO	Amarillo			1.1	L	7.497	L	24.03	L				
					1.19	L	0.396	L						
41-55	REGULAR	Rojo claro			1.12	L	0.108	M						
					1.21	L	0.0345	L						
26-40	POBRE	Rojo			2.14	L	0.3619	H						
					2.75	L	0.1596	M						
11-25	MUY POBRE	Marrón			2.34	M	1.648	H						
					0.76	L	0.3528	M						
							0.783	M						
							0.1815	L						
TOTAL	BAJA (L)				11.27		8.109		24.03		0		0	
	MEDIA (M)		0		2.34		2.186		3.78		5.587		1124.9381	
	ALTA (H)		15.75		0		2.0099		0		0		0	

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q)  Valor deducido más alto = 43  Número máximo de VD (m) = 6.23
5	H	15.75	1.31%	35	
10	L	11.27	0.94%	3	
10	M	2.34	0.20%	5	
13	L	8.109	0.68%	15	
13	M	2.186	0.18%	10	
13	H	2.0099	0.17%	25	
15	L	24.03	2.00%	13	
15	M	3.78	0.32%	10	
16	M	5.587	0.47%	5	
19	M	1124.9381	93.74%	43	

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	43	35	25	15	13	10		141	6	70
2	43	35	25	15	13	3		134	5	70
3	43	35	25	15	3	3		124	4	72
4	43	35	25	3	3	3		112	3	70
5	43	35	3	3	3	3		90	2	65
6	43	3	3	3	3	3		58	1	57
									Max.VDC	72

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC		
	PCI=	28	

CONDICION DEL PAVIMENTO	<b>POBRE</b>
-------------------------	--------------

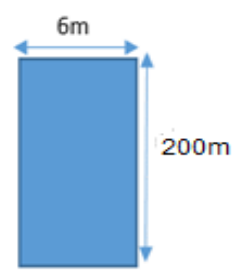
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 0+200 a 0+400Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM2
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

1. Piel de cocodrilo m2	8. Grieta de reflexión de junta m	14. Cruce de Vía férrea m2
2. Exudación m2	9. Desnivel Carril/Berma m	15. Ahullamiento m2
3. Agrietamiento en bloque m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales m2	16. Desplazamiento m2
4. Abultamientos y hundimientos m2	11. Parches m2	17. Grietas parabólicas m2
5. Corrugación m2	12. Pulimiento de agregados m2	18. Hinchamiento m2
6. Depresión m2	13. Baches N°	19. Desprendimiento de agregados m2
7. Grieta de borde m		



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DEM.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

86 - 100	EXCELENTE	
71 - 85	MUY BUENO	
56 - 70	BUENO	
41 - 55	REGULAR	
26 - 40	POBRE	
11 - 25	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
6		7		9		10		13		19	
Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
1.0976	M	1.75	H	35.12	H	30.21	M	0.558	M	990.305	M
11.556	H	1.4	M	5.15	M	65.15	L	0.331	M		
				10.55	H			0.592	L		
				11.36	M			0.751	L		
				19.45	M			0.335	L		
				1.15	M			3.376	H		
				9.22	M			0.589	M		
TOTAL	BAJA (L)	0	0	0	65.15	1.6775	0				
	MEDIA (M)	1.0976	1.4	46.33	30.21	1.47742	990.30548				
	ALTA (H)	11.556	1.75	45.67	0	3.376	0				

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 43 Número máximo de VD (m) = 6.23
6	M	1.0976	0.09%	9	
6	H	11.556	0.96%	19	
7	M	1.4	0.12%	5	
7	H	1.75	0.15%	9	
9	M	46.33	3.86%	5	
9	H	45.67	3.81%	8	
10	L	65.15	5.43%	2	
10	M	30.21	2.52%	5	
13	L	1.6775	0.14%	4	
13	M	1.47742	0.12%	5	
13	H	3.376	0.28%	30	
19	M	990.30548	82.53%	43	

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	43	30	19	9	5	4	110	6	58	
2	43	30	19	9	5	2	108	5	55	
3	43	30	19	9	2	2	105	4	60	
4	43	30	19	2	2	2	98	3	64	
5	43	30	2	2	2	2	81	2	60	
6	43	2	2	2	2	2	53	1	55	
								Max.VDC	60	

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC		
	PCI=	40	

CONDICION DEL PAVIMENTO	<b>POBRE</b>
-------------------------	--------------

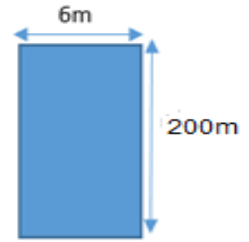
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 0+400 a 0+600Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM3
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamín	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2
7. Grieta de borde	m				



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDEM.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

**TIPOS DE FALLAS EXISTENTES**

Rango	Calificación	Color	9		10		13		19					
			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.				
86-100	EXCELENTE	Verde												
71-85	MUY BUENO	Verde claro	11.15	L	25.11	M	1.41	L	1035.83	M				
56-70	BUENO	Amarillo	9.1	H	7.05	M	1.94	H						
			29.01	L			1.4	H						
41-55	REGULAR	Rojo claro	38	H			1.12	H						
			11.24	M			0.47	M						
26-40	POBRE	Rojo oscuro	12.38	H			5.36	H						
							1.32	H						
11-25	MUY POBRE	Rojo muy oscuro					0.16	H						
							1.23	H						
0-10	FALLADO	Gris					0.51	M						
							0.04	M						
TOTAL	BAJA (L)		40.16		0		1.4097		0					
	MEDIA(M)		11.24		32.16		2.0515		1035.8293					
	ALTA(H)		59.48		0		17.6695		0					

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido VD	Número de valores deducidos > 2(q)  Valor deducido más alto = 59  Número máximo de VD (m) = 4.77
9	L	40.16	3.35%	3	
9	M	11.24	0.94%	8	
9	H	59.48	4.96%	9	
10	M	32.16	2.68%	6	
13	L	1.4097	0.12%	3	
13	M	2.0515	0.17%	10	
13	H	17.6695	1.47%	59	
19	M	1035.8293	86.32%	43	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	59	43	10	9	8		129	5	68
2	59	43	10	9	3		124	4	70
3	59	43	10	3	3		118	3	69
4	59	43	3	3	3		111	2	78
5	59	3	3	3	3		71	1	73
								Max.VDC	78

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC	
	PCI=	22

CONDICION DEL PAVIMENTO	<b>MUY POBRE</b>
-------------------------	------------------



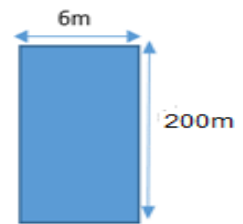
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 0+600 a 0+800Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM4
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

- |                                 |  |                                     |
|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| 1. Piel de cocodrilo m2         | 8. Grieta de reflexión de junta m          | 14. Cruce de Vía férrea m2          |
| 2. Exudación m2                 | 9. Desnivel Carril/Berma m                 | 15. Ahullamiento m2                 |
| 3. Agrietamiento en bloque m2   | 10. Grietas Longitudinales y Transversales | 16. Desplazamiento m2               |
| 4. Abultamientos y hundimientos | 11. Parches m2                             | 17. Grietas parabólicas m2          |
| 5. Corrugación m2               | 12. Pulimiento de agregados m2             | 18. Hinchamiento m2                 |
| 6. Depresión m2                 | 13. Baches N°                              | 19. Desprendimiento de agregados m2 |
| 7. Grieta de borde m            |  |                                     |



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DEM.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

**TIPOS DE FALLAS EXISTENTES**

Cant.	Sev.	6		7		9		13		15		19	
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100	EXCELENTE												
71-85	MUY BUENO												
56-70	BUENO												
41-55	REGULAR												
26-40	POBRE												
11-25	MUY POBRE												
0-10	FALLADO												
TOTAL	BAJA (L)	0		0		0		2.3158		0		0	
	MEDIA(M)	9.72		1.75		55.43		40.9968		35.7304		999.2319	
	ALTA(H)	5.103		0		35.06		14.6621		0		0	

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 55 Número máximo de VD (m) = 5.13
6	M	9.72	0.81%	9	
6	H	5.103	0.43%	14	
7	M	1.75	0.15%	4	
9	M	55.43	4.62%	5	
9	H	35.06	2.92%	8	
13	L	2.3158	0.19%	5	
13	M	40.9968	3.42%	55	
13	H	14.6621	1.22%	55	
15	M	35.7304	2.98%	30	
19	M	999.2319	83.27%	43	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	55	43	30	14	9		151	5	79
2	55	43	30	14	3		145	4	80
3	55	43	30	3	3		134	3	82
4	55	43	4	3	3		108	2	75
5	55	4	4	3	3		69	1	68
								Max.VDC	82

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)						$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$			
						PCI= 18			

CONDICION DEL PAVIMENTO						MUY POBRE			
-------------------------	--	--	--	--	--	-----------	--	--	--

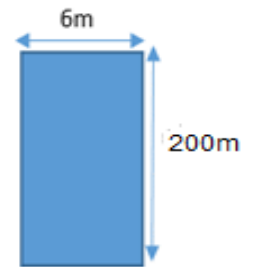
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 0+800 a 1+000Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM5
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

1. Piel de cocodrilo m2	8. Grieta de reflexión de junta m	14. Cruce de Vía férrea m2
2. Exudación m2	9. Desnivel Carril/Berma m	15. Ahullamiento m2
3. Agrietamiento en bloque m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales m2	16. Desplazamiento m2
4. Abultamientos y hundimientos m2	11. Parches m2	17. Grietas parabólicas m2
5. Corrugación m2	12. Pulimiento de agregados m2	18. Hinchamiento m2
6. Depresión m2	13. Baches N°	19. Desprendimiento de agregados m2
7. Grieta de borde m		



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDAD DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N x \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} x (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
		7		9		10		13		19	
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86 - 100	EXCELENTE										
71 - 85	MUY BUENO										
56 - 70	BUENO	1.35	M	28.17	H	32.24	M	0.764	M	1099.93	M
41 - 55	REGULAR	1.27	M	2.45	M	14.4	L	0.935	M		
26 - 40	POBRE	2.45	H	1.32	M			1.905	L		
11 - 25	MUY POBRE	1.87	L					3.424	L		
0 - 10	FALLADO	0.95	L					1.148	L		
								5.424	H		
TOTAL	BAJA (L)	2.82		0		14.4		6.4765		0	
	MEDIA (M)	2.62		3.77		32.24		1.699		1099.9302	
	ALTA (H)	2.45		28.17		0		5.4243		0	

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q)  Valor deducido más alto = 42  Número máximo de VD (m) = 6.33
7	L	2.82	0.24%	1	
7	M	2.62	0.22%	4	
7	H	2.45	0.20%	9	
9	M	3.77	0.31%	3	
9	H	28.17	2.35%	6	
10	L	14.4	1.20%	1	
10	M	32.24	2.69%	7	
13	L	6.4765	0.54%	11	
13	M	1.699	0.14%	5	
13	H	5.4243	0.45%	40	
19	M	1099.9302	91.66%	42	

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	42	40	11	9	7	6		115	6	55
2	42	40	11	9	7	1		110	5	59
3	42	40	11	9	1	1		104	4	60
4	42	40	11	1	1	1		96	3	63
5	42	40	1	1	1	1		86	2	63
6	42	1	1	1	1	1		47	1	48
									Max.VDC	63

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$	
	PCI=	46
CONDICION DEL PAVIMENTO	REGULAR	

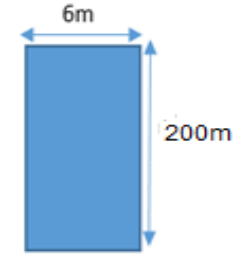
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 1+000 a 1+200Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM6
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2
7. Grieta de borde	m				



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

**TIPOS DE FALLAS EXISTENTES**

Rango	Calificación	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		13		10		5		16		15		19	
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
86-100	EXCELENTE	0.7826	M	1.3	M	13.52	H	4.46	M	2.85	M	1136	M
71-85	MUY BUENO	7.497	M	0.9	L					19.3	L		
56-70	BUENO	0.396	M	1.21	M								
41-55	REGULAR	0.108	L	1.04	L								
26-40	POBRE	0.0345	H	1.32	M								
11-25	MUY POBRE	0.3619	M	3.14	L								
0-10	FALLADO	0.1596	L	1.16	L								
		1.648	L										
		0.3528	L										
		2.32	H										
		0.1815	M										
TOTAL	BAJA (L)	2.2684		6.24		0		0		19.3		0	
	MEDIA (M)	9.219		3.83		0		4.46		2.85		1135.9581	
	ALTA (H)	2.3545		0		13.52		0		0		0	

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 41 Número máximo de VD (m) = 6.42
5	H	13.52	1.13%	32	
10	L	6.24	0.52%	1	
10	M	3.83	0.32%	2	
13	L	2.2684	0.19%	14	
13	M	9.219	0.77%	25	
13	H	2.3545	0.20%	25	
15	L	19.3	1.61%	10	
15	M	2.85	0.24%	7	
16	M	4.46	0.37%	4	
19	M	1135.9581	94.66%	41	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	41	32	25	14	10	7	129	6	82
2	41	32	25	14	10	1	123	5	83
3	41	32	25	14	1	1	114	4	85
4	41	32	25	1	1	1	101	3	83
5	41	32	1	1	1	1	77	2	56
6	41	1	1	1	1	1	46	1	45
								Max.VDC	85

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC	
	PCI=	15
CONDICION DEL PAVIMENTO	<b>MUY POBRE</b>	

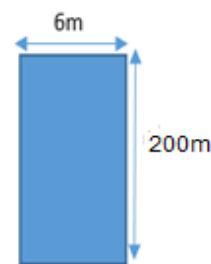
## HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 1+200 a 1+400Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM7
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

### TIPOS DE FALLAS

### DIAGRAMA

1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2
7. Grieta de borde	m				



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DEM.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

### TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

86 - 100	EXCELENTE	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		6		7		9		10		13		19	
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
71 - 85	MUY BUENO	2.14	L	1.65	M	26.4	H	28.45	L	0.279	M	1017.792	M
56 - 70	BUENO	10.54	M	1.35	L	4.1	M	45.5	L	0.275	L		
41 - 55	REGULAR			0.57	L	13.54	H			0.563	L		
26 - 40	POBRE			1.3	L	9.3	M			0.234	L		
11 - 25	MUY POBRE					15.9	M			0.335	L		
0 - 10	FALLADO					2.78	L			4.155	L		
						12.45	L			0.396	H		
TOTAL	BAJA (L)	2.14		3.22		15.23		73.95		1.1326		0	
	MEDIA (M)	10.54		1.65		29.3		0		0.94998		1017.79242	
	ALTA (H)	0		0		39.94		0		4.155		0	

### CALCULO DEL PCI

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q)  Valor deducido más alto = 42  Número máximo de VD (m) = 6.60
6	L	2.14	0.18%	4	
6	M	10.54	0.88%	8	
7	L	3.22	0.27%	1	
7	M	1.65	0.14%	4	
9	L	15.23	1.27%	4	
9	M	29.3	2.44%	6	
9	H	39.94	3.33%	10	
10	L	73.95	6.16%	5	
13	L	1.1326	0.09%	1	
13	M	0.94998	0.08%	1	
13	H	4.155	0.35%	35	
19	M	1017.79242	84.82%	42	

NRO	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC	
1	39	33	9	6	5	4	1		97	7	48	
2	39	33	9	6	5	4	1		97	6	48	
3	39	33	9	6	5	1	1		94	5	49	
4	39	33	9	6	1	1	1		90	4	53	
5	39	33	9	1	1	1	1		85	3	55	
6	39	33	1	1	1	1	1		77	2	56	
7	39	1	1	1	1	1	1		45	1	45	
										Max. VDC		56

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI = 44

CONDICION DEL PAVIMENTO

REGULAR

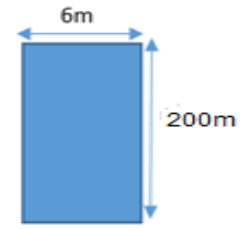
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 1+400 a 1+600Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM8
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m	16. Desplazamiento	m2
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2
7. Grieta de borde	m				



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} =$	$i = \frac{N}{n} =$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

**TIPOS DE FALLAS EXISTENTES**

86-100	EXCELENTE	9	10		13		19											
			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.								
71-85	MUY BUENO	8.7	L	20.44	L	1.22	L	1020.49	M									
		12.18	H	9.1	H	1.65	H											
		24.8	L	12.32	H	1.38	H											
56-70	BUENO	25	M		H	1.22	H											
		13.57	M		M	2.65	M											
41-55	REGULAR	20.31	M		H	4.11	H											
					H	7.9	H											
					H	1.54	H											
26-40	POBRE				H	0.53	H											
					M	0.65	M											
					M	1.4	M											
11-25	MUY POBRE				H	3.57	H											
					H	2.05	H											
0-10	FALLADO																	
TOTAL	BAJA (L)	33.5		12.32		1.22		0										
	MEDIA (M)	58.88		20.44		4.7		1020.49										
	ALTA (H)	12.18		12.32		23.95		0										

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido VD	Número de valores deducidos > 2(q)  Valor deducido más alto = 59  Número máximo de VD (m) = 4.76
9	L	33.5	2.79%	3	
9	M	58.88	4.91%	8	
9	H	12.18	1.02%	9	
10	L	12.32	1.03%	6	
10	M	20.44	1.70%	7	
10	H	12.32	1.03%	8	
13	L	1.22	0.10%	3	
13	M	4.7	0.39%	10	
13	H	23.95	2.00%	59	
19	M	1020.49	85.04%	43	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	59	43	10	9	8	129	5	67	
2	59	43	10	9	3	124	4	71	
3	59	43	10	3	3	118	3	73	
4	59	43	3	3	3	111	2	76	
5	59	3	3	3	3	71	1	71	
							Max.VDC	76	

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	<b>PCI = 100 - Máx. VDC</b>	
	PCI=	24
CONDICION DEL PAVIMENTO	<b>MUY POBRE</b>	

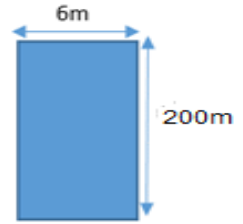
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 1+600 a 1+800Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM9
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

1. Piel de cocodrilo m2	8. Grieta de reflexión de junta m	14. Cruce de Vía férrea m2
2. Exudación m2	9. Desnivel Carril/Berma m	15. Ahullamiento m2
3. Agrietamiento en bloque m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales m2	16. Desplazamiento m2
4. Abultamientos y hundimientos m2	11. Parches m2	17. Grietas parabólicas m2
5. Corrugación m2	12. Pulimiento de agregados m2	18. Hinchamiento m2
6. Depresión m2	13. Baches N°	19. Desprendimiento de agregados m2
7. Grieta de borde m		



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDAD DEM.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times x(N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

**TIPOS DE FALLAS EXISTENTES**

86-100	EXCELENTE	6	7		9		13		15		19	
			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
			7.344	M	1.94	M	23.12	M	5.75	H	33.61	M
4.9296	H			29.21	H	7.755	M					
					31.34	M	0.315	L				
							0.15	L				
							10.29	M				
							5.244	M				
							3.383	H				
							3.423	H				
							0.272	L				
							0.142	L				
							0.188	L				
							0.353	L				
							0.702	L				
							0.585	L				
							2.94	M				
							4.641	M				
							4.193	M				
							1.938	M				
							1.407	M				
TOTAL	BAJA (L)	0	0	0	2.706	0	0					
	MEDIA(M)	7.344	1.94	54.46	38.4015	33.6064	1014.8466					
	ALTA(H)	4.9296	0	29.21	12.5559	0	0					

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 56 Número máximo de VD (m) = 5.04
6	M	7.344	0.61%	9	
6	H	4.9296	0.41%	15	
7	M	1.94	0.16%	5	
9	M	54.46	4.54%	4	
9	H	29.21	2.43%	7	
13	L	2.706	0.23%	5	
13	M	38.4015	3.20%	56	
13	H	12.5559	1.05%	51	
15	M	33.6064	2.80%	27	
19	M	1014.8466	84.57%	41	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	56	51	41	27	15		190	5	91
2	56	51	41	27	4		179	4	92
3	56	51	41	4	4		156	3	91
4	56	51	4	4	4		119	2	80
5	56	4	4	4	4		72	1	71
								Max.VDC	92

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

PCI = 100 - Máx. VDC

PCI = 8

CONDICION DEL PAVIMENTO

**FALLADO**

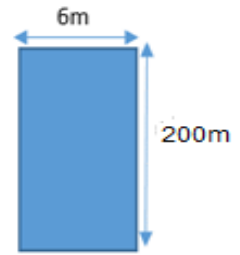
**HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI**

LUGAR: Av. Huayna Cápac - San Antonio	SECCIÓN: 1+800 a 2+000Km
FECHA 30/04/2022	UNIDAD DE MUESTREO : UM10
REALIZADO POR: Agramonte Olivera Jan Pieer y Vela Barzola Amilton Benjamin	AREA DE LA UNIDAD: 1200 M2

**TIPOS DE FALLAS**

**DIAGRAMA**

1. Piel de cocodrilo m2	8. Grieta de reflexión de junta m	14. Cruce de Vía férrea m2
2. Exudación m2	9. Desnivel Carril/Berma m	15. Ahullamiento m2
3. Agrietamiento en bloque m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales m2	16. Desplazamiento m2
4. Abultamientos y hundimientos m2	11. Parches m2	17. Grietas parabólicas m2
5. Corrugación m2	12. Pulimiento de agregados m2	18. Hinchamiento m2
6. Depresión m2	13. Baches N°	19. Desprendimiento de agregados m2
7. Grieta de borde m		



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD
Low	Baja	L	$n = \frac{N x \sigma^2}{e^2 x (N-1) + \sigma^2} =$	$i = \frac{N}{n} =$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M			
high	Alta	H			

**TIPOS DE FALLAS EXISTENTES**

<table border="1"> <tr><td>86 - 100</td><td>EXCELENTE</td><td>■</td></tr> <tr><td>71 - 85</td><td>MUY BUENO</td><td>■</td></tr> <tr><td>56 - 70</td><td>BUENO</td><td>■</td></tr> <tr><td>41 - 55</td><td>REGULAR</td><td>■</td></tr> <tr><td>26 - 40</td><td>POBRE</td><td>■</td></tr> <tr><td>11 - 25</td><td>MUY POBRE</td><td>■</td></tr> <tr><td>0 - 10</td><td>FALLADO</td><td>■</td></tr> </table>	86 - 100	EXCELENTE	■	71 - 85	MUY BUENO	■	56 - 70	BUENO	■	41 - 55	REGULAR	■	26 - 40	POBRE	■	11 - 25	MUY POBRE	■	0 - 10	FALLADO	■	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	86 - 100	EXCELENTE	■																														
	71 - 85	MUY BUENO	■																														
	56 - 70	BUENO	■																														
	41 - 55	REGULAR	■																														
	26 - 40	POBRE	■																														
	11 - 25	MUY POBRE	■																														
	0 - 10	FALLADO	■																														
	6		7		9		10		13		19																						
	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.																					
1.45	M	0.53	H	6.34	M	16.34	M	0.432	M	865	M																						
10.78	H	3.04	M	28.97	H	55.76	L	0.658	M																								
13.56	L	0.42	L	20.67	H	15.45	L	0.368	L																								
12.45	L			10.32	M	14.23	H	0.127	L																								
15.65	H			18.65	M	17.32	H	1.76	H																								
13.78	H			20.76	H	13.89	H	2.57	H																								
				15.89	H			2.6	H																								
TOTAL	BAJA (L)	26.01		0.42		0		71.21		0.495		0																					
	MEDIA(M)	1.45		3.04		35.31		16.34		1.09		865.235																					
	ALTA(H)	40.21		0.53		86.29		45.44		6.93		0																					

**CALCULO DEL PCI**

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 41 Número máximo de VD (m) = 6.42
6	L	26.01	2.17%	7	
6	M	1.45	0.12%	4	
6	H	40.21	3.35%	34	
7	L	0.42	0.04%	2	
7	M	3.04	0.25%	2	
7	H	0.53	0.04%	2	
9	M	35.31	2.94%	4	
9	H	86.29	7.19%	14	
10	L	71.21	5.93%	4	
10	M	16.34	1.36%	2	
10	H	45.44	3.79%	18	
13	L	0.495	0.04%	2	
13	M	1.09	0.09%	5	
13	H	6.93	0.58%	8	
19	M	865.235	72.10%	41	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	41	34	18	14	8	7	122	6	61
2	41	34	18	14	8	2	117	5	47
3	41	34	18	14	2	2	111	4	48
4	41	34	18	2	2	2	99	3	49
5	41	34	2	2	2	2	83	2	45
6	41	2	2	2	2	2	51	1	49
								Max.VDC	61

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$		
	PCI=	39	

CONDICION DEL PAVIMENTO	<b>POBRE</b>
-------------------------	--------------

## **ANEXO 4**

### **Estudio de Clasificación Vehicular**
























# ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA HUAYNA CÁPAC - K+100
SENTIDO	IDA Y VUELTA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ

ESTACION	E - 1
DIA	LUNES
FECHA	5/2/2022




















HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 			
																				2 E	3 E	
8 - 9	69	49	42	23	102	31	41		43	13	15	7	8		7				9	459		
9 - 10	73	44	32	25	105	36	44		38	14	10	6	5		4				6	442		
10 - 11	83	41	24	29	112	35	53		35	17	12	5	6		5				7	464		
11 - 12	72	42	45	35	112	26	51		32	12	8									435		
12 - 13	66	59	43	31	115	45	60		24	9	7		5		5					469		
13 - 14	71	54	31	23	107	48	35		25	8	8		4		5				4	423		
14 - 15	74	53	26	22	106	52	49		30	10	11									433		
15 - 16	70	61	37	28	103	45	32		31	9	8				5					429		
16 - 17	74	46	45	30	126	49	33		25	9	9									446		
17 - 18	88	66	40	18	131	50	19		33	6	6									457		
18 - 19	62	50	29	10	100	47	25		24	7	9									363		
19 - 20	57	41	22	6	92	41	21		19	6	5									310		
<b>TOTAL</b>	<b>859</b>	<b>606</b>	<b>416</b>	<b>280</b>	<b>1311</b>	<b>505</b>	<b>463</b>		<b>359</b>	<b>120</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>5130</b>		



## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

<b>TRAMO DE LA CARRETERA</b>	AVENIDA HJAYNA CÁPAC - K+100
<b>SENTIDO</b>	IDA Y VUELTA
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ

<b>ESTACION</b>	E - 1
<b>DIA</b>	MARTES
<b>FECHA</b>	5/3/2022

HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
9 -10	68	39	27	20	100	31	39		33	9	5	2	2		1				1	377
10 - 11	82	40	23	23	111	34	52		34	16	11	3	1		1				6	437
11 - 12	67	37	40	30	107	21	46		27	7	3									385
12 - 13	65	58	42	30	114	44	59		23	8	5		2		1					451
13 - 14	66	49	26	18	102	43	30		20	3	4		2		1				1	365
14 - 15	73	52	25	21	105	51	48		29	9	5									418
15 - 16	65	56	32	23	98	40	27		26	4	5				2					378
16 - 17	73	45	44	29	125	48	32		24	8	8									436
17 - 18	83	61	35	13	126	45	14		28	1	2									408
18 - 19	61	49	28	9	99	46	24		23	6	5									350
19 - 20	48	36	17	1	87	36	16		14	2	1									258
<b>TOTAL</b>	819	570	380	239	1275	469	427		323	85	68	10	13	0	8	0	0	0	15	4701




















ASESOR: MSC. PACCHA RUFASTO, CESAR AUGUSTO



## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA HUAYNA CÁPAC - K+100
SENTIDO	IDA Y VUELTA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ

ESTACION	E - 1
DIA	MIÉRCOLES
FECHA	5/4/2022

HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
8 - 9	62	42	35	16	95	24	34		36	12	14	4	5		2				4	385
9 - 10	71	42	30	23	103	34	42		36	9	5	2	1		2				4	404
10 - 11	76	40	17	22	105	28	46		28	16	11	2	3						2	396
11 - 12	70	40	43	33	110	24	49		30	7	3								2	411
12 - 13	59	58	36	24	108	38	53		17	8	6									407
13 - 14	69	52	29	21	105	46	33		23	3	3				2				2	388
14 - 15	67	52	19	15	99	45	42		23	9	10									381
15 - 16	68	59	35	26	101	43	30		29	4	3				1					399
16 - 17	67	45	38	23	119	42	26		18	8	8									394
17 - 18	86	64	38	16	129	48	17		31	1	1									431
18 - 19	55	49	22	3	93	40	18		17	6	5									308
19 - 20	51	39	20	4	90	39	19		17	1										280
<b>TOTAL</b>	801	582	362	226	1257	451	409		305	84	69	8	9	0	7	0	0	0	14	4584




















ASESOR: MSC. PACCHA RUFASO, CESAR AUGUSTO



## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA HJAYNA CAPAC - K+100
SENTIDO	IDA Y VUELTA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUAROCHIRI

ESTACION	E - 1
DIA	JUEVES
FECHA	5/5/2022




















HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
8 - 9	63	43	36	17	96	25	35		37	11	13	4	5		2				4	391
9 - 10	71	42	30	23	103	34	42		36	9	5	2	1		2				3	403
10 - 11	77	39	18	23	106	29	47		29	15	10	2	3						2	400
11 - 12	70	40	43	33	110	24	49		30	7	3								3	412
12 - 13	60	57	37	25	109	39	54		18	7	5									411
13 - 14	69	52	29	21	105	46	33		23	3	3				2				2	388
14 - 15	68	51	20	16	100	46	43		24	8	9									385
15 - 16	68	59	35	26	101	43	30		29	4	3				1					399
16 - 17	68	44	39	24	120	43	27		19	7	7									398
17 - 18	86	64	38	16	129	48	17		31	1	1									431
18 - 19	56	48	23	4	94	41	19		18	5	4									312
19 - 20	51	39	20	4	90	39	19		17	1										280
<b>TOTAL</b>	<b>807</b>	<b>578</b>	<b>368</b>	<b>232</b>	<b>1263</b>	<b>457</b>	<b>415</b>		<b>311</b>	<b>78</b>	<b>63</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>4610</b>



## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA HUAYNA CAPAC - K+100
SENTIDO	IDA Y VUELTA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUAROCHIRI

ESTACION	E - 1
DIA	VIERNES
FECHA	5/6/2022




















HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
8 - 9	65	45	38	19	98	27	37		39	9	11	3	4		3				5	403
9 -10	70	41	29	22	102	33	41		35	11	7	3	2		1				3	400
10 - 11	79	37	20	25	108	31	49		31	13	8	1	2		1				3	408
11 - 12	69	39	42	32	109	23	48		29	9	5									405
12 - 13	62	55	39	27	111	41	56		20	5	3		1		1					421
13 - 14	68	51	28	20	104	45	32		22	5	5		1		2				1	384
14 - 15	70	49	22	18	102	48	45		26	6	7									393
15 - 16	67	58	34	25	100	42	29		28	6	5				1					395
16 - 17	70	42	41	26	122	45	29		21	5	5									406
17 - 18	85	63	37	15	128	47	16		30	3	3									427
18 - 19	58	46	25	6	96	43	21		20	3	2									320
19 - 20	50	38	19	3	89	38	18		16	3	2									276
<b>TOTAL</b>	813	564	374	238	1269	463	421		317	78	63	7	10	0	9	0	0	0	12	4638



## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA HUAYNA CAPAC - K+100
SENTIDO	IDA Y VUELTA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ

ESTACION	E - 1
DIA	SABADO
FECHA	5/7/2022




















HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
8 - 9	61	41	34	15	94	23	33		35	5	15	5	6		1				2	370
9 - 10	68	39	27	20	100	31	39		33	9	5	1	0		2				2	376
10 - 11	75	33	16	21	104	27	45		27	9	12	3	4						2	378
11 - 12	67	37	40	30	107	21	46		27	7	3								3	388
12 - 13	58	51	35	23	107	37	52		16	1	7									387
13 - 14	66	49	26	18	102	43	30		20	3	3				2				4	366
14 - 15	66	45	18	14	98	44	41		22	2	11									361
15 - 16	65	56	32	23	98	40	27		26	4	3				1					375
16 - 17	66	38	37	22	118	41	25		17	1	9									374
17 - 18	83	61	35	13	126	45	14		28	1	1									407
18 - 19	54	42	21	2	92	39	17		16	7	6									296
19 - 20	48	36	17	5	87	36	16		14	1										260
<b>TOTAL</b>	<b>777</b>	<b>528</b>	<b>338</b>	<b>206</b>	<b>1233</b>	<b>427</b>	<b>385</b>		<b>281</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>4338</b>



## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA HUAYNA CAPAC - K+100
SENTIDO	IDA Y VUELTA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUAROCHIRI

ESTACION	E - 1
DIA	DOMINGO
FECHA	5/8/2022

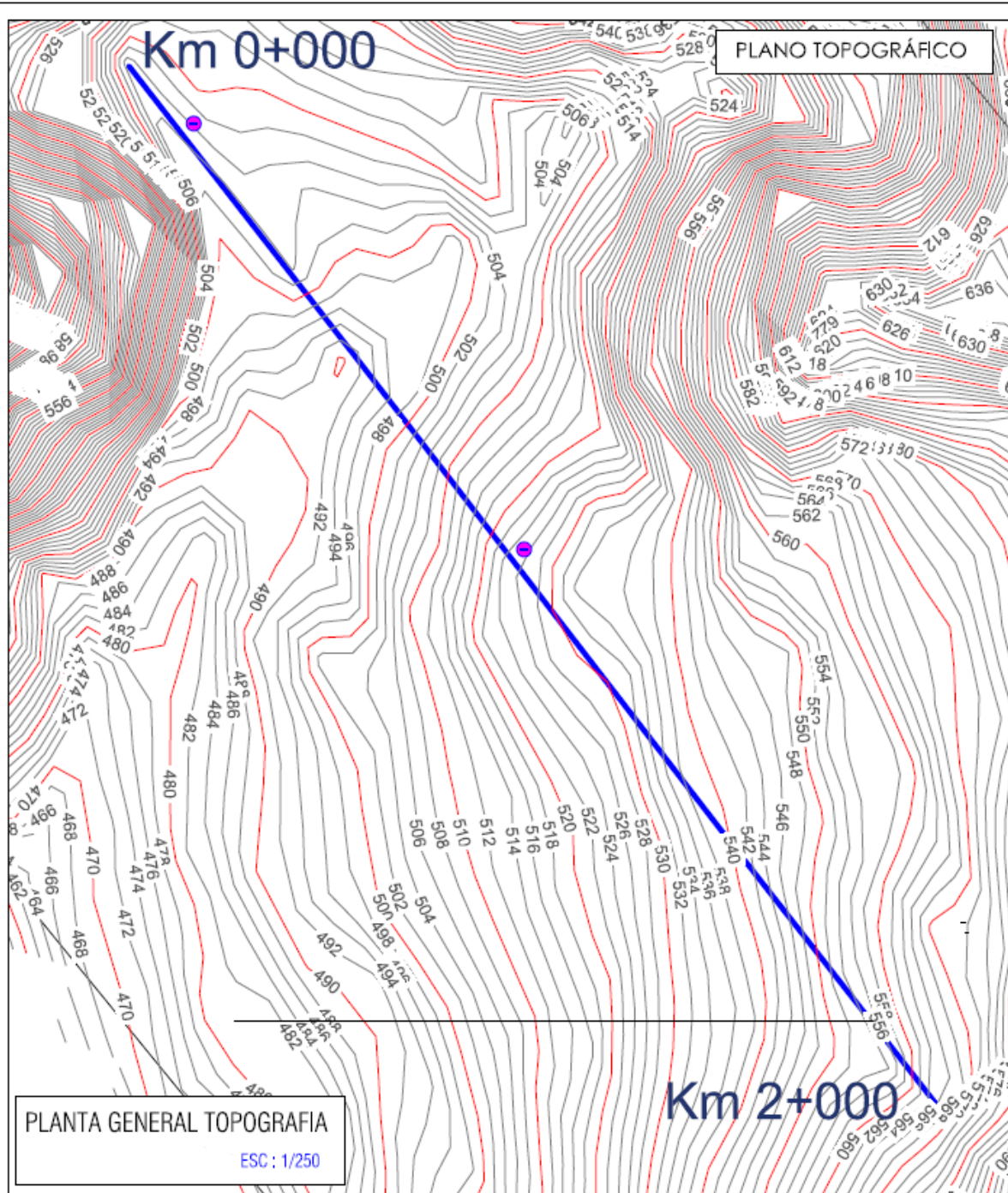
HORA	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 	
8 - 9	59	39	32	13	92	21	31		33	3	17	7	8		1				2	358
9 - 10	66	37	25	18	98	29	37		31	10	6	7	6		3				4	377
10 - 11	73	31	14	19	102	25	43		25	7	14	5	6						1	365
11 - 12	65	35	38	28	105	19	44		25	8	4								4	375
12 - 13	56	49	33	21	105	35	50		14	1	9									373
13 - 14	64	47	24	16	100	41	28		18	4	4				2				5	353
14 - 15	64	43	16	12	96	42	39		20	0	13									345
15 - 16	63	54	30	21	96	38	25		24	5	4				1					361
16 - 17	64	36	35	20	116	39	23		15	11	11									370
17 - 18	81	59	33	11	124	43	12		26	2	2									393
18 - 19	52	40	19	0	90	37	15		14	9	8									284
19 - 20	46	34	15	7	85	34	14		12	2										249
<b>TOTAL</b>	753	504	314	186	1209	403	361		257	62	92	19	20	0	7	0	0	0	16	4203

ASESOR: MSC. PACCHA RUFASTO, CESAR AUGUSTO

## **ANEXO 5**

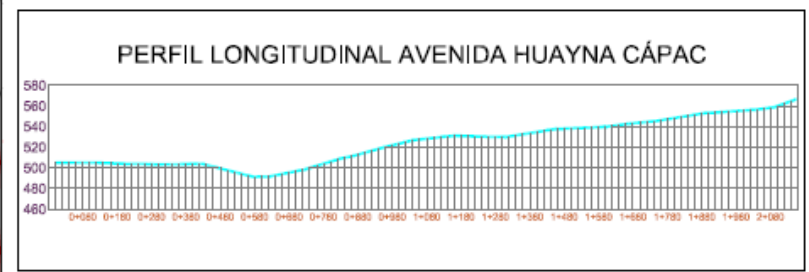
**Plano topográfico y Plano de Ubicación**





<b>AVENIDA HUAYNA CÁPAC</b>	
<b>LONGITUD:</b>	3.89 km

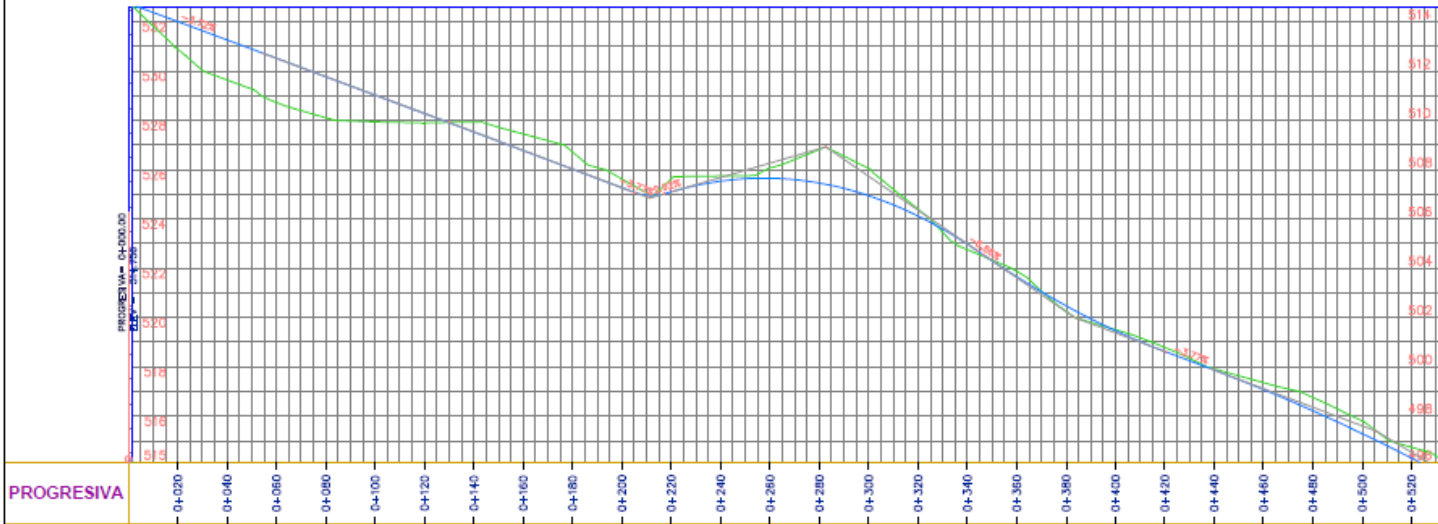
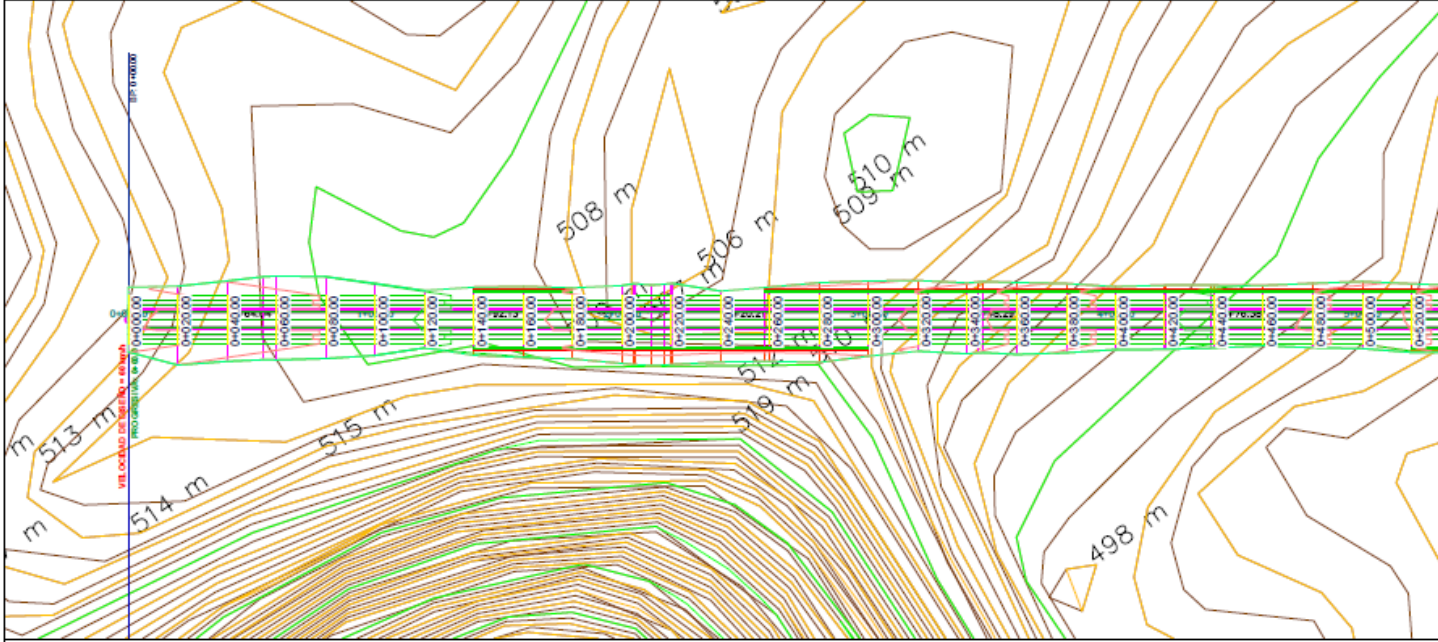
LEYENDA	
	Avenida Huayna Cápac
	Callcotas
	Curvas de Nivel Primarias
	Curvas de Nivel Secundarias



<p align="center"><b>"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLÍMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO, 2022"</b></p>			
PROYECTO:			
DEPARTAMENTO: LIMA	LOCALIDAD: JICAMARCA ANEXO 8	PLANO:	LAMINA:
PROVINCIA: HUAROCHIRI	DISTRITO: JAMIR AGRARIOS OLIVERA AMÉRICA VILABARCELÁ	TOPOGRÁFICO - UBICACIÓN	PT-01
DISTRITO: SAN ANTONIO	AUTOCAD: JAMIR AGRARIOS OLIVERA AMÉRICA VILABARCELÁ	ESCALA: 1/1000	FECHA: 10/05/2022

## **ANEXO 6**

### **Plano Diseño Geométrico**



General Notes

**CARRETERA**

Longitud total de la Avenida

Huaya Olaya: 2+200 kilometros

CONSIDERACIONES TOMADAS:

- Ancho de Carril :  
3.00 metros
- Velocidad de diseño:  
60 kilometros/hora

Superficie de Curvas de Nivel  
de la carretera

PERFIL LONGITUDINAL

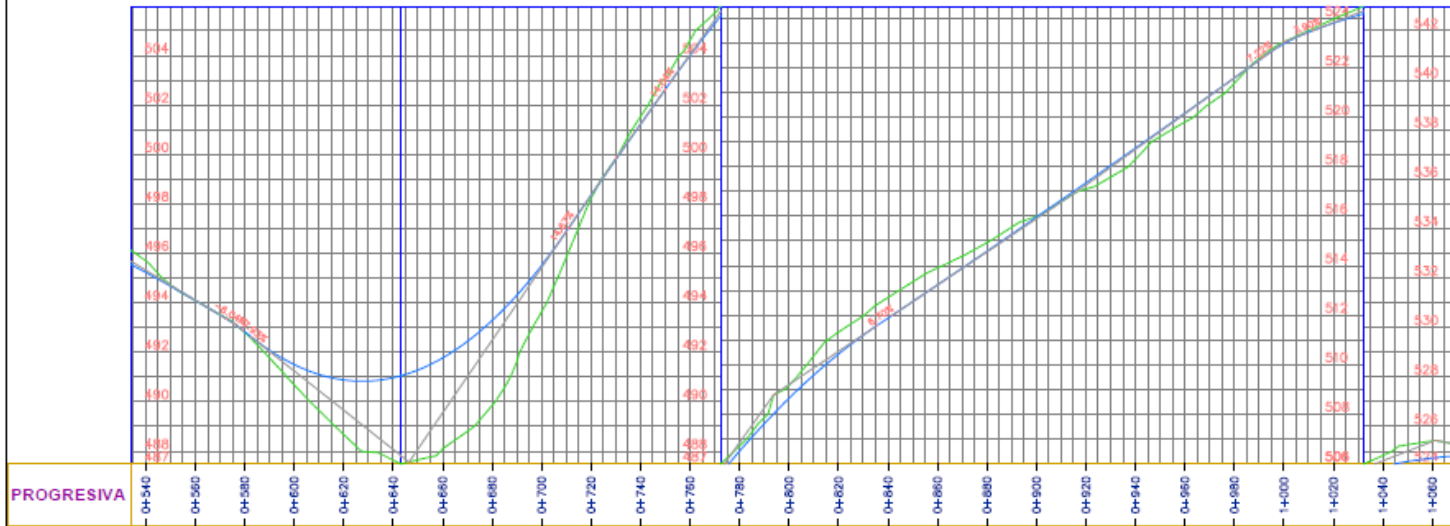
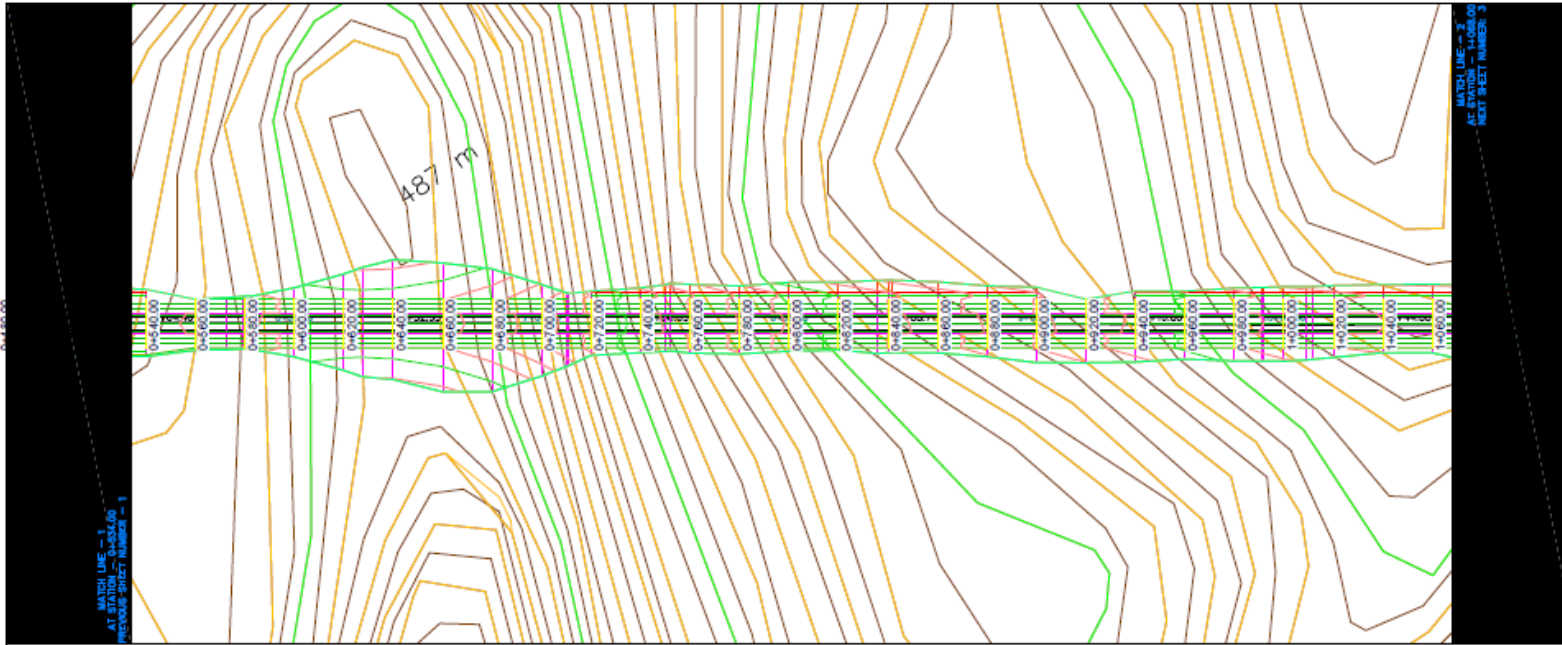
- TERRENO
- RASANTE
- ELEVACION
- PENDIENTE
- PROGRESIVAS

No.	Revisión/Notas	Fecha

Por favor de saber:  
Agramonte Olivera, Jan Pler  
Vela Barzola, Amilton Benjamin

Fuente datos del terreno:  
Oficina Geométrica de la Avenida Huaya Olaya:  
Trazo N°1

Fuente:	TESIS	Hoja:	1
Fecha:	30.06.2022	Escala:	1:1000



General Notes

### CARRETERA

Longitud total de la Avenida  
 Huayra Cópac: 24-200 kilometros

CONSIDERACIONES TOMADAS:

Ancho de Carril :  
 3.00 metros

Velocidad de diseño:  
 60 kilometros/hora

Superficie de Curvas de Nivel  
 de la carretera

PERFIL LONGITUDINAL

- TERRENO
- RASANTE
- ELEVACIÓN
- PENDIENTE
- PROGRESIVAS

No.	Revision/Issue	Date

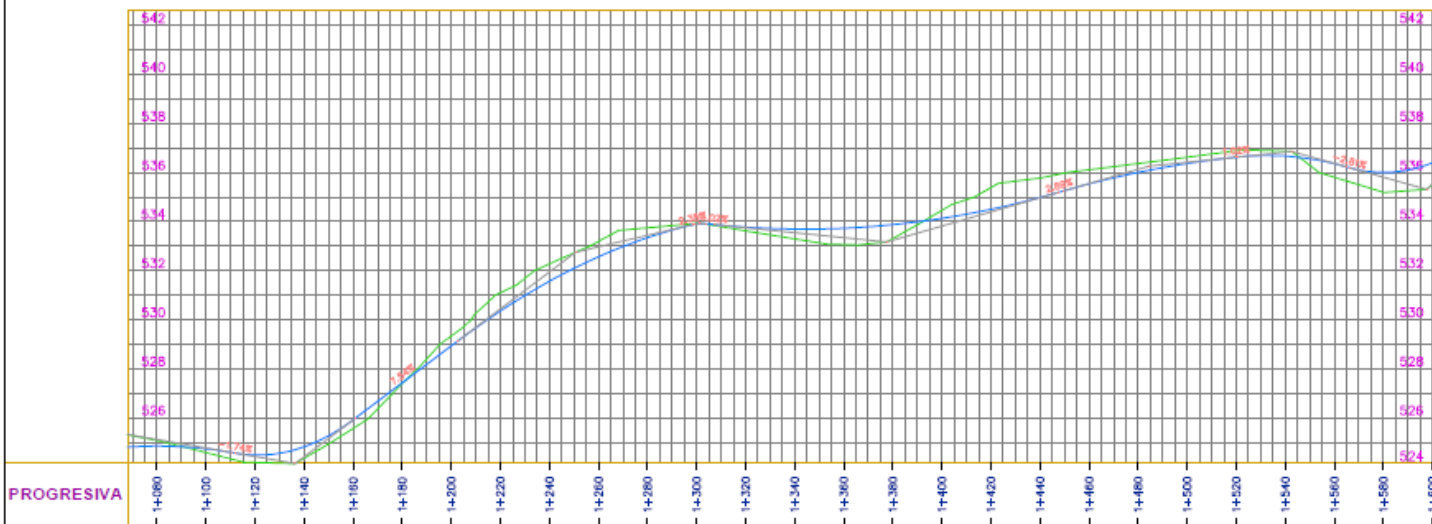
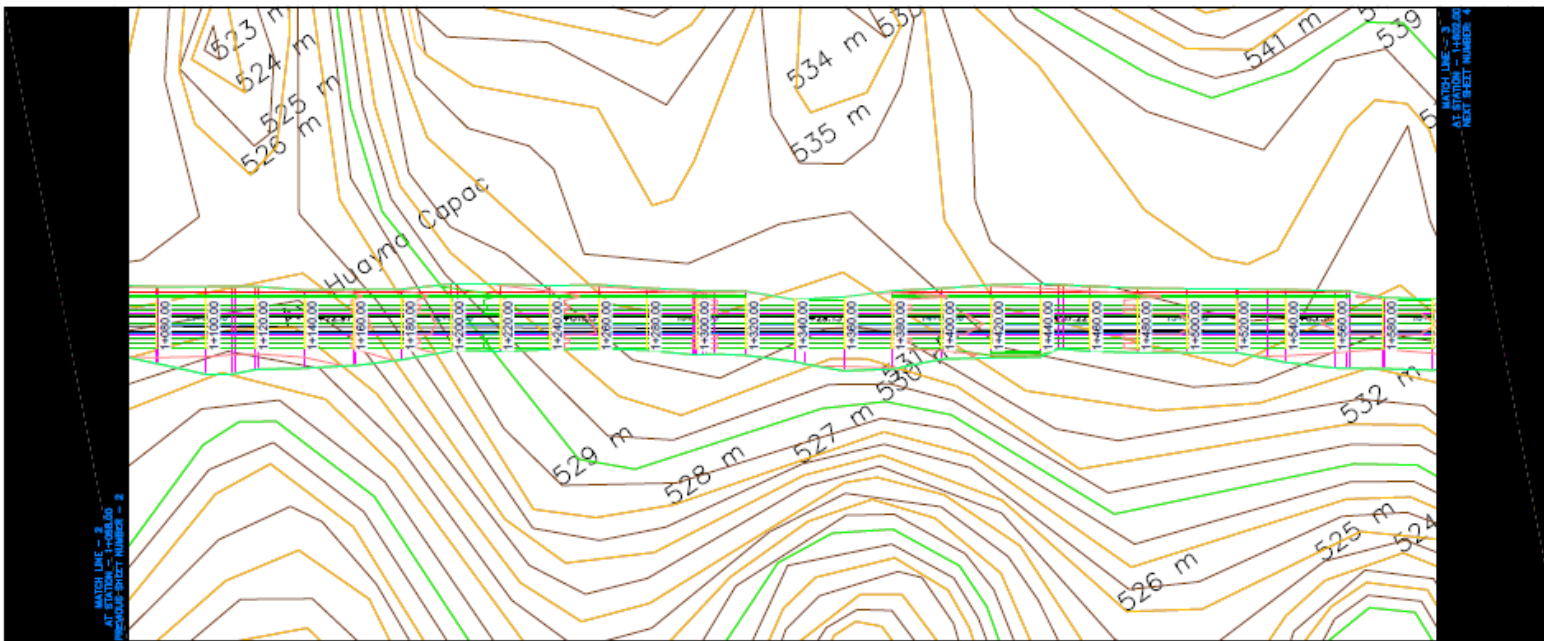
**Who Made the Address**

Agramonte Olivera, Jdn Ploor  
 Vela Barzola, Amilton Benjamin

**Project Name and Address**

Diseño Geométrico de la Avenida Huayra Cópac  
 Tramo N°1

Paper: TESIS	Sheet: 2
Date: 30.06.2022	Scale: 1:1000



General Notes

**CARRETERA**

Longitud total de la Avenida

Huayna C6pac: 2+200 Kilometros

CONSIDERACIONES TOMADAS:

Ancho de Carril :

3.00 metros

Velocidad de diseño:

60 kilometros/hora

Superficie de Curvas de Nivel

de la carretera

PERFIL LONGITUDINAL

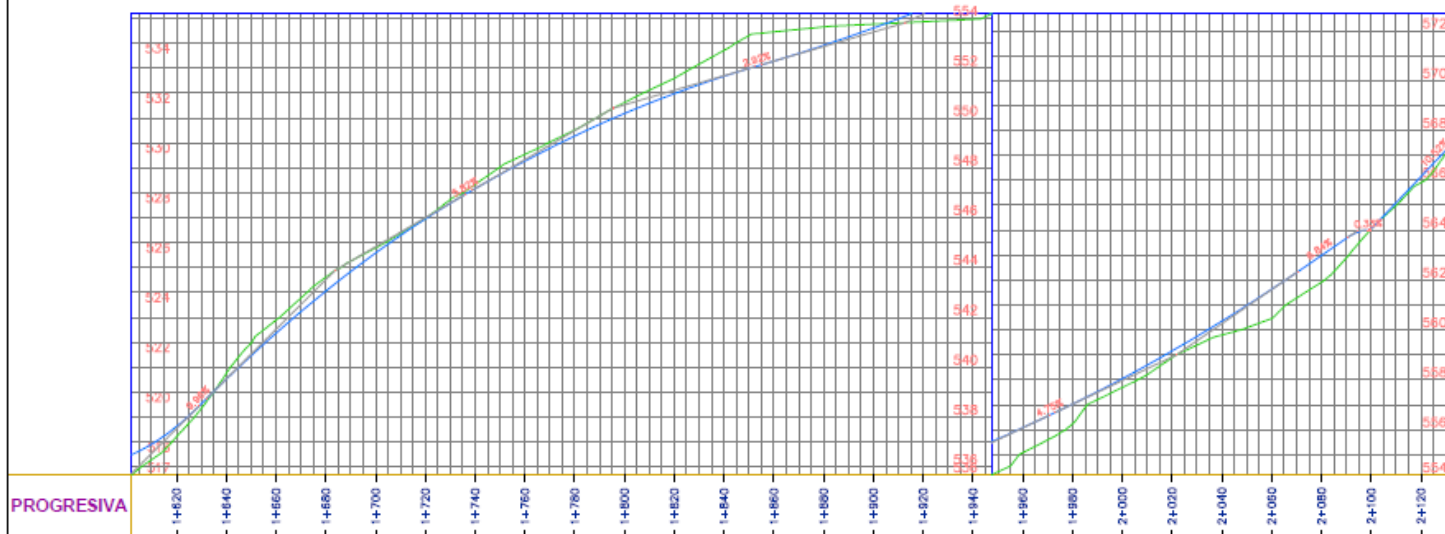
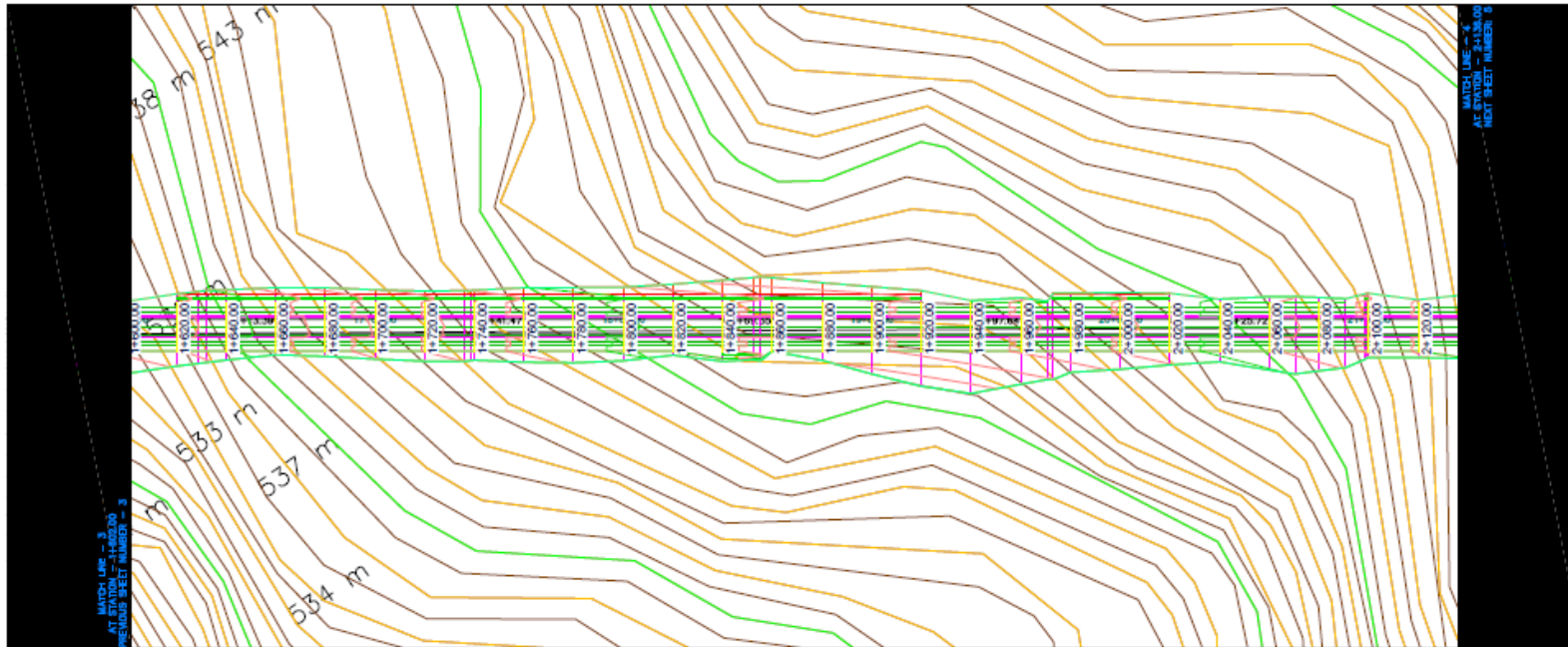
- TERRENO
- RASANTE
- ELEVACIÓN
- PENDIENTE
- PROGRESIVAS

No.	Revisión/Sease	Fecha

Proyecto del Autor:  
 Agramonte Olivera, Jon Piler  
 Vela Barzola, Amilton Benjamin

Project Name and Address:  
 Estudio Geométrico de la Avenida Huayna C6pac  
 Tramo N2

Report	Sheet
TESIS	3
Date: 30.06.2022	
Scale: 1:1000	



**General Notes**

**CARRETERA**

Longitud total de la Avenida  
 Huayra Cópac: 24200 kilómetros

CONSIDERACIONES TOMADAS:

- Ancho de Carril :  
3.00 metros
- Velocidad de diseño:  
60 kilómetros/hora
- Superficie de Curvas de Nivel  
de la carretera

PERFIL LONGITUDINAL

- TERRENO
- RASANTE
- ELEVACIÓN
- PENDIENTE
- PROGRESIVAS

No.	Revision/Issue	Date

For Name and Address

Agramonte Olivera, Jan Píler  
 Vela Barzola, Amílton Benjamín

Project Name and Address

Diseño: Geométrico de la Avenida Huayra Cópac  
 Trabajo: IFA

Project	TESIS	Sheet	4
Date	30.06.2022	Scale	1:1000



TABLA DE VOLÚMEN TOTAL						
Elevación	Área de Relleno	Área de Corte	Volúmen de Relleno	Volúmen de Corte	Volúmen de Relleno Acumulado	Volúmen de Corte Acumulado
0+000.00	2.75	4.62	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	20.97	0.00	237.16	46.22	237.16	46.22
0+040.00	29.94	0.00	509.06	0.00	746.26	46.22
0+060.00	32.93	0.00	626.76	0.00	1373.02	46.22
0+080.00	30.59	0.00	636.26	0.00	2010.27	46.22
0+100.00	19.23	0.00	490.23	0.00	2500.50	46.22
0+120.00	5.39	0.18	246.19	1.77	2754.69	47.96
0+140.00	0.00	10.11	53.87	102.86	2808.56	150.84
0+160.00	0.00	15.57	0.00	236.79	2808.56	407.63
0+180.00	0.00	15.80	0.00	313.72	2808.56	721.36
0+200.00	5.87	12.70	58.66	285.01	2967.22	1006.36
0+220.00	3.40	13.51	92.65	282.05	3259.87	1268.41
0+240.00	1.21	8.77	46.11	222.80	3508.98	1491.20
0+260.00	0.00	11.86	12.12	206.29	3618.10	1697.49
0+280.00	0.00	29.37	0.00	412.22	3618.10	2109.71
0+300.00	0.00	25.50	0.00	548.63	3618.10	2658.34
0+320.00	2.78	10.18	27.80	356.75	3645.90	3015.09
0+340.00	3.89	3.50	98.86	312.58	3152.87	
0+360.00	2.35	7.94	62.36	115.23	3174.96	3267.59
0+380.00	4.20	3.01	95.47	109.56	3240.42	3377.46

TABLA DE VOLÚMEN TOTAL						
Elevación	Área de Relleno	Área de Corte	Volúmen de Relleno	Volúmen de Corte	Volúmen de Relleno Acumulado	Volúmen de Corte Acumulado
0+400.00	1.90	4.52	65.97	75.34	3301.39	3462.80
0+420.00	1.64	7.34	35.43	118.60	3336.82	3571.40
0+440.00	1.50	8.59	31.41	129.26	3368.22	3700.66
0+460.00	0.27	8.42	17.70	140.06	3385.92	3840.74
0+480.00	0.48	12.64	7.47	212.65	3393.39	4053.39
0+500.00	0.95	13.06	14.27	259.39	3407.66	4312.78
0+520.00	0.00	11.54	9.51	246.37	3417.18	4559.16
0+540.00	0.00	10.85	0.00	221.89	3417.18	4781.04
0+560.00	1.19	3.23	11.67	130.78	3428.05	4919.82
0+580.00	1.72	2.92	26.11	61.80	3454.15	4981.42
0+600.00	14.82	0.00	165.45	29.28	3523.60	5010.70
0+620.00	41.96	0.00	567.64	0.00	4191.46	5010.70
0+640.00	64.44	0.00	1064.03	0.00	5255.49	5010.70
0+660.00	71.86	0.00	1362.96	0.00	6618.46	5010.70
0+680.00	66.57	0.00	1384.33	0.00	8002.79	5010.70
0+700.00	36.36	0.00	1019.26	0.00	9022.04	5010.70
0+720.00	2.85	2.24	381.96	22.44	9404.03	5033.13
0+740.00	1.28	9.30	41.08	115.44	9445.11	
0+760.00	0.57	14.81	18.26	241.11	9463.39	5369.69
0+780.00	1.70	8.45	22.67	232.57	9486.06	5622.27

TABLA DE VOLÚMEN TOTAL						
Elevación	Área de Relleno	Área de Corte	Volúmen de Relleno	Volúmen de Corte	Volúmen de Relleno Acumulado	Volúmen de Corte Acumulado
0+800.00	0.17	15.18	18.85	236.26	9504.71	5858.53
0+820.00	0.06	16.96	2.49	341.56	9507.20	6200.09
0+840.00	0.37	19.56	4.55	385.39	9511.75	6585.48
0+860.00	0.50	16.59	6.77	381.57	9520.52	6947.06
0+880.00	2.15	12.01	26.57	266.06	9547.09	7233.10
0+900.00	3.69	6.78	56.42	187.85	9603.51	7420.75
0+920.00	4.99	1.51	66.81	62.80	9620.32	7503.36
0+940.00	7.07	1.38	120.57	25.85	9612.90	7532.21
0+960.00	5.34	0.57	124.05	19.54	9636.95	7551.75
0+980.00	4.86	2.69	100.22	34.96	10037.17	7586.41
1+000.00	3.71	6.73	63.96	96.17	10121.13	7682.58
1+020.00	2.66	7.79	63.76	146.19	10184.90	7827.77
1+040.00	0.63	13.13	34.88	209.24	10219.78	8037.01
1+060.00	0.69	14.88	18.17	278.09	10234.98	8315.10
1+080.00	3.62	10.09	45.10	247.71	10280.08	8662.81
1+100.00	6.66	6.12	104.99	162.10	10385.04	8724.91
1+120.00	7.13	4.14	136.11	102.55	10523.16	8827.46
1+140.00	8.25	0.77	153.85	49.05	10677.00	8876.51
1+160.00	6.91	1.95	151.64	27.16	10828.65	8903.67
1+180.00	3.63	4.72	105.37	66.96	10934.01	8970.33

TABLA DE VOLÚMEN TOTAL						
Elevación	Área de Relleno	Área de Corte	Volúmen de Relleno	Volúmen de Corte	Volúmen de Relleno Acumulado	Volúmen de Corte Acumulado
1+200.00	0.32	11.21	39.51	159.28	10973.52	9129.62
1+220.00	0.27	16.44	5.97	276.56	10979.49	9406.18
1+240.00	0.10	16.33	3.76	327.76	10983.25	9733.94
1+260.00	0.02	15.46	1.27	317.86	10984.52	10051.83
1+280.00	0.32	10.84	3.39	263.01	10987.91	10314.84
1+300.00	2.32	5.19	26.31	160.31	11014.21	10475.15
1+320.00	2.96	3.03	62.76	62.22	11067.00	10567.37
1+340.00	8.88	0.77	98.36	39.06	11155.36	10596.42
1+360.00	12.62	0.00	164.94	7.70	11340.32	10603.12
1+380.00	9.11	0.35	217.25	3.48	11557.56	10606.60
1+400.00	2.36	9.25	114.65	95.93	11672.21	10702.53
1+420.00	0.00	19.86	23.56	291.10	11695.79	10993.63
1+440.00	0.00	16.17	0.00	380.39	11695.79	11374.02
1+460.00	0.36	13.18	3.85	313.57	11699.64	11687.59
1+480.00	0.64	9.89	10.22	230.73	11709.86	11918.32
1+500.00	1.14	8.40	17.79	162.86	11727.65	12101.18
1+520.00	1.10	6.32	22.42	167.16	11750.07	12268.33
1+540.00	4.29	7.12	53.91	154.36	11803.98	12422.69
1+560.00	8.16	1.00	124.56	81.16	11928.54	12503.86
1+580.00	13.70	0.00	216.64	9.99	12145.18	12513.85

TABLA DE VOLÚMEN TOTAL						
Elevación	Área de Relleno	Área de Corte	Volúmen de Relleno	Volúmen de Corte	Volúmen de Relleno Acumulado	Volúmen de Corte Acumulado
1+600.00	14.98	0.00	286.82	0.00	12434.00	12513.85
1+620.00	6.64	0.37	216.24	3.74	12650.24	12517.59
1+640.00	3.40	9.36	62.40	97.36	12744.64	12614.95
1+660.00	0.32	13.56	27.22	229.24	12771.86	12644.19
1+680.00	0.71	14.13	10.33	276.91	12792.19	13121.10
1+700.00	1.86	6.53	25.59	226.65	12817.78	13247.65
1+720.00	3.12	6.59	49.70	151.19	12867.48	13466.84
1+740.00	2.29	7.98	62.13	146.68	12929.61	13644.52
1+760.00	2.56	10.45	46.53	154.30	12996.13	13828.82
1+780.00	2.74	9.96	52.87	254.33	13069.11	14033.15
1+800.00	1.76	12.30	45.00	221.82	13054.11	14254.97
1+820.00	0.44	15.32	22.01	275.22	13076.12	14530.19
1+840.00	0.00	23.69	4.40	369.62	13080.52	14920.01
1+860.00	0.00	25.75	0.01	464.12	13080.53	15414.12
1+880.00	1.49	17.57	14.66	433.15	13096.40	15647.27
1+900.00	4.22	9.64	57.07	271.09	13152.47	16118.36
1+920.00	8.86	1.83	130.72	113.68	13283.20	16232.05
1+940.00	21.18	0.00	300.28	18.26	13583.47	16250.30
1+960.00	21.15	0.00	423.24	0.00	14006.71	16250.30
1+980.00	11.57	0.41	327.19	4.12	14333.90	16254.43

TABLA DE VOLÚMEN TOTAL						
Elevación	Área de Relleno	Área de Corte	Volúmen de Relleno	Volúmen de Corte	Volúmen de Relleno Acumulado	Volúmen de Corte Acumulado
2+000.00	5.54	1.25	172.13	16.60	14606.04	16271.03
2+020.00	4.80	1.07	102.36	23.19	14608.42	16294.22
2+040.00	6.90	0.00	134.99	10.71	14743.41	16304.94
2+060.00	19.63	0.00	285.32	0.00	15028.73	16304.94
2+080.00	18.22	0.00	378.44	0.00	15407.17	16304.94
2+100.00	2.21	4.47	204.21	44.73	15611.38	16349.66
2+120.00	4.13	1.50	63.40	59.77	15674.77	16409.43
2+140.00	0.00	5.96	41.36	74.62	15716.12	16484.05
2+164.00	1.08	3.20	6.96	66.35	15724.18	16550.41

## TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC

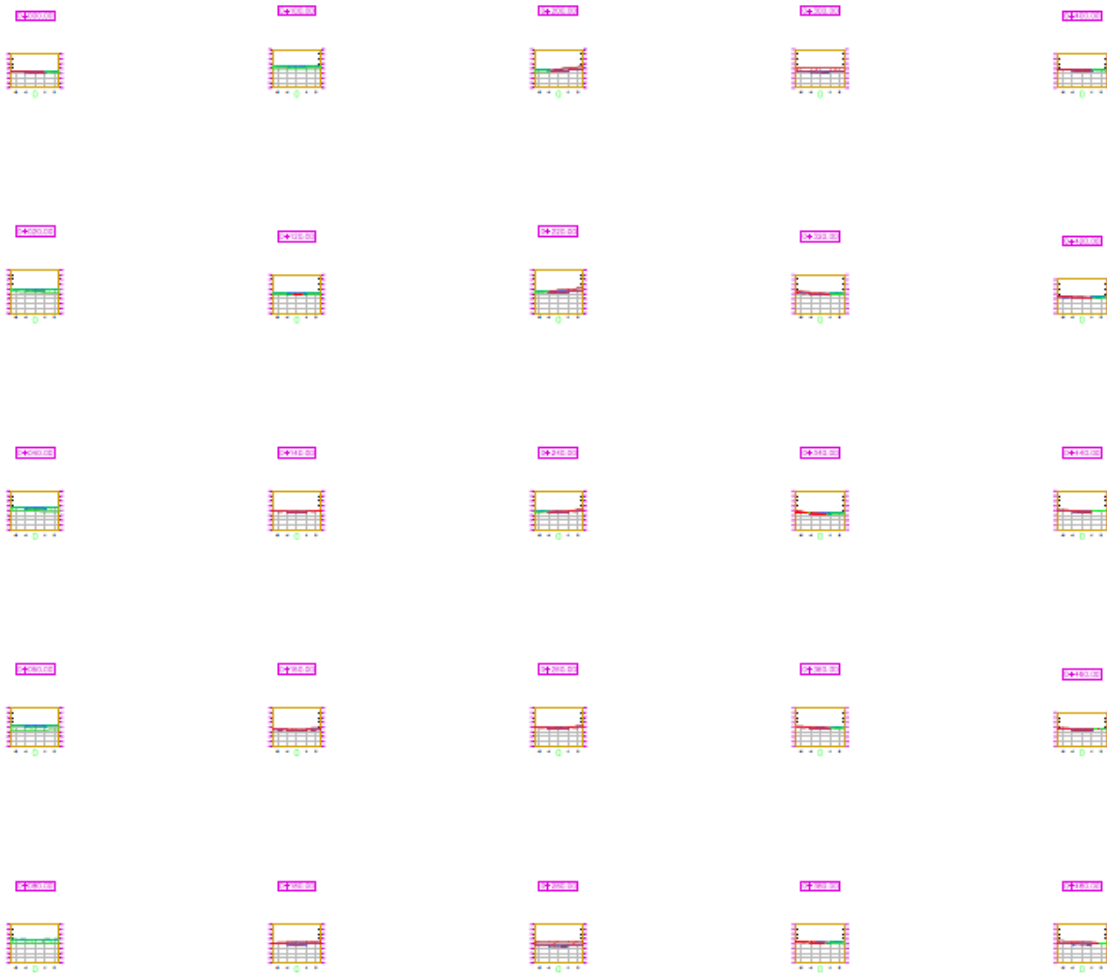
Proyecto:  
**"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREFALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"**

ELABORADO POR:  
 AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER  
 VELA BARZOLA, ANILTON BENJAMIN

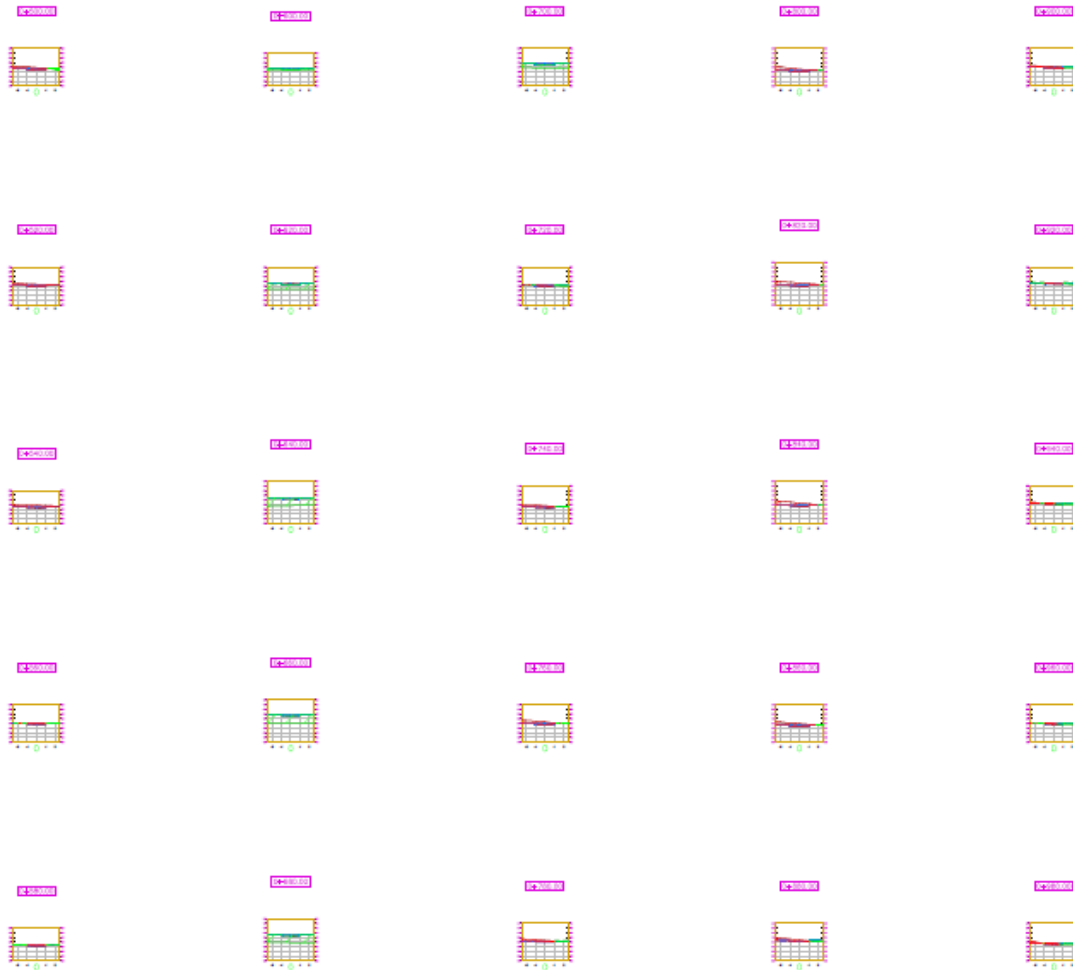
Plano de:  
**TABLA DE VOLÚMENES**  
 Ubicación:  
 AV. HUAYNA CÁPAC, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE UMBU  
 Escala:  
 CAD: 1:1000  
 Fecha:  
 JULIO 2022

Lámina N°:  
**P-01**

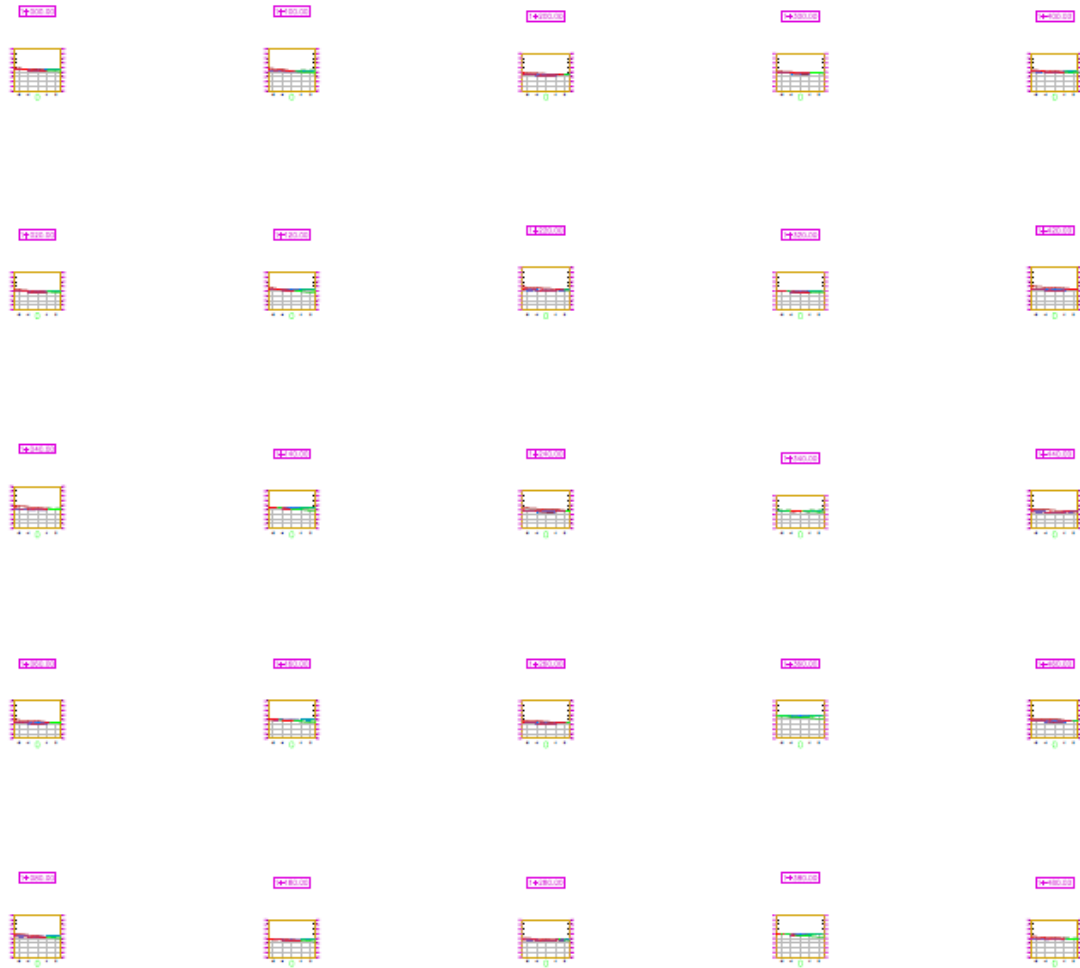




<b>TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC</b>			
Proyecto: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TERREPTALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"			
ELABORADO POR: AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER VELA BARZOLA, ANILTON BENJAMIN		Plano de: <b>PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES</b> Elaborado: AN ALUMNO(A) DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALIMA INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SANTO DOMINGO DE LOS RIOS"	Lámina N°: <b>P-01</b>
Dibujó: CAJ	Escala: 1:1000	Fecha: JULIO 2022	



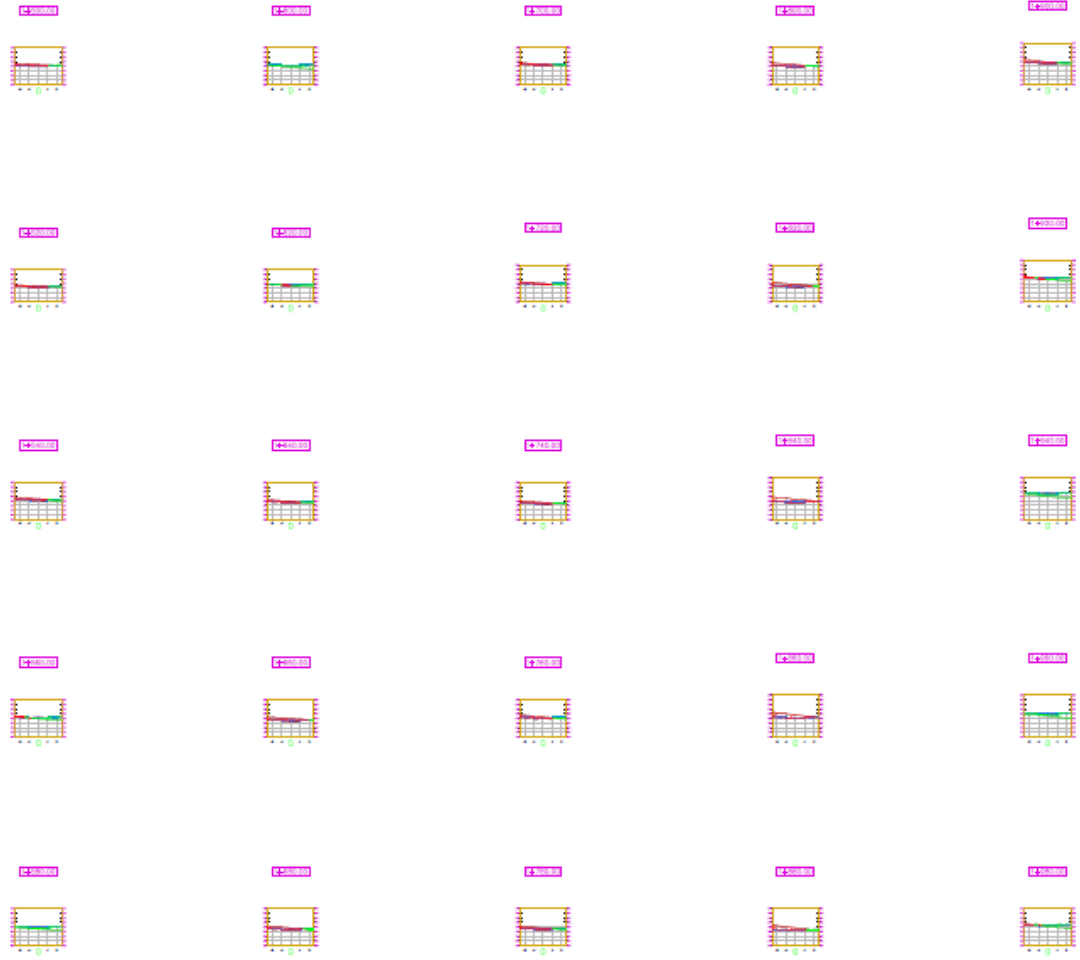
<b>TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC</b>			
Proyecto: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREPHTALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"			
ELABORADO POR: AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN	Plano de: <b>PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES</b> <small>ESTADO:</small> <small>AV. HUAYNA CÁPAC, CENTRO DE OPERACIONES, PROMOCIÓN DE INVERSIÓN, SAN ANTONIO DE LOS RIOS</small>	Línea N°: <b>P-02</b>	Escala: 1:1000 Fecha: JULIO 2022



**TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC**

Proyecto:  
**"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREPHTALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"**

<b>ELABORADO POR:</b> AGRAMONTE OLIVERA, JAN PEER VELA BARZOLA, AMLTON BENJAVIN	Plano de: <b>PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES</b>	Lámina N°:
	Escala: 1:1000	Fecha: JULIO 2022



**TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC**

Proyecto:  
**"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREPHTALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"**

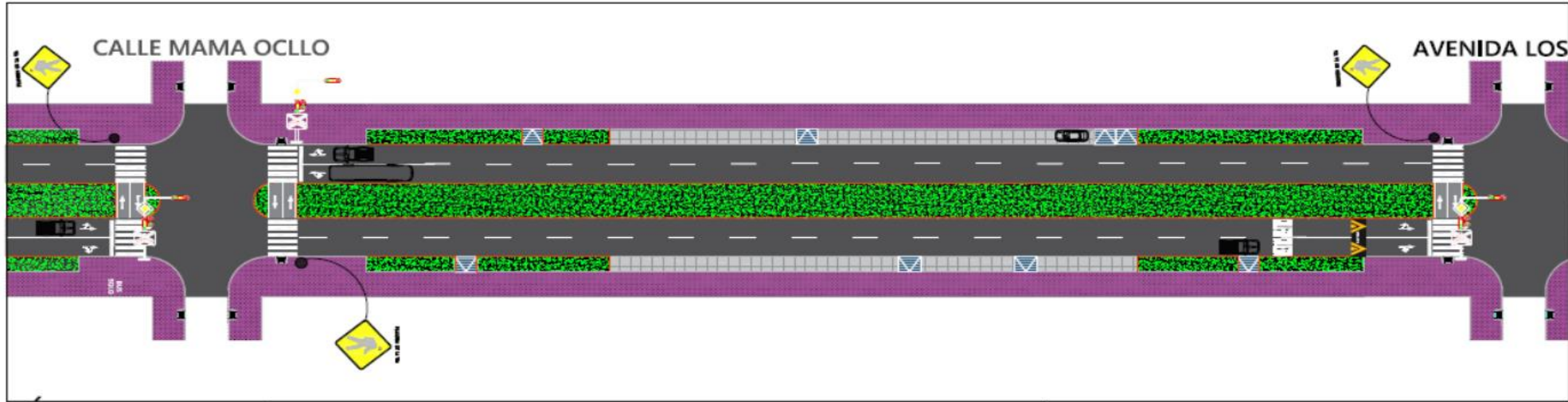
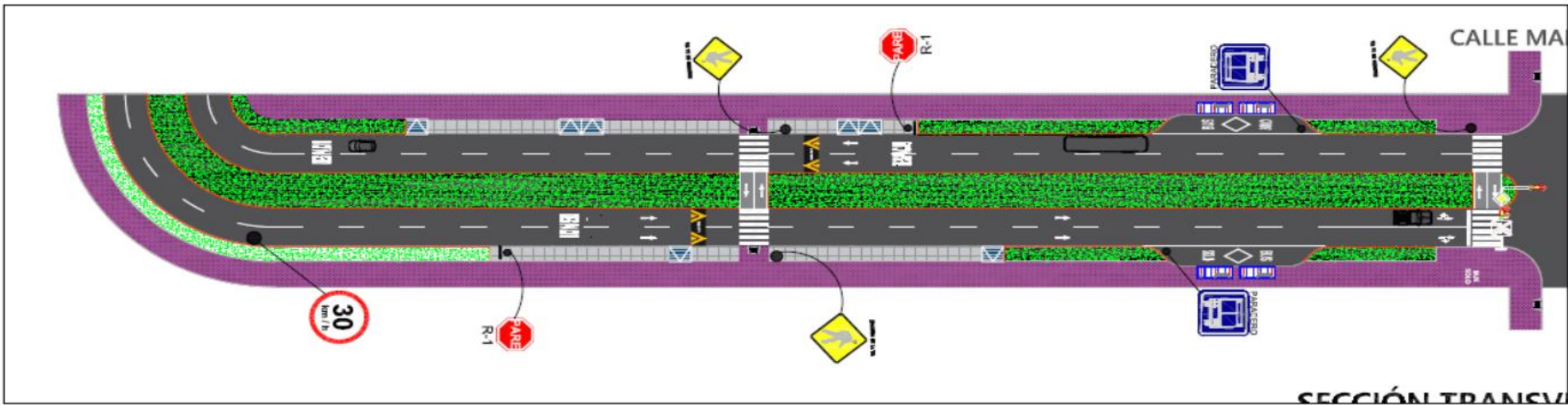
ELABORADO POR:  
 AGRAMONTE OLIVERA, JAN PEER  
 VELA BARZOLA, ANILTON BENJAMIN

Planos de:  
**PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES**  
 Ubicación:  
 AV. HUAYNA CÁPAC - INTERSECCIÓN SAN ANTONIO - PARQUE DE LA ESCUELA Nº 10010 - SAN ANTONIO DE LOS RIOS  
 Escala: 1:1000  
 Fecha: JULIO 2022

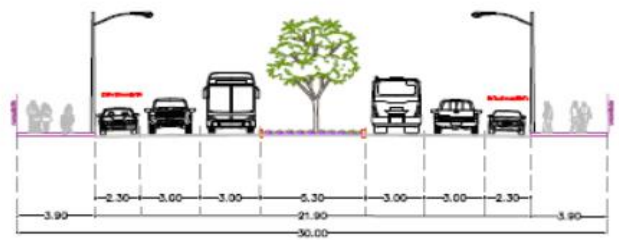
Lámina Nº:  
**P-04**

## **ANEXO 7**

### **Plano de Señalización**



# SECCIÓN TRANSVERSAL

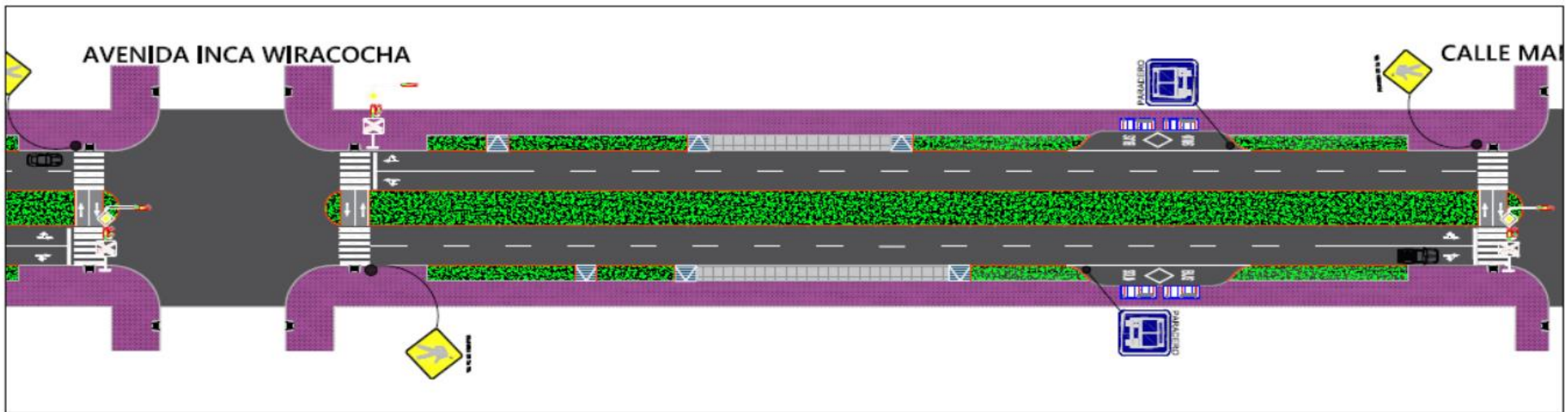
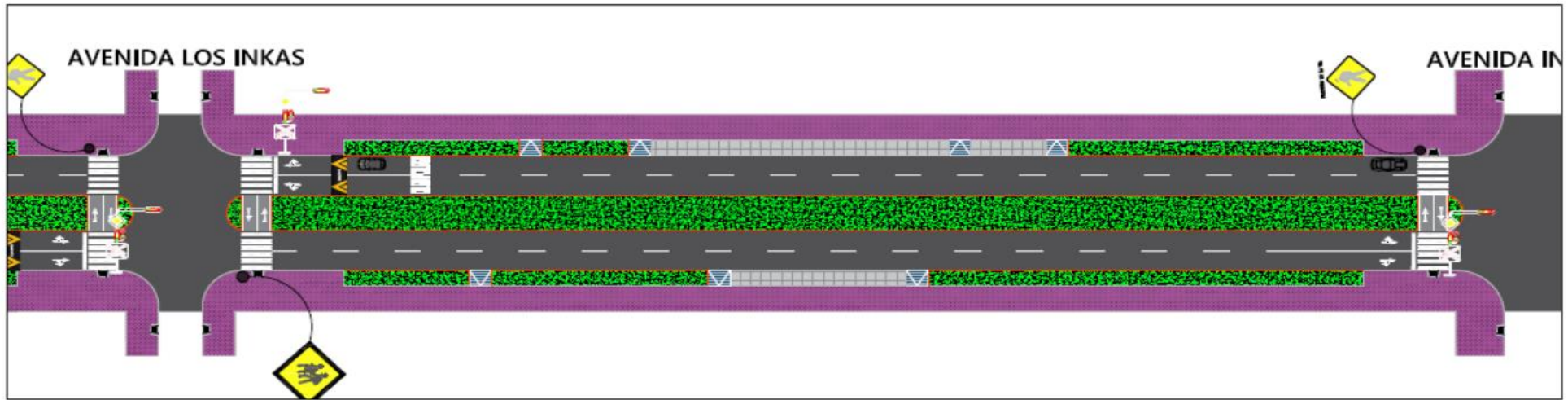


LEYENDA	
LINEA DE PAVIMENTO PROYECTADA	SEÑALIZACIÓN DE PASADIZO EN LA MZ
VEREDA PROYECTADA	SEÑALIZACIÓN DE AVANZADO
ÁREA VERDE PROYECTADA	SEÑALIZACIÓN DE VEHICULO
CEBA PROYECTADA	SEÑALIZACIÓN DE PARE
BANDEJA VEHICULAR PROYECTADA	SEÑALIZACIÓN DE PASO
VEREDA DE CAPACIDAD PROYECTADA	SEÑALIZACIÓN DE CRUCE PEDESTRAL
CORDÓN DIVISORIO PROYECTADO AVANZADO	
CORDÓN DIVISORIO PROYECTADO AVANZADO	

**TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC**

Proyecto:  
"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREFTALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"

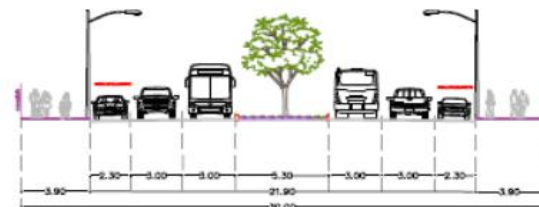
ELABORADO POR: AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN	Plano de: <b>PLANO DE SEÑALIZACIÓN</b> Escala: 1:1000 Fecha: JULIO 2022	Lámina N°: <b>PS-01</b>
--	--	----------------------------



**LEYENDA**

SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA
SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA	SEÑALIZACIÓN DE VEHÍCULO EN LA VÍA

## SECCIÓN TRANSVERSAL



### TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC

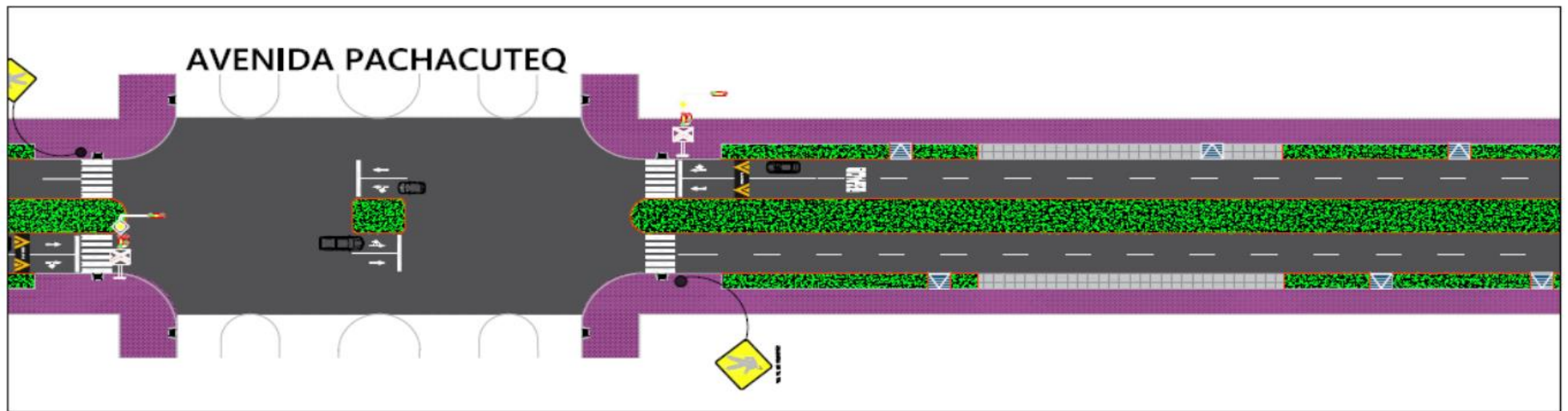
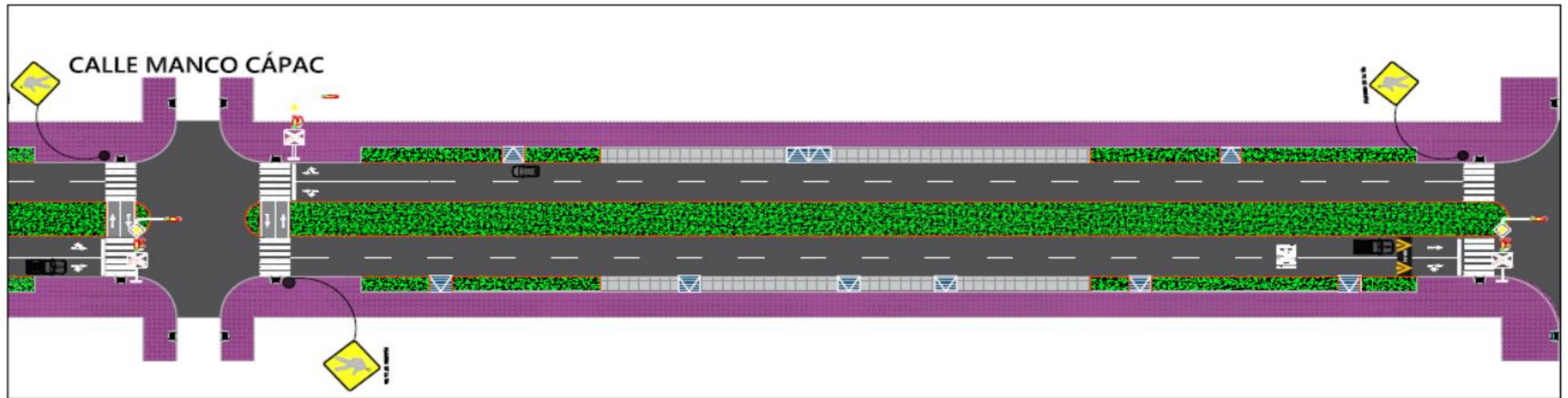
Proyecto:  
"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREFALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"

ELABORADO POR:  
AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER  
VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN

Plan de  
**PLANO DE SEÑALIZACIÓN**  
AV. HUAYNA CÁPAC, CENTRO DE SAN ANTONIO, PROVINCIA DE  
HUAYNAHUAY, CANTÓN HUAYNAHUAY, EL DISTRITO DE  
SAN ANTONIO

Lámina N°:  
**PS-02**

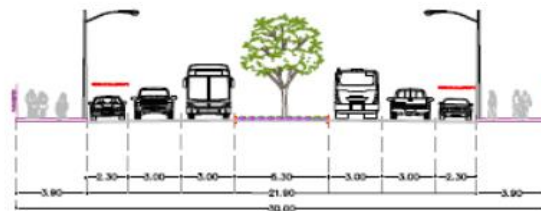
Escala: CAD 1:1000 Fecha: JULIO 2022



**LEYENDA**

<ul style="list-style-type: none"> <li>LINEA PROPOSTA</li> <li>VEREDA PROPOSTA</li> <li>AREA VERDE PROPOSTA</li> <li>SEÑAL PROPOSTA</li> <li>RAMPA VEHICULAR PROPOSTA</li> <li>SEÑAL REGULADORA PROPOSTA</li> <li>SEÑAL DE CRUCE PROPOSTA</li> <li>ZONA DE TRÁFICO PROPOSTA ADELANTE</li> <li>ZONA DE TRÁFICO PROPOSTO ADELANTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEÑALIZACIÓN DE FASES EN LA VÍA</li> <li>SEÑALIZACIÓN DE PAVIMENTO</li> <li>SEÑALIZACIÓN DE VELOCIDAD</li> <li>SEÑALIZACIÓN DE FASE</li> <li>SEÑALIZACIÓN DE CRUCE</li> <li>SEÑALIZACIÓN DE CRUCE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEÑAL DE PASADIZO</li> <li>SEÑAL DE STOP</li> <li>SEÑAL DE PARE</li> <li>SEÑAL DE STOP</li> <li>SEÑAL DE PASADIZO</li> </ul>
--	---	---

## SECCIÓN TRANSVERSAL



### TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC

Proyecto:  
"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREFALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"

ELABORADO POR:  
AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER  
VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN

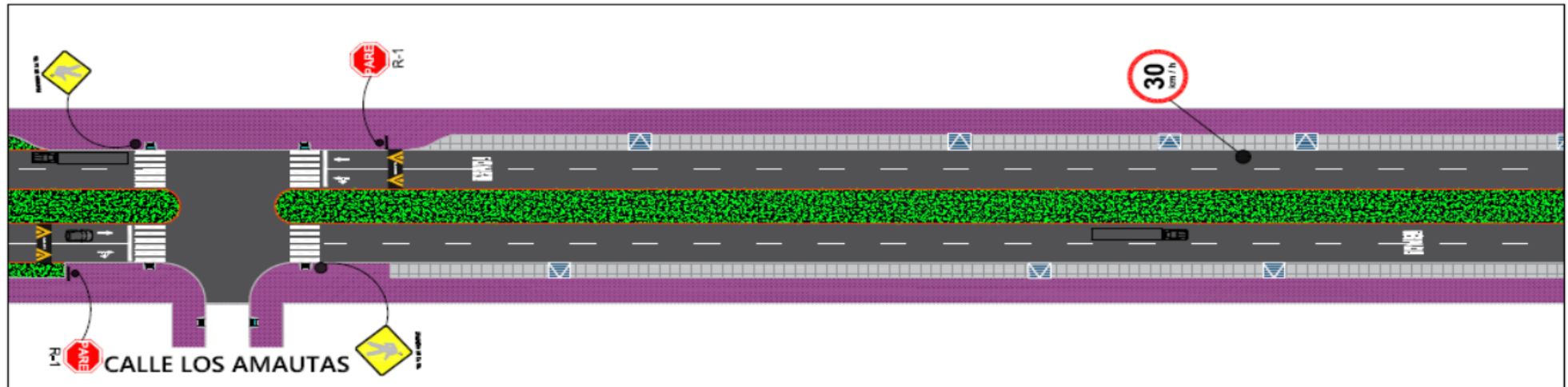
Proyecto: **PLANO DE SEÑALIZACIÓN**  
Ubicación: **AV. HUAYNA CÁPAC, DISTRITO DE SAN ANTONIO, PROVINCIA DE HUAMANTLA, DEPARTAMENTO DE GUANAJUATO**  
Escala: **CAD 1:1000**  
Fecha: **JULIO 2022**

Lamina N°:  
**PS-03**

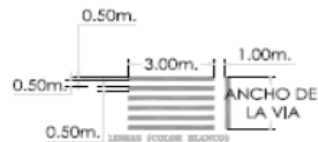




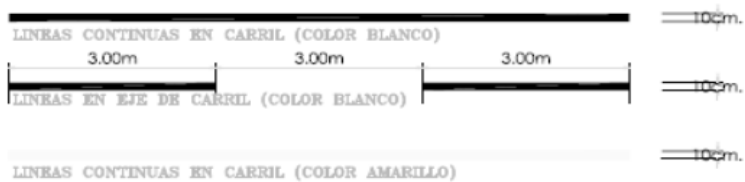




### MARCAS DE CRUCE PEATONAL

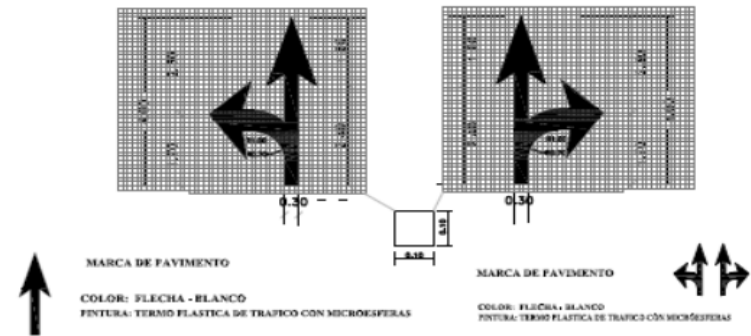


### TIPOS DE LINEAS EN PAVIMENTO

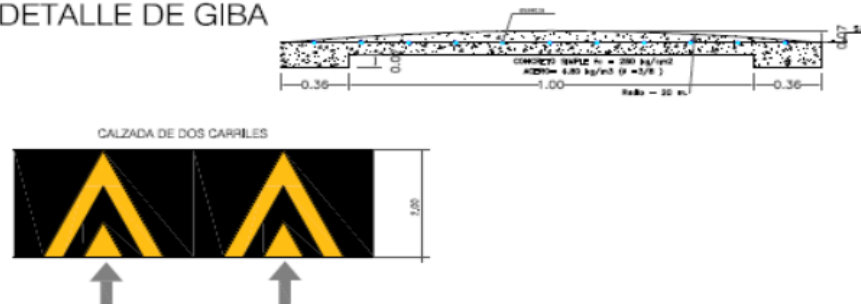


### TIPOS DE DETALLES EN PAVIMENTO

#### DETALLE DE FLECHAS



### DETALLE DE GIBA



LEYENDA	
SANTORIL PROFUNDO	SEÑALIZACIÓN DE PEATONES EN LA VÍA
VIRIDE PROFUNDA	SEÑALIZACIÓN DE PARQUEO
AREA VIRIDE PROFUNDO	SEÑALIZACIÓN DE VIGILANCIA
CEA PROFUNDA	SEÑALIZACIÓN DE PASO
SANIFA VEHICULAR PROFUNDA	SEÑALIZACIÓN DE CRUCE ESCOLAR
SEÑAL REGULAMENARIA	
SANIFA DE CAPACIDAD PROFUNDA	
DOBLE VIRIDE PROFUNDO ACELERAR	
DOBLE VIRIDE PROFUNDO ACELERAR	

### TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC

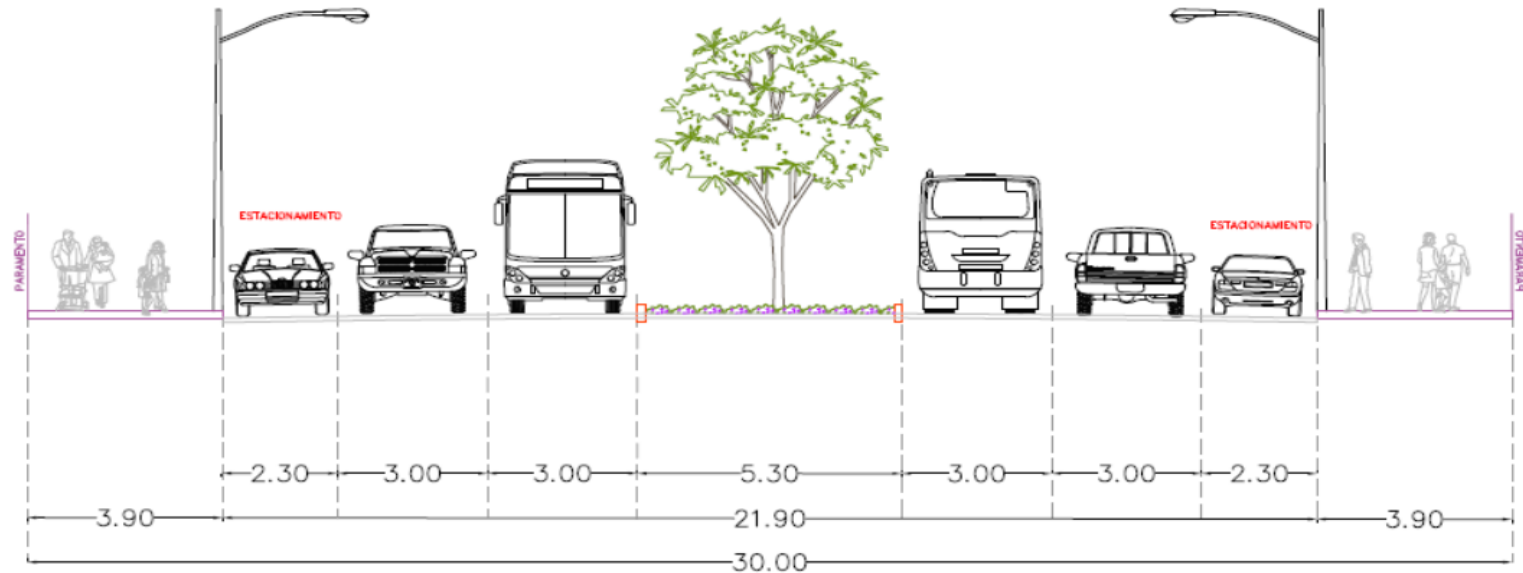
Proyecto:  
"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREFTALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"

ELABORADO POR:  
AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER  
VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN

Plano de:	PLANO DE SEÑALIZACIÓN
Unidad de:	AL HUAYNA CÁPAC - DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUANCAYO - DEPARTAMENTO DE LIMA
Dibujó:	Escala:
CAD	1:1000
Fecha:	JULIO 2022

Lámina N°  
**PS-06**

# SECCIÓN TRANSVERSAL



## LEYENDA

JARDÍN PROPUESTO	SEÑALIZACIÓN DE PASADIZOS EN LA VÍA	
VEREDA PROPUESTA	SEÑALIZACIÓN DE PARADERO	
ÁREA VERDE PROPUESTA	SEÑALIZACIÓN DE VELOCIDAD	
GIBA PROPUESTA	SEÑALIZACIÓN DE PARE	
BANCA VEHICULAR PROPUESTA	SEÑALIZACIÓN DE CRUCE ESCOLAR	
PISO PROPUESTA		
SEÑAL REGLAMENTARIA		
BANCA DE CAPACIDAD PROPUESTA		
DOBLE SENTIDO PROHIBIDO ADELANTE		
DOBLE SENTIDO PERMITIDO ADELANTE		

## DETALLE DE GIBA



## TESIS - AVENIDA HUAYNA CÁPAC

Proyecto:

"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTADO TEREFALATO DE POLIETILENO PARA LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CÁPAC, SAN ANTONIO 2022"

ELABORADO POR:

AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER  
VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN

Plano de:

PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL

Ubicación:

AV. HUAYNA CÁPAC - DISTRITO DE SAN ANTONIO - PROVINCIA DE HUARACHI - DEPARTAMENTO DE LIMA

Dibujo:

CAD

Escala:

1:1000

Fecha:

JULIO 2022

Lámina N°:

PS-07

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**ANEXO 8**  
**Simulación SYNCHRO**



## **ANEXO 9**

**Excel de diseño AASHTO 93**



## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	Diseño de Pavimento Flexible Implementando Tereftalato de Polietileno para la Mejora de Propiedades Mecánicas, Avenida Huayna Cápac, San Antonio 2022
ORGANISMO PROPONENTE:	JAN AGRAMONTE OLIVERA - AMILTON VELA BARZOLA

### MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

### FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

### FORMULA GENERAL AASTHO

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \text{Log}_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{1094} + 2.32 \text{Log}_{10}(M_r) - 8.07$$

$$0.4 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}$$

Donde:

SN	= Número Estructural
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
Mr	= Módulo de Resiliencia

### VARIABLES DEL DISEÑO

#### NÚMERO ESTRUCTURAL (SN).

En base a este número estructural, se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo establecido en el proyecto.

### 1.- ESTUDIO DE TRANSITO

#### 1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg<sup>2</sup>.

#### Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base 0) en veh/día.

n = Años del periodo de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.



## 1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un periodo consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

### 1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(WI)

$$\text{ESAL's}(W18) = 35,767,834.33$$

$$\text{ESAL's}(W18) = 3.58E+07$$

### 2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

**Cuadro 12.6**  
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

TPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>10</sub>	75,000	55%
	T <sub>15</sub>	150,001	70%
	T <sub>20</sub>	300,001	75%
	T <sub>25</sub>	500,001	80%
	T <sub>30</sub>	750,001	85%
	T <sub>35</sub>	1,000,001	85%
Resto de Caminos	T <sub>40</sub>	1,500,001	85%
	T <sub>45</sub>	3,000,001	85%
	T <sub>50</sub>	5,000,001	90%
	T <sub>55</sub>	7,500,001	90%
	T <sub>60</sub>	10,000,001	90%
	T <sub>65</sub>	12,500,001	90%
	T <sub>70</sub>	15,000,001	95%
	T <sub>75</sub>	20,000,001	95%
	T <sub>80</sub>	25,000,001	95%
	T <sub>85</sub>	30,000,001	95%
	T <sub>90</sub>	>30,000,000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 1993

**Cuadro 12.8**  
Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>10</sub>	75,000	-0.385
	T <sub>15</sub>	150,001	-0.534
	T <sub>20</sub>	300,001	-0.674
	T <sub>25</sub>	500,001	-0.842
	T <sub>30</sub>	750,001	-0.842
	T <sub>35</sub>	1,000,001	-1.036
Resto de Caminos	T <sub>40</sub>	1,500,001	-1.036
	T <sub>45</sub>	3,000,001	-1.036
	T <sub>50</sub>	5,000,001	-1.282
	T <sub>55</sub>	7,500,001	-1.282
	T <sub>60</sub>	10,000,001	-1.282
	T <sub>65</sub>	12,500,001	-1.282
	T <sub>70</sub>	15,000,001	-1.645
	T <sub>75</sub>	20,000,001	-1.645
	T <sub>80</sub>	25,000,001	-1.645
	T <sub>85</sub>	30,000,001	-1.645
	T <sub>90</sub>	>30,000,000	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 1993

$$R (\%) = 95.00 \%$$

### 2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -1.645$$

### 2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
En construcción nueva	0.45

$$So = 0.450$$

### 4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

El índice de Serviciabilidad Presente, es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$Po = 4.2$$

$$Pt = 3.0$$

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

$$\Delta PSI = 1.20$$

## 5. MÓDULO RESILIENTE (Mr)

El módulo resiliente es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante, el cual para su cálculo, deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia determinado de acuerdo a las recomendaciones del AASHTO

$$\text{CBR} = 52 \%$$

$$\text{Mr} = 32035.61 \text{ PSI}$$

$$\text{Número Estructural requerido } \text{SN} = 4.177$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a ( Ecuación II):

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.20 + 8.07$$

16.564 ... Ecuación I

$$9.36 \times \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(\text{Mr})$$

16.564 ... Ecuación II

NÚMERO ESTRUCTURAL (SN).

$$\text{SN} = a1 \times d1 + a2 \times d2 \times m2 + a3 \times d3 \times m3$$

SN	=	Número Estructural.
a1,2,3	=	Coefficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase.
d1,2,3	=	Espesores (en cm) de las capas: superficial, base y subbase.
m2,3	=	Coefficiente de drenaje para las capas: superficial, base y subbase.

$$a1 = 0.2362 \text{ /cm}$$

$$a2 = 0.054 \text{ /cm}$$

$$a3 = 0.047 \text{ /cm}$$

CALIDAD DE DRENAJE

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

$$m2 = 0.9$$

$$m3 = 0.9$$

Espesor de capa Superficial  $D1 = 10.00 \text{ Cm}$

Espesor de Base  $D2 = 15.00 \text{ Cm}$

Espesor de Subbase  $D3 = 30.00 \text{ Cm}$

Número Estructural requerido  $\text{SN} = 4.177$

Número Estructural calculado  $\text{SN} = 4.360$

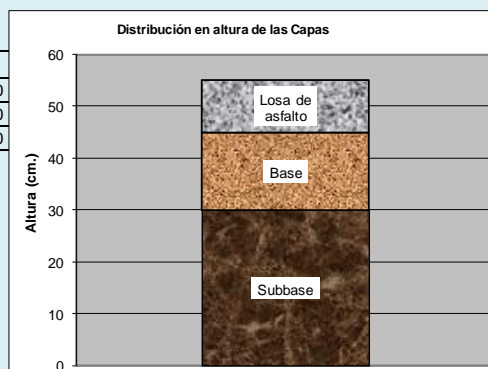
Comparando ambos "SN"

**CUMPLE**

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Asfáltico  
Base Granular  
Subbase granular

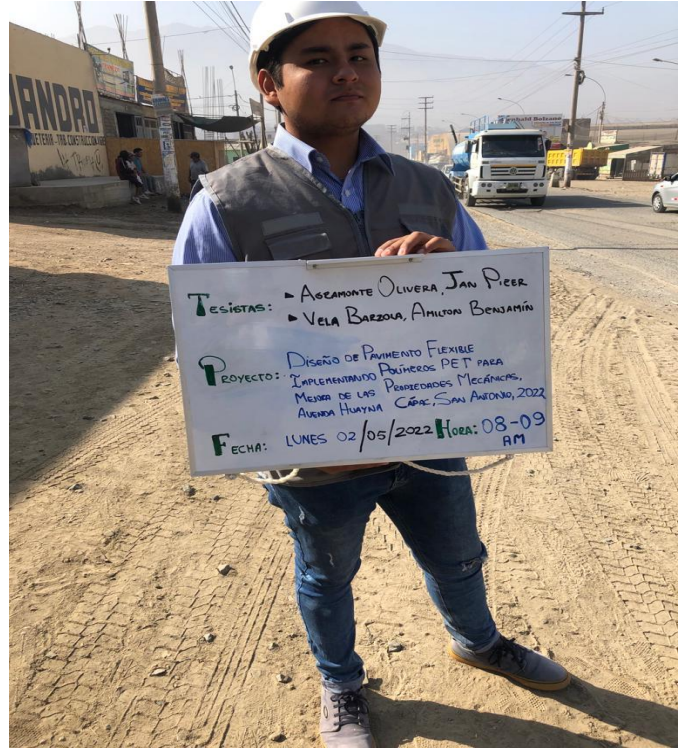
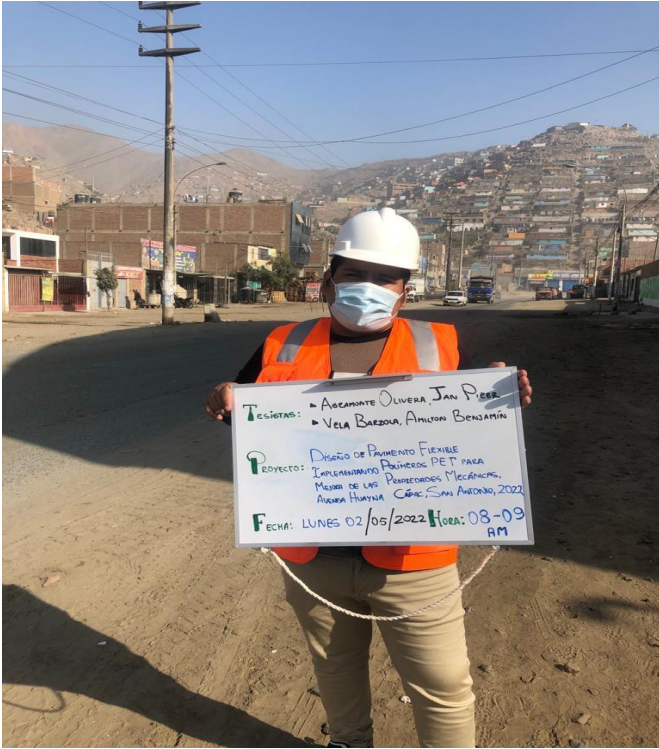
	Pulg.	Cm.
e=	0.039	10.00
e=	0.059	15.00
e=	0.118	30.00



**ANEXO 10**  
**Panel Fotográfico**

# PANEL FOTOGRÁFICO DEL CONTEO VEHICULAR

## LUNES



Conteo vehicular - 8:00 a.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

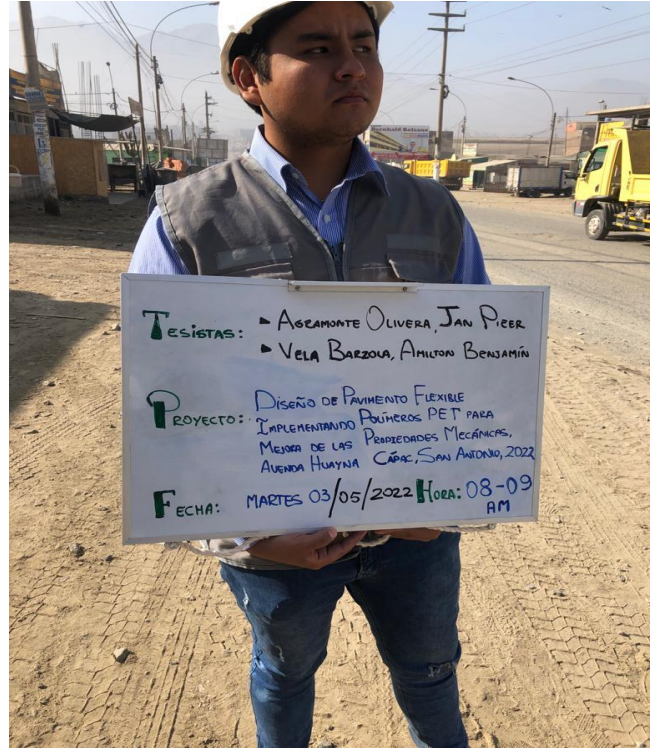


Conteo vehicular - 8:00 p.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

# PANEL FOTOGRÁFICO DEL CONTEO VEHICULAR

**MARTES**



Conteo vehicular - 8:00 a.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

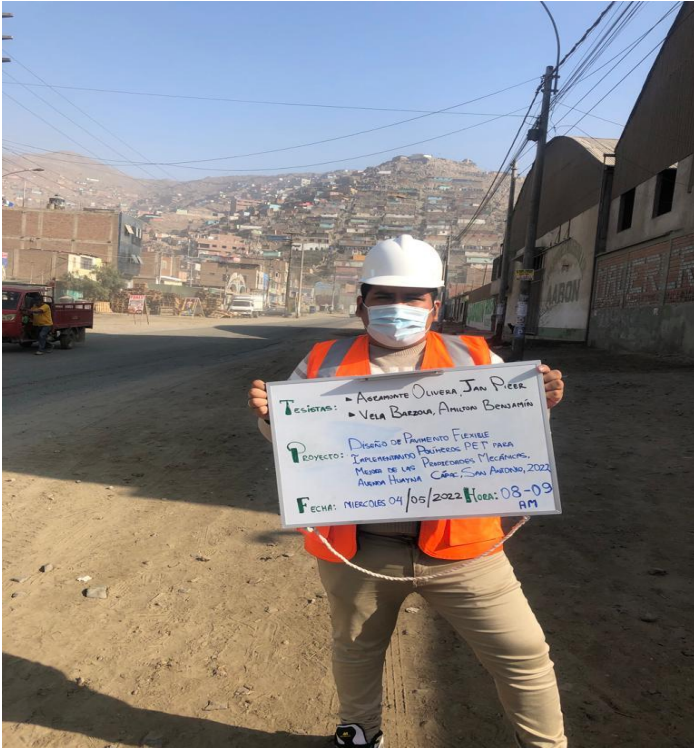


Conteo vehicular - 8:00 p.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

# PANEL FOTOGRÁFICO DEL CONTEO VEHICULAR

## MIÉRCOLES



Conteo vehicular - 8:00 a.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

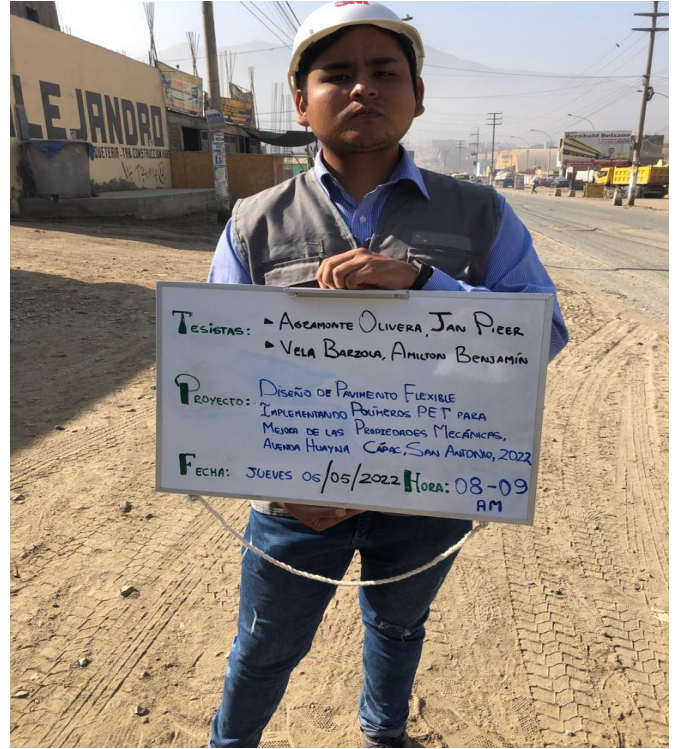


Conteo vehicular - 8:00 p.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

# PANEL FOTOGRÁFICO DEL CONTEO VEHICULAR

**JUEVES**



Conteo vehicular - 8:00 a.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

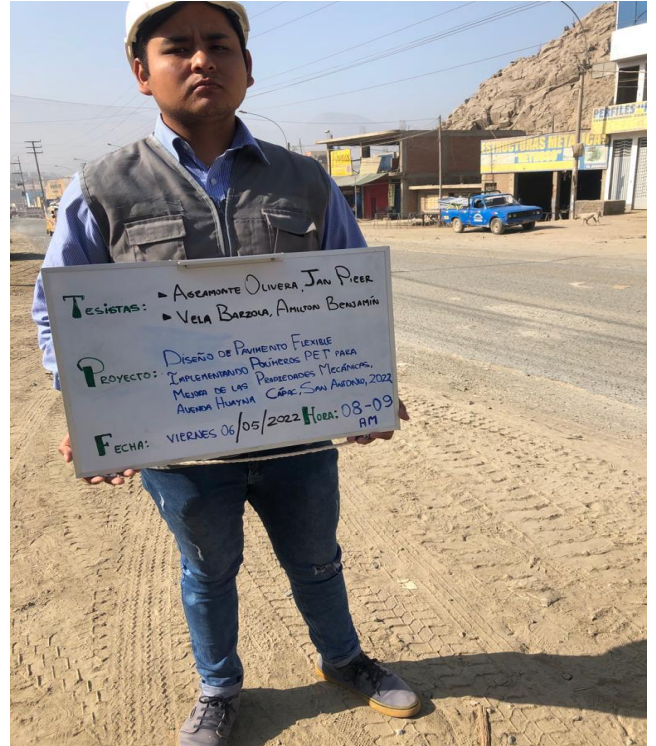


Conteo vehicular - 8:00 p.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

## PANEL FOTOGRÁFICO DEL CONTEO VEHICULAR

### VIERNES



Conteo vehicular - 8:00 a.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia



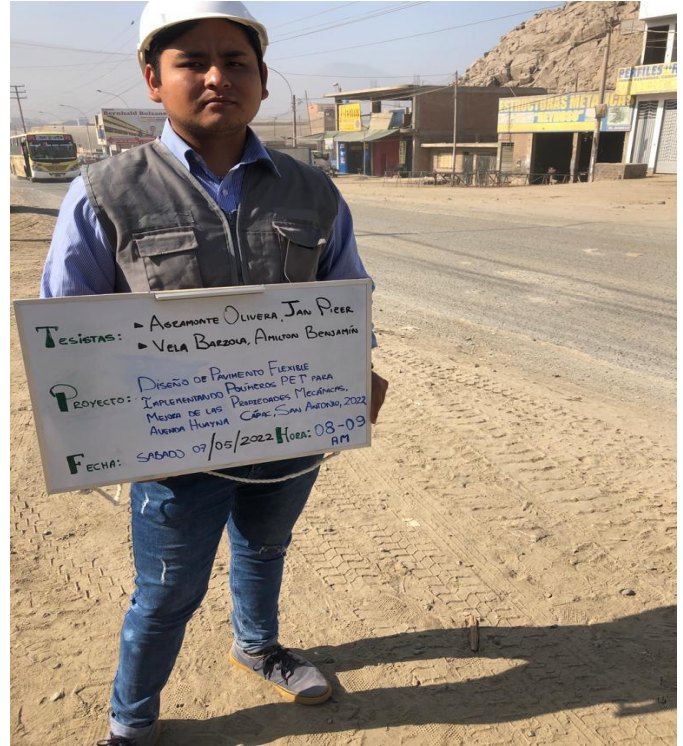
Conteo vehicular - 8:00 p.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia



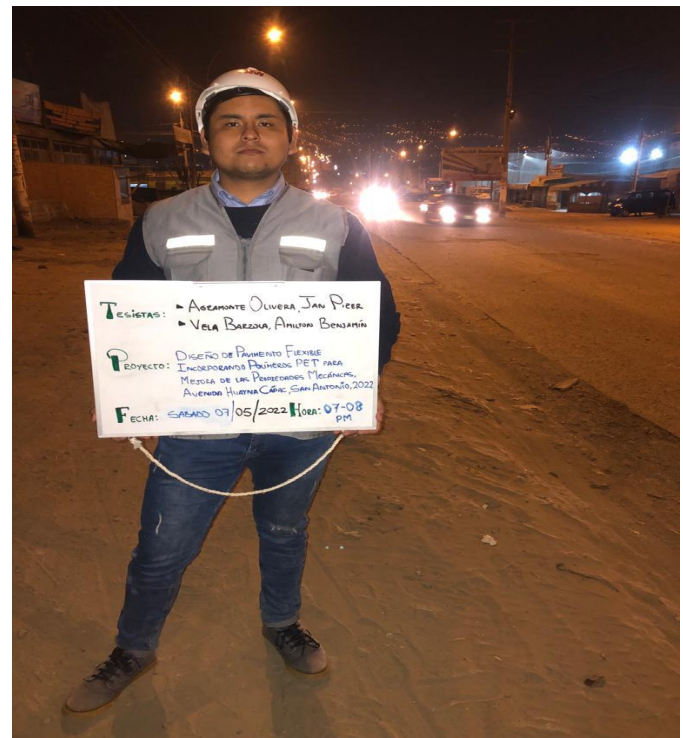
# PANEL FOTOGRÁFICO DEL CONTEO VEHICULAR

SÁBADO



Conteo vehicular - 8:00 a.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

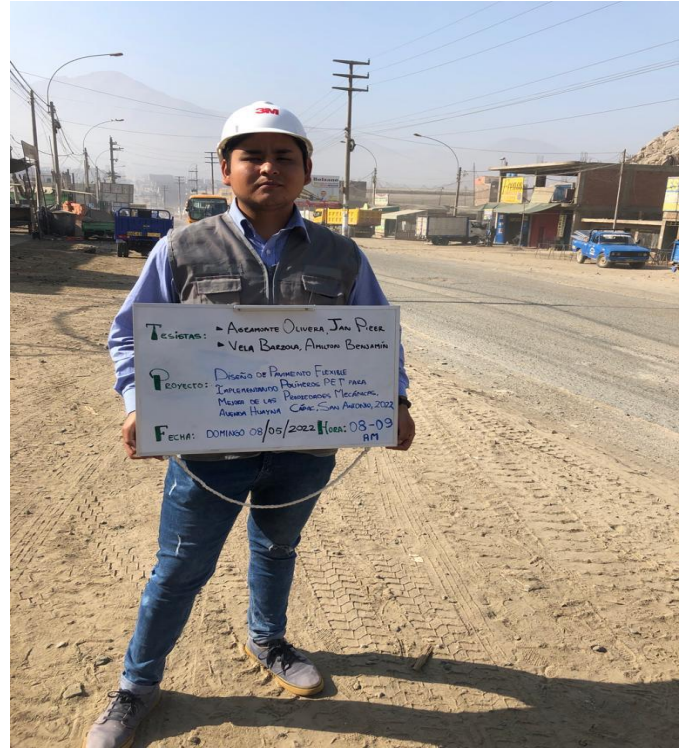


Conteo vehicular - 8:00 p.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia

# PANEL FOTOGRÁFICO DEL CONTEO VEHICULAR

DOMINGO



Conteo vehicular - 8:00 a.m. de la Av. Huayna Cápac

Fuente: Elaboración Propia



Conteo vehicular - 8:00 p.m. de la Av. Huayna Cápac

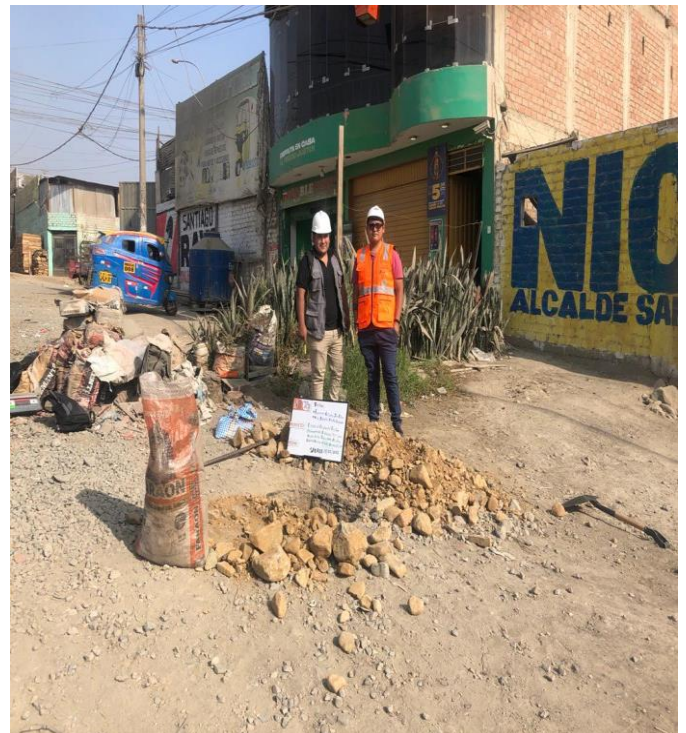
Fuente: Elaboración Propia

## PANEL FOTOGRÁFICO DE CALICATAS



*Calicata N°1 - Av. Huayna Cápac*

*Fuente: Elaboración Propia*



*Calicata N°2 - Av. Huayna Cápac*

*Fuente: Elaboración Propia*

**ANEXO 11**  
**Ensayos de Laboratorio**



LABORATORIO GEOTÉCNICO

FORMULARIO

Código : D-03

Revisión : 1

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Fecha : -

Página : 1-3

INFORME N° : JCH 22-078  
 SOLICITANTE : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN  
 ENTIDAD : -  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
 UBICACIÓN : AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO

Datos de la Muestra:

Cantera : -  
 Calloota : C-1  
 Muestra : M-1  
 Prof. (m) : 0.00-1.50  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Fecha de Recepción : 08/05/2022  
 Fecha de Ejecución : 09/05/2022  
 Fecha de Emisión : 11/05/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 2240,0

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	86,8	3,9	96,1
3/4"	19,05	82,9	3,7	92,4
3/8"	9,525	146,0	6,5	85,9
N° 4	4,750	200,1	8,9	77,0
N° 10	2,000	319,8	14,3	62,7
N° 20	0,840	439,6	19,6	43,1
N° 40	0,425	288,5	12,9	30,2
N° 60	0,250	206,4	9,2	21,0
N° 140	0,106	165,7	7,4	13,6
N° 200	0,074	25,2	1,1	12,5
-200		279,0	12,5	0,0

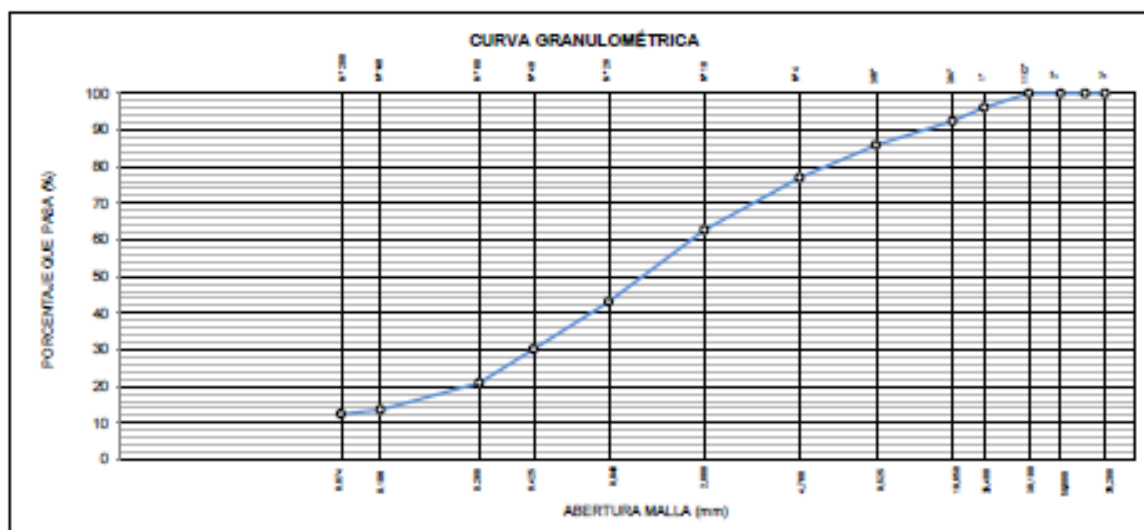
% Grava [N° 4 < f < 3"]	23,0
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	64,5
% Fines (< N° 200)	12,5

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	17,8
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	15,7
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	2,1

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	2,1

CLASIFICACION	
CLASIFICACION SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)

Descripción de la muestra : ARENA LIMOSA



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


- Equipos Usados
- Bal-TAJ4001-N°1
  - Hor-01-jch
  - Equipo de Casagrande ELE
  - Bal-GE402F-N°2



*JCH*  
 Jean Chavez R  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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

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

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

**INFORME N°** : JCH 22-079  
**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
**UBICACIÓN** : AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	:	-	Fecha de Recepción	:	08/05/22
Calicata	:	C-1	Fecha de Ejecución	:	09/05/22
Muestra	:	M-1	Fecha de Emisión	:	11/05/22
Prof. (m)	:	0,00-1,50			
Progresiva	:	-			
Coordenadas	:	-			

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	724,2	650,3
Peso de suelo seco + tara g	710,8	638,0
Peso de tara g	84,7	66,8
Peso de agua g	13,4	12,3
Peso de suelo seco g	626,1	571,2
Contenido de agua %	2,1	2,2
Contenido de Humedad (%)	2,1	

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

**Equipos Usados**  
 Bal-TAJ4001-N°1  
 Hor-01-jch



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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



LABORATORIO GEOTECNICO

FORMULARIO

Código : D-04  
Revisión : 1  
Fecha : -  
Página : 3-3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

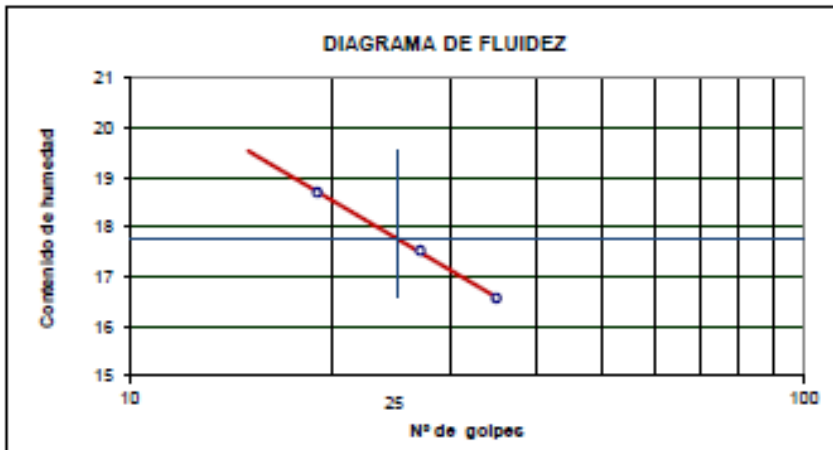
ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

INFORME N° : JCH 22-079  
SOLICITANTE : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN  
ENTIDAD : -  
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
UBICACIÓN : AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO

Datos de la Muestra

Cantera : -  
Calicata : C-1  
Muestra : M-1  
Prof. (m) : 0,00-1,50  
Progresiva : -  
Coordenadas : -  
Fecha de Recepción : 08/05/22  
Fecha de Ejecución : 09/05/22  
Fecha de Emisión : 11/05/22

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
NÚMERO DE GOLPES	36	27	18		
PESO DE LA LATA (gr)	31,20	28,71	28,26	26,78	28,28
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)	47,62	46,01	44,18	33,22	38,66
PESO LATA + SUELO SECO (g)	46,20	42,28	41,87	32,21	36,67
PESO AGUA (g)	2,32	2,73	2,51	1,01	0,98
PESO SUELO SECO (g)	14,00	15,57	13,42	6,43	6,3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16,6	17,5	18,7	15,7	15,6



LÍMITE LÍQUIDO (%)	17,8
LÍMITE PLÁSTICO (%)	15,7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2,1

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



Jean Chavez R  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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



LABORATORIO GEOTÉCNICO

FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código : D-03

Revisión : 1

Fecha : -

Página : 1-3

INFORME N° : JCH 22-078  
 SOLICITANTE : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN  
 ENTIDAD : -  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
 UBICACIÓN : AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO

**Datos de la Muestra:**

Cantera : -  
 Calicata : C-2  
 Muestra : M-1  
 Prof. (m) : 0.00-1.50  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Fecha de Recepción : 08/05/2022  
 Fecha de Ejecución : 09/05/2022  
 Fecha de Emisión : 11/05/2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 4801,5

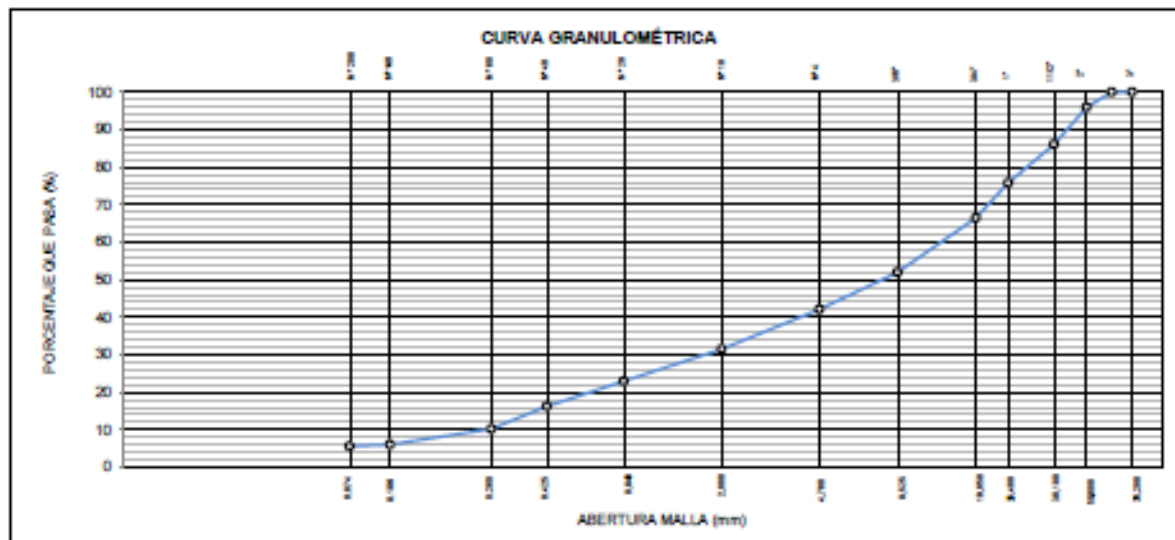
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	-	-	100,0
2"	50,80	193,8	4,0	96,0
1 1/2"	38,10	475,8	9,9	86,1
1"	25,40	492,7	10,3	75,8
3/4"	19,05	449,0	9,4	66,4
3/8"	9,525	696,2	14,5	51,9
N° 4	4,760	474,2	9,9	42,1
N° 10	2,000	509,6	10,6	31,5
N° 20	0,840	410,3	8,5	22,9
N° 40	0,425	318,5	6,6	16,3
N° 60	0,260	290,3	6,0	10,2
N° 140	0,106	199,6	4,2	6,1
N° 200	0,074	25,0	0,5	5,6
-200		266,5	5,6	0,0

% Grava [N° 4 < f < 3"]	57,9
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	38,5
% Fines (< N° 200)	5,6

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	17,8
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	16,7
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	2,1

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	1,7

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GP-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)
Descripción de la muestra :	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO



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

- Equipos Usados
- Bal-TAJ4001-N°1
  - Hor-01-jch
  - Equipo de Casagrande ELE
  - Bal-SE402F-N°2




*JCH*  
 Jean Chavez R  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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



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

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

**INFORME N°** : JCH 22-079  
**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
**UBICACIÓN** : AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	: -		
Calicata	: C-2		
Muestra	: M-1		
Prof. (m)	: 0,00-1,50	Fecha de Recepción	: 08/05/22
Progresiva	: -	Fecha de Ejecución	: 09/05/22
Coordenadas	: -	Fecha de Emisión	: 11/05/22

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	882,7	771,2
Peso de suelo seco + tara g	869,7	759,4
Peso de tara g	82,6	95,5
Peso de agua g	13,0	11,8
Peso de suelo seco g	787,1	663,9
Contenido de agua %	1,7	1,8
Contenido de Humedad (%)	1,7	

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


**Equipos Usados**  
 Bal-TAJ4001-N°1  
 Hor-01-jch



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

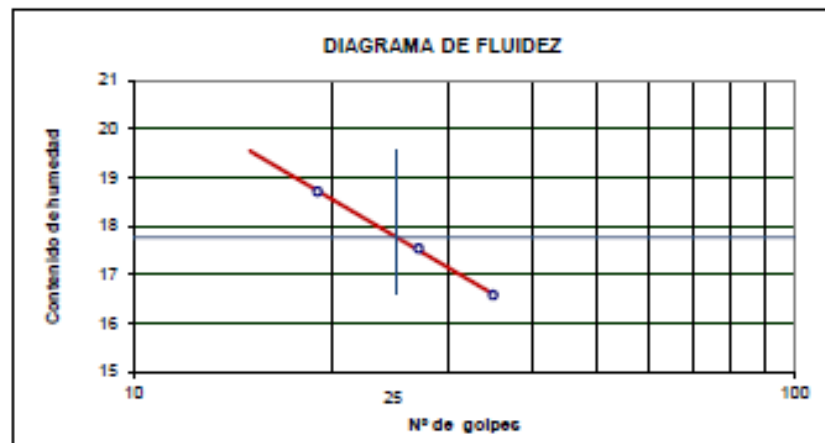
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

**INFORME N°** : JCH 22-079  
**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
**UBICACIÓN** : AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO

**Datos de la Muestra**

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 08/05/22
Calicata	: C-2	Fecha de Ejecución	: 09/05/22
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 11/05/22
Prof. (m)	: 0,00-1,50		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
NÚMERO DE GOLPES	36	27	18		
PESO DE LA LATA (gr)	31,20	28,71	28,26	26,78	29,28
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)	47,62	46,01	44,18	33,22	38,66
PESO LATA + SUELO SECO (g)	46,20	42,28	41,87	32,21	36,67
PESO AGUA (g)	2,32	2,73	2,51	1,01	0,98
PESO SUELO SECO (g)	14,00	15,57	13,42	6,43	6,3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16,6	17,5	18,7	15,7	15,6



LÍMITE LÍQUIDO (%)	17,8
LÍMITE PLÁSTICO (%)	15,7
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	2,1

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



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-18
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 338.141 / ASTM D-1557

Nº INFORME : JCH 22-078 Fecha de Recepción : 08/05/22  
 SOLICITANTE : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN Fecha de Ejecución : 08/05/22  
 ENTIDAD : -  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
 UBICACIÓN : AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO

FECHA : MAYO.-2022

Calloata : C-2 Cota : - Clasificación SUCS : GP-GM  
 Muestra : M-1 Via : - Clasificación AASHTO : A-1-a(0)  
 Prof.(m) : 0,00-1,60 Coordenadas : -

Peso específico : -  
 Método : C

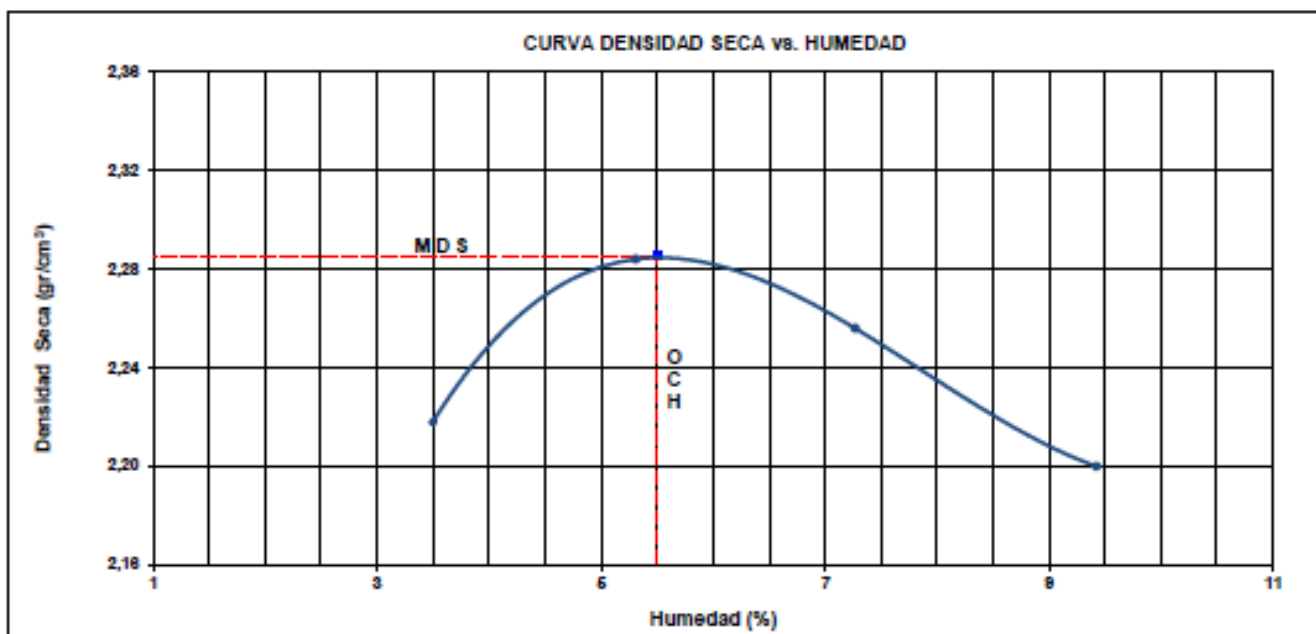
**COMPACTACIÓN**

Prueba Nº	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11306	11638	11688	11642
Peso del Molde (gr)	6424	6424	6424	6424
Peso suelo compacto (gr)	4881	5114	5145	5118
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2126,2	2126,2	2126,2	2126,2
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,296	2,405	2,420	2,407
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,218	2,284	2,256	2,200

**HUMEDAD**

Tara Nº	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	413,4	487,8	602,2	688,8
Tara + suelo seco (gr)	401,1	447,0	471,7	660,0
Peso del agua (gr)	12,3	20,9	30,5	46,6
Peso de tara (gr)	48,7	63,8	62,2	66,8
Peso suelo seco (gr)	351,4	383,4	419,5	494,4
Contenido de humedad(%)	3,5	5,3	7,3	9,4

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2,286 (gr/cm<sup>3</sup>)  
 Óptimo Contenido Humedad(%) : 6,6 (%)



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

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-Nº3
Bal-TAJ4001-Nº1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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

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

Nº INFORME : JCH 22-078  
SOLICITANTE : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN  
ENTIDAD : -  
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLÍMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"

Fecha de Recepción : 08/06/22  
Fecha de Ejecución : 08/06/22

UBICACIÓN : AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO  
FECHA : MAYO.-2022

Calleata : C-2  
Muestra : M-1  
Prof.(m) : 0,00-1,60  
MDS (gr/cm3) : 2,285  
OCH (%) : 5,6

Cota : -  
Vía : -  
Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GP-GM  
Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

COMPACTACIÓN

Nº molde	I		II		III	
	68		26		10	
Nº de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12882	12860	12720	12818	11807	11882
Peso del Molde (gr)	7738	7738	7696	7696	7068	7068
Peso suelo compacto (gr)	5154	5212	5024	5120	4739	4894
Volumen del suelo (cm3)	2138	2138	2144	2144	2128	2128
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,411	2,438	2,344	2,388	2,227	2,300
Densidad seca (gr/cm3)	2,285	2,299	2,220	2,240	2,114	2,149

HUMEDAD

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	828,3	676,8	800,0	686,4	683,3	687,9
Tara + suelo seco (gr)	683,8	646,8	671,1	662,4	637,6	663,3
Peso del agua (gr)	29,7	29,8	28,9	33,0	25,8	34,6
Peso de tara (gr)	61,8	62,1	62,8	66,8	66,8	61,8
Peso suelo seco (gr)	541,8	493,7	518,5	496,8	481,6	491,5
Contenido de humedad(%)	5,5	6,0	5,6	6,6	5,4	7,0

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/06/2022	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
10/06/2022	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
11/06/2022	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
12/06/2022	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
13/06/2022	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

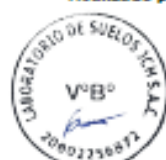
PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb/pulg2	CBR (%)		Lb/pulg2	CBR (%)		Lb/pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		36,0			25,2			14,4		
0,050		138,1			96,6			55,2		
0,075		249,7			174,8			99,9		
0,100	1000	364,2	618,8	62,0	255,0	383,8	38,4	145,7	208,0	20,8
0,125		474,4			332,1			189,8		
0,150		615,4			430,8			246,1		
0,175		743,1			520,2			297,3		
0,200	1500	865,0	1030,0	88,7	605,5	730,0	48,7	346,0	420,0	28,0
0,300		1352,6			946,8			541,1		
0,400		1805,0			1263,5			722,0		
0,500		2261,7			1583,2			904,7		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Equipo usados  
Bal-R31P30-Nº3  
Bal-TAJ4001-Nº1  
Hor-01-JCH  
Maq. Ensayo 50Kn

Realizado por




*J. Chavez R*  
Jean Chavez R  
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



*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

**SOLICITANTE** AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, AMILTON BENJAMIN  
**PROYECTO** "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"		Cant. Dorita - Arena chancada								RESULTADO DE MEZCLA	
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76,200												
2 1/2"	63,500												
2"	50,800												
1 1/2"	38,100												
1"	25,400												
3/4"	19,050		100,0										100,0
1/2"	12,700	27,9	72,1									8,4	91,6
3/8"	9,525	24,0	48,1		100,0							7,2	84,4
1/4"	6,350	35,1	13,1	4,5	95,5							13,6	70,8
N° 4	4,760	11,0	2,1	8,5	87,0							9,3	61,5
N° 6	3,360	1,0	1,0	11,2	75,7							8,2	53,3
N° 8	2,380	1,0	0,0	7,5	68,2							5,6	47,7
N° 10	2,000			10,7	57,5							7,4	40,3
N° 16	1,190			8,7	48,8							6,1	34,2
N° 20	0,840			8,6	40,2							6,1	28,1
N° 30	0,590			7,2	33,0							5,0	23,1
N° 40	0,426			6,0	27,0							4,2	18,9
N° 50	0,297			3,6	23,4							2,5	16,4
N° 80	0,177			8,8	14,6							6,2	10,2
N° 100	0,149			1,7	13,0							1,1	9,1
N° 200	0,074			2,7	10,2							2,0	7,1
-200	-			10,2	-							7,1	-

OBSERVACIONES :



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**N° INFORME JCH 22-079**

**SOLICITANTE** AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIERRE & VELA BARZOLA, AMILTON BEN MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.

**PROYECTO** "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLÍMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022" : Polímeros (PET)

**CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.

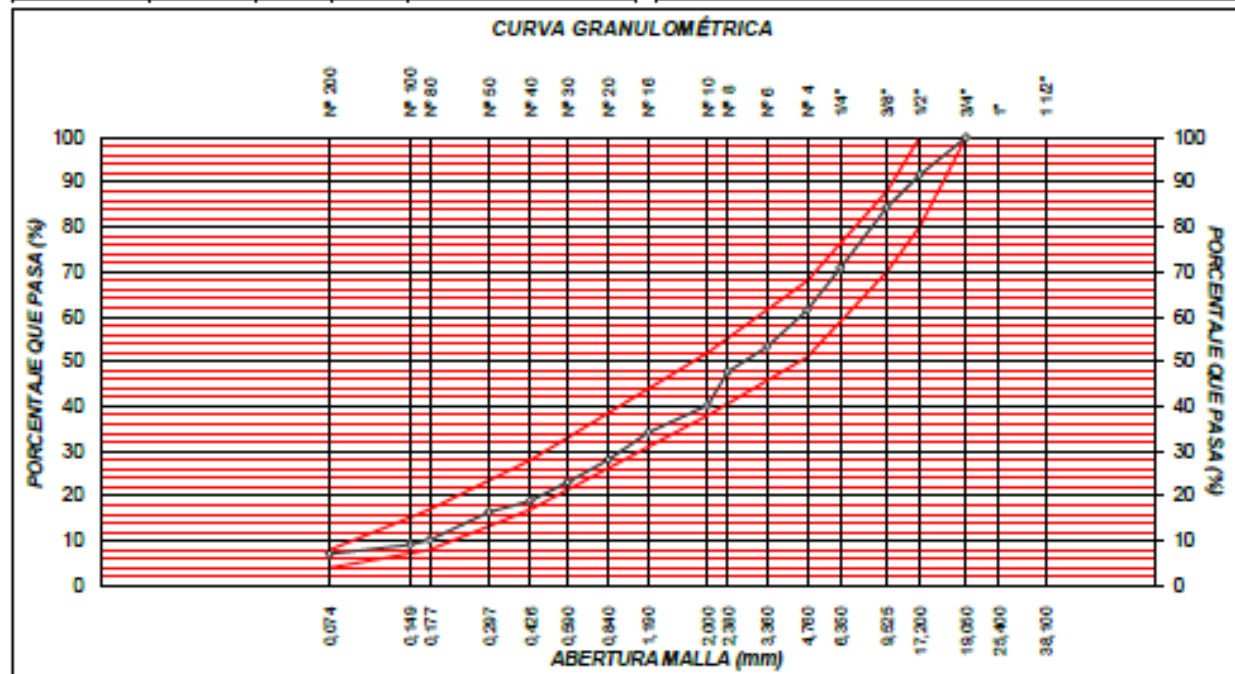
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02 **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

**MEZCLA DE AGREGADOS**

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE				
	ABERTURA (mm)	RETENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	MAC-2
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
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	0,425	4,2	18,9	17	- 28
N° 60	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	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
<b>PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS</b>	
(1) Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"	- 30%
(2) Cant. Dorita - Arena chancada	- 70%
<b>PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE</b>	
- AGREGADO GRUESO	- 39%
- AGREGADO FINO	- 61%
<b>OBSERVACIONES :</b>	
- Especificaciones del MTC EG-2013	



**Observaciones:**  
- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.



*Chavez*  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-154

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLÍMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.  
**CANTIDAD** : 100 kg. 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envasado metálico.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02 **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

#### 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 PISO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5		5,0			
2 % DE AGREGADO GRUISO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	28,65		28,50			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	66,85		66,50			
4 % DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA	--		--			
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010		1,010			
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUISO-BULK (MENOR 1°)	2,738		2,738			
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718		2,718			
8	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62,7	66,1	64,0	64,0	62,8	63,5
10 PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.204,4	1.222,8	1.216,4	1.212,7	1.218,2	1.216,5
11 PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SBDO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.210,1	1.226,2	1.220,7	1.220,0	1.219,0	1.228,0
12 PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	722,5	718,1	718,0	722,0	723,0	724,0
13 PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	487,6	513,1	502,7	498,0	496,0	499,0
14 PISO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	5,7	3,9	4,3	7,3	5,8	6,5
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,17	0,76	0,86	1,47	1,17	1,30
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2463	2375	2412	2428	2439	2431
17 PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,470	2,382	2,420	2,435	2,446	2,438
18 PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,695		2,672			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,4	11,6	10,2	8,9	8,5	8,8
20 PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724		2,724			
21 V.M.A. (%)	13,4	16,5	15,2	15,1	14,7	15,0
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	37,7	29,6	32,8	41,3	42,4	41,6
23 PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,925		2,925			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,6		2,6			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,1		2,6			
26 FLUJO (0,01 Pulgada)	12,0	10,0	11,0	15,0	16,0	15,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	880,0	930,0	900,0	1.080,0	930,0	1.000,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	915,0	967,0	936,0	1.123,0	967,0	1.040,0

LMA (620)  
JCH  
O.S. N°203

Lima, 07 de Mayo del 2022.



*chavez*  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



*Javier Ulloa*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193867



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-154

SOLICITANTE : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022" IDENTIFICACIÓN : La que se indica.  
 CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.  
 PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/05/02 FECHA DE ENSAYO : 2022/05/02 al 2022/05/17.

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 PISO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50		6,00			
2 % DE AGRGADO GRUBO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	28,35		28,20			
3 % DE AGRGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	66,15		65,80			
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA	--		--			
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010		1,010			
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGRGADO GRUBO-BULK (MENOR 1")	2,738		2,738			
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGRGADO FINO - BULK	2,718		2,718			
8	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,9	59,8	60,2	61,0	61,7	61,2
10 PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.220,7	1.175,7	1.205,6	1.219,5	1.230,7	1.225,0
11 PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.223,5	1.178,2	1.206,0	1.220,7	1.232,5	1.226,2
12 PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	735,7	703,1	725,0	740,5	746,9	743,0
13 PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	487,8	475,1	483,0	480,2	485,6	483,2
14 PISO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2,8	2,5	2,4	1,2	1,8	1,2
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,57	0,53	0,50	0,25	0,37	0,25
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2495	2467	2489	2532	2527	2528
17 PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,502	2,475	2,496	2,540	2,534	2,535
18 PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,651		2,632			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5,6	6,7	5,8	3,5	3,7	3,7
20 PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGRGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724		2,724			
21 V.M.A.	13,2	14,2	13,4	12,4	12,5	12,5
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	57,6	53,2	56,4	71,7	70,3	70,6
23 PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGRGADO TOTAL	2,928		2,933			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGRGADO TOTAL (%)	2,6		2,6			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3,1		3,5			
26 FLUJO (0,01 Pulgada)	16,0	16,0	16,0	17,0	17,0	18,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.250,0	1.077,0	1.180,0	1.350,0	1.420,0	1.450,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.300,0	1.120,0	1.227,0	1.404,0	1.477,0	1.508,0

LMA (120)  
JCH  
02.N°203




*JCH*  
Jean Chavez R  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

Lima, 07 de Mayo del 2022.



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193867

 <b>LAB SUELOS JCH S.A.C.</b> <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código formulario	A-11
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	3 de 5

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**N° INFORME JCH 22-154**

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SANANTONIO, 2022"  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02

**IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.  
**CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

**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 PISO DE LA MEZCLA TOTAL		6,50				
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA		28,05				
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA		65,45				
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA		--				
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010				
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1°)		2,738				
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2,718				
8		--				
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,4	62,0	61,8			
10 PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.227,4	1.281,7	1.281,0			
11 PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.228,2	1.283,1	1.282,0			
12 PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	741,8	742,7	741,0			
13 PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	486,4	490,4	491,0			
14 PISO DE AGUA ABOVIDA (gr.) (B-A)	0,8	1,4	1,0			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,16	0,29	0,20			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2516	2504	2500			
17 PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,523	2,512	2,507			
18 PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2,612				
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3,4	3,8	4,0			
20 PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2,724				
21 V.M.A.	13,4	13,8	13,9			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	74,7	72,2	71,2			
23 PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,996				
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		2,7				
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		4,0				
26 FLUJO (lit/ Pulgada)	19,0	20,0	19,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.250,0	1.125,0	1.300,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.300,0	1.170,0	1.352,0			

LMA (B20)  
 JCH  
 OS. N°203




*Chavez*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

Lima, 07 de Mayo del 2022.



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

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

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**N° INFORME JCH 22-154**

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER & VELA BARZOLA, **AMUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
**IDENTIFICACIÓN** : La que se Indica.  
**CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02 **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

**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 Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2,529	2,540	2,530
- Vacíos, %	:	5,0	4,5	3,7
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	63,0	67,0	72,0
- V.M.A., %	:	13,3	13,4	13,7
- Estabilidad, lb (kN)	:	3120,0 (13,88)	3180,0 (14,15)	3050,0 (13,57)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	17,2 (4,3)	17,8 (4,5)	18,8 (4,7)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3212,1	
- Absorción de Asfalto, %	:		2,6	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0	

**Proporciones de mezcla :**

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

**Materiales :**

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)

**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: 2022/04/25.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (SGO)  
JCH  
O.S. N°203

Lima, 07 de Mayo del 2022.



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

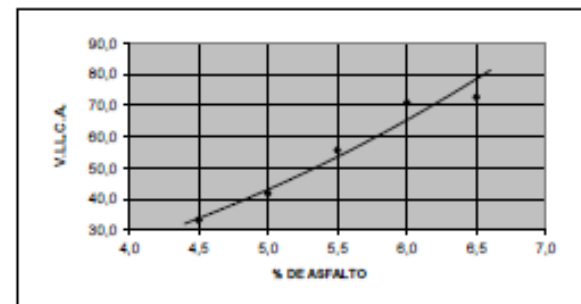
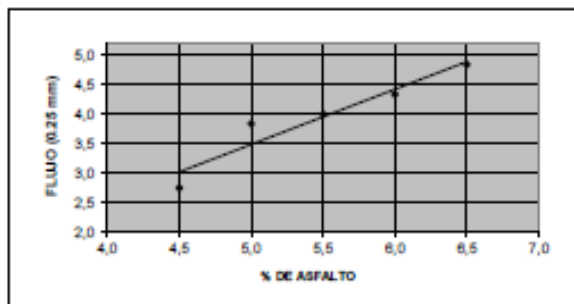
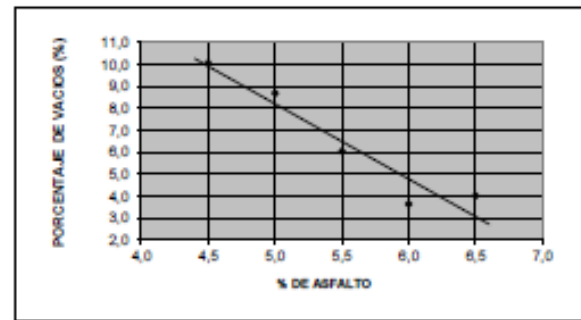
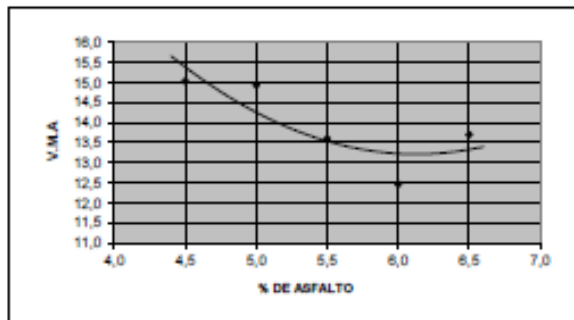
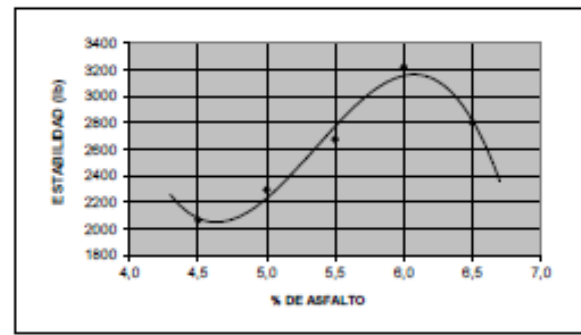
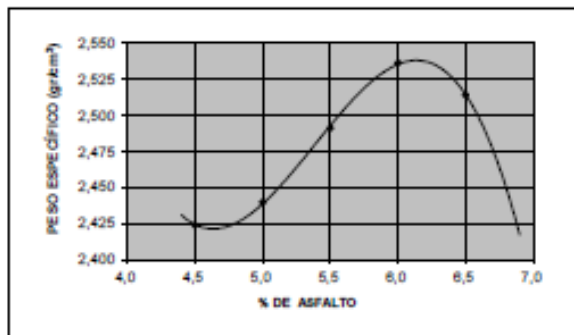


  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**N° INFORME JCH 22-154**

<b>SOLICITANTE</b>	: AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA,	<b>MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: La que se indica.
		<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
		<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/05/02	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2022/05/02 al 2022/05/17.


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



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

Lima, 07 de Mayo del 2022.

*Jean Chavez R*  
 Jean Chavez R  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

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

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

**N° INFORME JCH 22-079**

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLÍMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SANANTONIO, 2022" **CANTIDAD** : 100 kg. 01 gl.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

### 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 PISO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5		5,0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	28,65		28,50			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	66,85		66,50			
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA	--		--			
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010		1,010			
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738		2,738			
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718		2,718			
8	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,4	63,8	2,3	61,7	64,5	63,0
10 PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.208,0	1.208,4	1.206,8	1.206,2	1.211,6	1.209,0
11 PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.207,9	1.214,5	1.213,0	1.210,6	1.221,3	1.214,0
12 PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	711,0	714,0	706,0	721,0	720,1	726,4
13 PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	496,9	500,5	507,0	489,6	501,2	487,6
14 PISO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	4,9	6,1	6,2	4,4	9,7	5,0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,99	1,22	1,22	0,90	1,94	1,03
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2414	2407	2373	2456	2410	2472
17 PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,421	2,414	2,380	2,464	2,417	2,479
18 PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,680		2,661			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9,7	9,9	11,2	7,4	9,2	6,8
20 PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724		2,724			
21 V.M.A. (%)	15,1	15,4	16,6	14,1	15,7	13,5
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	36,0	35,6	32,7	47,4	41,7	49,5
23 PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,906		2,911			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,3		2,4			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,3		2,7			
26 FLUJO (litro Pulgada)	12,0	12,0	11,0	13,0	13,0	15,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.245,0	1.175,0	1.245,0	1.245,0	1.299,0	1.265,5
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.295,0	1.222,0	1.295,0	1.295,0	1.351,0	1.316,0

LMA (11)  
JCH  
OS. N°79

Lima, 19 de Mayo del 2022.



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

*Jean Chavez R*  
 Jean Chavez R  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-079

SOLICITANTE : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO 7% de FET  
 POLIMEROS FET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022" CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.  
 PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022/05/02. FECHA DE ENSAYO : 2022/05/02 al 2022/05/17.

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 PISO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50			6,00		
2 % DE AGREGADO GRUBO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	28,35			28,20		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	66,15			65,80		
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA	--			--		
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUBO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63,5	61,4	62,7	61,5	62,3	63,0
10 PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.214,9	1.219,4	1.215,8	1.216,0	1.225,6	1.221,4
11 PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.220,1	1.227,5	1.228,0	1.217,4	1.227,7	1.228,4
12 PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	726,4	724,8	722,4	740,3	741,2	740,7
13 PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	493,7	502,7	500,6	477,1	486,5	482,7
14 PISO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	5,2	8,1	7,2	1,4	2,1	2,0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,05	1,61	1,44	0,29	0,43	0,41
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2453	2418	2421	2541	2512	2523
17 PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,461	2,426	2,429	2,549	2,519	2,530
18 PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,642			2,621		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6,9	8,2	8,1	2,8	3,9	3,5
20 PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A.	14,6	15,8	15,7	12,0	13,1	12,7
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	53,0	48,2	48,6	77,0	70,4	72,8
23 PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,916			2,918		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,4			2,5		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3,2			3,7		
26 FLUJO (lit/ Pulgada)	16,0	16,0	15,0	17,0	17,0	18,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.397,0	1.482,0	1.402,0	1.495,0	1.503,6	1.578,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.453,0	1.541,0	1.458,0	1.555,0	1.564,0	1.641,0

LMA (120)  
JCH  
05.N289



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

Lima, 19 de Mayo del 2022.

*Jean Chavez R*  
Jean Chavez R  
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 22-079

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIERRE & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLÍMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022" **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

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 PISO DE LA MEZCLA TOTAL	6,50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	28,05					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	65,45					
4 % DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA	~					
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010					
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1')	2,738					
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718					
8	~					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63,9	61,4	66,0			
10 PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.211,0	1.227,4	1.229,0			
11 PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.213,0	1.228,1	1.230,2			
12 PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	724,5	736,0	734,0			
13 PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	488,5	492,1	496,2			
14 PISO DE AGUA ABSORBIDA (gr.) (B-A)	2,0	0,7	1,2			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,41	0,14	0,24			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2472	2487	2469			
17 PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,479	2,494	2,477			
18 PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,601					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4,7	4,1	4,8			
20 PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724					
21 V.M.A.	14,9	14,4	15,0			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	68,5	71,5	68,2			
23 PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,921					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	2,5					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4,2					
26 FLUJO (BUT Pulgada)	19,0	18,0	19,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.191,0	1.388,0	1.245,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.239,0	1.444,0	1.295,0			

LMA (9/20)  
JCH  
O.S. N°203

Lima, 19 de Mayo del 2022.



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

*Jean Chavez R*  
Jean Chavez R  
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**N° INFORME JCH 22-079**

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO 7% de PET  
 POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
**CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

**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 Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2,501	2,510	2515,000
- Vacíos, %	:	6,0	5,1	4,7
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	60,0	63,0	68,0
- V.M.A., %	:	14,0	14,0	14,1
- Estabilidad, lb (kN)	:	3470,0 (15,44)	3480,0 (15,48)	3405,0 (15,15)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	16,5 (4,1)	17,2 (4,3)	18,0 (4,5)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3678,6	
- Absorción de Asfalto, %	:		2,5	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0	

**Proporciones de mezcla :**

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

**Materiales :**

- Tipo de Asfalto : PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso : Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino : Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- PET: : 7% (en peso del cemento asfáltico)

**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: 2022/05/02.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (020)  
 JCH  
 O.S. N°203

Lima, 19 de Mayo del 2022.



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

  
 Jean Chavez R.  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

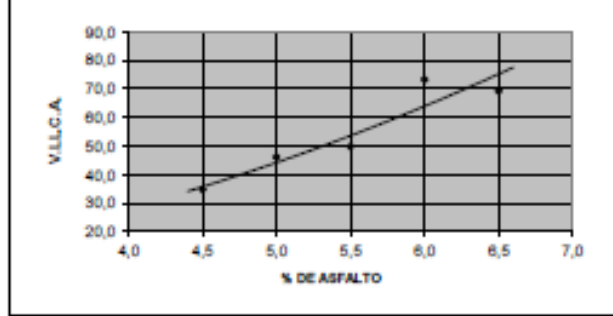
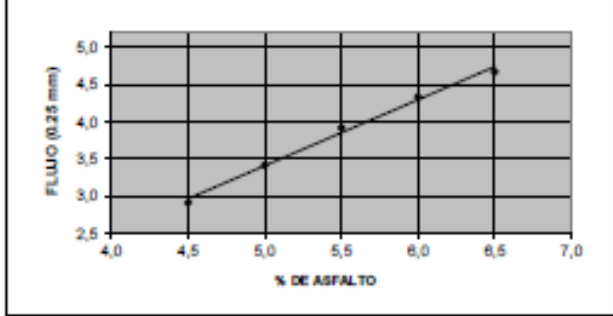
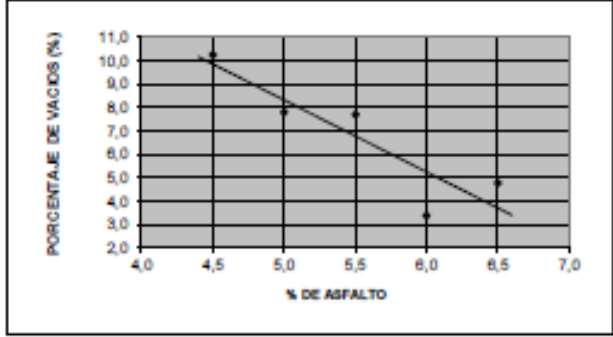
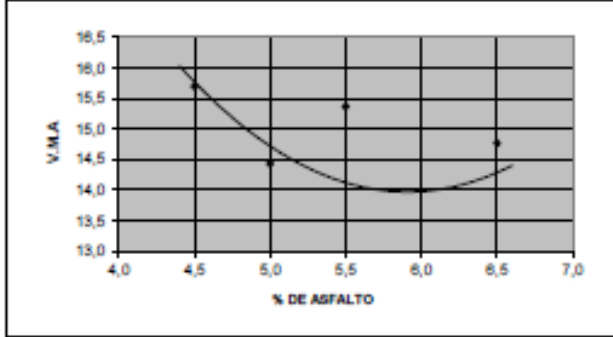
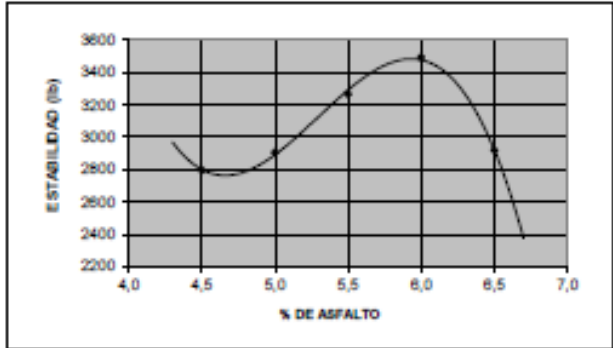
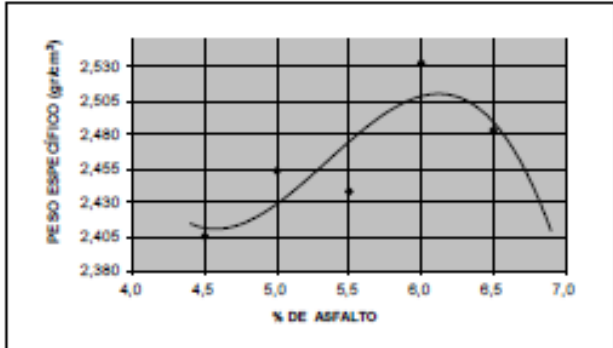





**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**N° INFORME JCH 22-079**

<b>SOLICITANTE</b>	: <b>AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIEER &amp; VELA BARZOLA, AI MUESTRA</b>	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"	: 7% de PET
	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/05/02.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 2022/05/02 al 2022/05/17.

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



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

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-079

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLÍMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SANANTONIO, 2022" **CANTIDAD** : 100 kg. 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

#### 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 PISO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5		5,0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	28,65		28,50			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA	66,85		66,50			
4 % DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA	--		--			
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010		1,010			
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738		2,738			
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718		2,718			
8	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	64,3	62,0	62,8	62,2	63,4	62,9
10 PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.213,2	1.206,6	1.209,0	1.206,1	1.204,2	1.205,0
11 PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.224,0	1.216,0	1.217,3	1.211,0	1.211,8	1.211,0
12 PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	723,1	718,9	714,0	724,8	719,3	721,4
13 PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	500,9	497,1	503,3	486,2	492,5	489,6
14 PISO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	10,8	9,2	8,3	4,9	7,6	6,0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	2,16	1,85	1,65	1,01	1,54	1,23
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2415	2420	2395	2473	2438	2454
17 PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,422	2,428	2,402	2,481	2,445	2,461
18 PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,620		2,601			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	7,6	7,3	8,3	4,6	6,0	5,4
20 PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724		2,724			
21 V.M.A. (%)	15,1	14,9	15,8	13,5	14,7	14,2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	49,9	50,7	47,3	65,7	59,3	62,1
23 PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,833		2,836			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1,4		1,5			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3,1		3,6			
26 FLUJO (0,01 Pulgada)	13,0	12,0	12,0	14,0	13,0	14,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.145,0	1.065,0	1.189,0	1.325,0	1.311,0	1.485,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.191,0	1.108,0	1.237,0	1.378,0	1.363,0	1.544,0

LMA (620)  
JCH  
OS. N203


Lima, 19 de Mayo del 2022.



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

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



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

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-079

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO 9% de PET  
 POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SANANTONIO, 2022" **CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

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

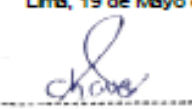
N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50			6,00		
2 % DE AGRIGADO GRUBO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	28,35			28,20		
3 % DE AGRIGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	66,15			65,80		
4 % DE TEREPHTALATO DE POLIETILENO EN PESO DE LA MEZCLA	~			~		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGRIGADO GRUBO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGRIGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8	~			~		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63,4	65,8	64,1	62,8	63,1	62,3
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.219,3	1.217,9	1.216,4	1.196,5	1.222,6	1.220,4
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.226,8	1.225,7	1.226,0	1.199,5	1.226,7	1.224,6
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	734,0	729,0	735,0	709,4	731,5	729,0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	492,8	496,7	491,0	490,1	495,2	495,6
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	7,5	7,8	7,6	3,0	4,1	4,2
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,52	1,57	1,55	0,61	0,83	0,85
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2467	2445	2474	2434	2461	2455
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,474	2,452	2,481	2,441	2,469	2,462
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D2041	2,580			2,561		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4,1	5,0	3,8	4,7	3,6	3,9
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGRIGADO TOTAL (gr./cm³)	2,724			2,724		
21 V.M.A.	14,2	14,9	13,9	15,8	14,8	15,0
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A.	71,1	66,7	72,5	70,4	75,7	74,3
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGRIGADO TOTAL	2,837			2,839		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGRIGADO TOTAL (%)	1,5			1,5		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4,1			4,6		
26 FLUJO (0,01 Pulgada)	17,0	16,0	16,0	18,0	17,0	17,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.477,0	1.586,0	1.501,0	1.312,0	1.357,0	1.345,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.536,0	1.649,0	1.561,0	1.364,0	1.411,0	1.399,0

LMA (720)  
JCH  
OS.N203




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

Lima, 19 de Mayo del 2022.

  
 Jean Chavez R  
 Ttc. Suelos, Asfalto y Concreto



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

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### N° INFORME JCH 22-079

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO 9% de PET  
 POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022" **CANTIDAD** : 100 kg. 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

### 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 PISO DE LA MEZCLA TOTAL		6,50				
2 % DE AGREGADO GRUBO (> N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA		28,05				
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PISO DE LA MEZCLA		65,45				
4 % DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN PISO DE LA MEZCLA		~				
5 PISO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010				
6 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUBO-BULK (MENOR 1")		2,738				
7 PISO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2,718				
8		~				
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	63,0	62,5	63,0			
10 PISO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.248,2	1.209,4	1.222,0			
11 PISO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.244,6	1.211,9	1.223,9			
12 PISO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	731,0	716,0	719,0			
13 PISO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETAS (gr.) (B-C)	513,6	495,9	504,9			
14 PISO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1,4	2,5	1,9			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,27	0,50	0,38			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 20° C (kg/m³)	2413	2431	2413			
17 PISO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,421	2,439	2,420			
18 PISO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2,540				
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	4,7	4,0	4,7			
20 PISO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2,724				
21 V.M.A.	16,9	16,3	16,9			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	72,2	75,6	72,1			
23 PISO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,839				
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		1,5				
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		5,1				
26 FLUJO (0,01 Pulgada)	20,0	20,0	19,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.189,0	1.185,0	1.085,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.237,0	1.232,0	1.128,0			

LMA (S/20)  
JCH  
O.S. N°203


Lima, 19 de Mayo del 2022.



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

  
 Jean Chavez R  
 Ttc. Suelos, Asfalto y Concreto



	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 22-079

**SOLICITANTE** : AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIER & VELA BARZOLA, MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO 9% de PET  
 POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"  
**CANTIDAD** : 100 kg, 01 gl.  
**PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2022/05/02. **FECHA DE ENSAYO** : 2022/05/02 al 2022/05/17.

#### 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, % *	:	5,6	6,0
- Peso Específico bulk, g/cm <sup>3</sup>	:	2,460	2,459
- Vacíos, %	:	5,2	4,4
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	66,0	72,0
- V.M.A., %	:	14,4	15,1
- Estabilidad, lb (kN)	:	3150,0 (14,01)	3270,0 (14,55) 3100,0 (13,79)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	16,3 (4,1)	17,0 (4,3) 18,0 (4,5)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3456,7
- Absorción de Asfalto, %	:		1,5
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0

##### Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	30,0
(2) Agregado fino, % *	:	70,0

##### Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (30%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (70%)
- PET:	:	9% (en peso del cemento asfáltico)

##### 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: 2022/05/02.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la Interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (920)  
JCH  
O.S. N°203

Lima, 19 de Mayo del 2022.



  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



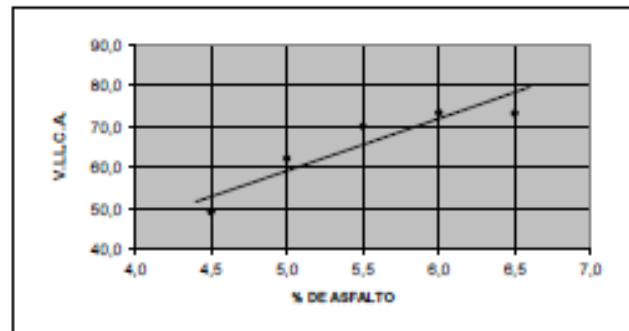
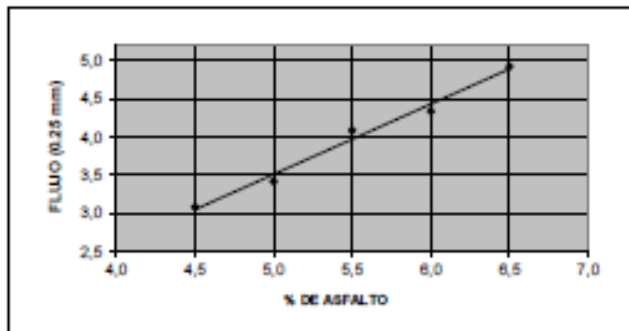
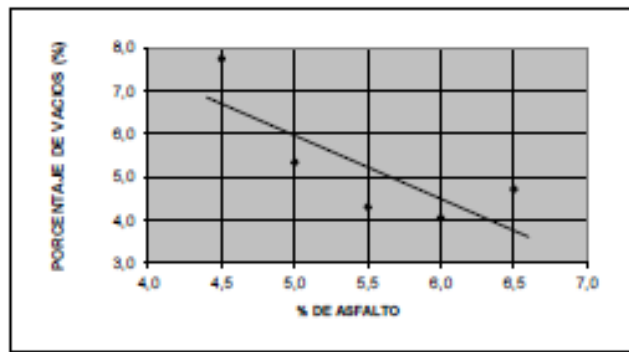
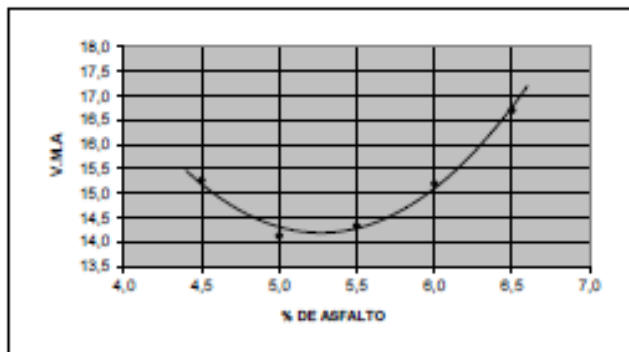
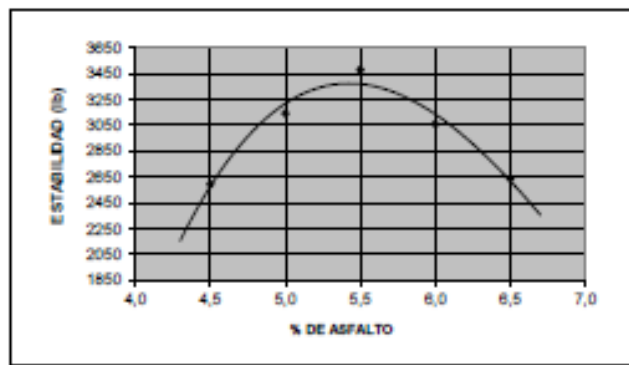
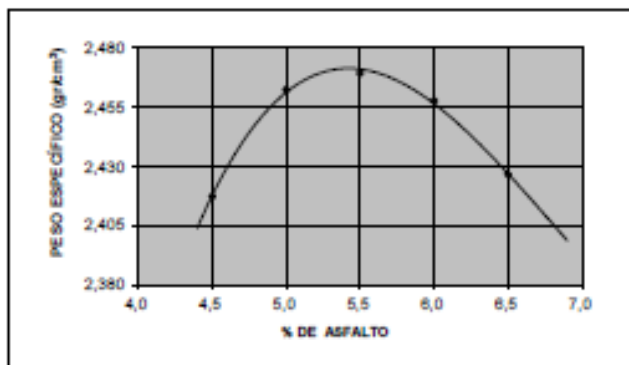
  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**N° INFORME JCH 22-079**

<b>SOLICITANTE</b>	: AGRAMONTE OLIVERA, JAN PIERER & VELA BARZOLA, AJMUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
<b>PROYECTO</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE IMPLEMENTANDO POLIMEROS PET PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS, AVENIDA HUAYNA CAPAC, SAN ANTONIO, 2022"	: 9% de PET
	<b>CANTIDAD</b>	: 100 kg, 01 gl.
	<b>PRESENTACIÓN</b>	: Sacos y envase metálico.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2022/05/02.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 2022/05/02 al 2022/05/17.

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



**ANEXO 12**  
**Certificados**



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1609 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022  
Fecha de emisión : 2022-05-17

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. Indicados 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  
16 - MAYO - 2022

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

5. Trazabilidad

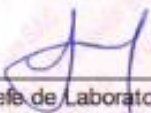
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,1	23,1
Humedad %	63	64

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 S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1609 - 2022

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
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDA TOMADA	54,43	1,60	26,90	46,77	50,70	150,01	124,78	9,98	2,24	13,35
	54,43	1,77	26,95	46,77	50,55	150,02	124,66	9,99	2,20	13,40
	54,43	1,74	26,95	46,77	50,65	150,00	124,77	9,98	2,23	13,45
	54,43	1,76	26,90	46,77	50,65	150,04	124,73	9,96	2,10	13,43
	54,43	1,72	26,95	46,77	50,60	150,10	124,75	9,96	2,16	13,46
	54,43	1,77	26,90	46,77	50,71	150,05	124,70	9,98	2,20	13,40
PROMEDIO	54,43	1,73	26,93	46,77	50,64	150,04	124,73	9,98	2,19	13,42
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA +	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,43	-0,27	-0,08	-0,23	0,64	0,04	-0,27	-0,03	0,19	-0,08

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	84 %

FIN DEL DOCUMENTO



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



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 120 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 091-2022  
**Fecha de emisión** : 2022-05-17

**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** : P Y S 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

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  
16 - MAYO - 2022

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

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 0442 - 2021	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2022	PUNTO DE PRECIÓN

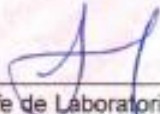
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,2	23,1
Humedad %	64	65

#### 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 PRECIÓN S.A.C.



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

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

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

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



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 120 - 2022

Página : 2 de 2

### EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Dimensiones del Tambor :

DIÁMETRO	ANCHO
722 mm	480 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	418,13 g	46,74 mm
Peso de Esfera 2	418,14 g	46,73 mm
Peso de Esfera 3	418,23 g	46,74 mm
Peso de Esfera 4	418,14 g	46,74 mm
Peso de Esfera 5	418,16 g	46,74 mm
Peso de Esfera 6	418,25 g	46,74 mm
Peso de Esfera 7	418,36 g	46,74 mm
Peso de Esfera 8	418,17 g	46,74 mm
Peso de Esfera 9	418,16 g	46,74 mm
Peso de Esfera 10	418,21 g	46,74 mm
Peso de Esfera 11	418,23 g	46,74 mm
Peso de Esfera 12	418,18 g	46,74 mm
Total	5018,36 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  $\pm$  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 Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

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

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
Fecha de Emisión : 2022-05-18

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. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8338210058

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-003

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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. Método de Calibración

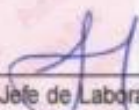
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOP.

### 4. Lugar de Calibración

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



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	23,0	23,1
Humedad Relativa	64,4	64,4

6. Trazabilidad

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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO"

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g		Carga L2= 30 000,0 g			
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E (g)		
					Temp. (°C)	Temp. (°C)
			23,1	23,0		
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
9	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima			0,3	0,3		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Página: RLC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10.0	10	0.8	-0.3	10 000.0	10 000	0.9	-0.4	-0.1
2		10	0.9	-0.4		10 000	0.6	-0.1	0.3
3		10	0.7	-0.2		10 000	0.7	-0.2	0.0
4		10	0.6	-0.1		10 001	0.6	0.9	1.0
5		10	0.8	-0.3		10 000	0.8	-0.3	0.0
					Error máximo permitido : ± 2 g				

(\*) valor entre 0 y 10 s

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10.0	10	0.7	-0.2						
50.0	50	0.6	-0.1	0.1	50	0.8	-0.3	-0.1	1
500.0	500	0.9	-0.4	-0.2	500	0.7	-0.2	0.0	1
2 000.0	2 000	0.7	-0.2	0.0	2 000	0.6	-0.1	0.1	1
5 000.0	5 000	0.8	-0.3	-0.1	5 000	0.8	-0.3	-0.1	1
7 000.0	7 000	0.9	-0.4	-0.2	7 000	0.9	-0.4	-0.2	2
10 000.0	10 000	0.8	-0.3	-0.1	10 000	0.8	-0.3	-0.1	2
15 000.0	15 000	0.7	-0.2	0.0	15 000	0.7	-0.2	0.0	2
20 000.0	20 000	0.9	-0.4	-0.2	19 999	0.6	-1.1	-0.9	2
25 000.0	25 000	0.8	-0.3	-0.1	24 999	0.8	-1.3	-1.1	3
30 000.0	30 000	0.9	-0.4	-0.2	30 000	0.9	-0.4	-0.2	3

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 9,78 \times 10^{-8} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,62 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 1,49 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza M: Carga incrementada E: Error encontrado E<sub>0</sub>: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-332-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
Fecha de Emisión : 2022-05-18

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. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SE402F

Número de Serie : B145294230

Alcance de Indicación : 400 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real ( d ) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : BAL-002

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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. Método de Calibración

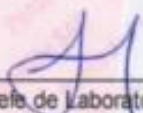
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

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



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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 DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033**



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-332-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	22,9	23,1
Humedad Relativa	66,3	67,2

**6. Trazabilidad**

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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 400,00 g  
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 399,90 g para una carga de 400,00 g  
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

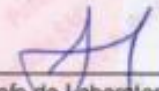
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 22,9			Final 23,1		
	Carga L1* 200,000 g			Carga L2* 400,001 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	200,00	0,008	-0,003	400,01	0,007	0,007
2	200,01	0,007	0,008	400,00	0,006	-0,002
3	200,00	0,006	-0,001	400,00	0,008	-0,004
4	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,009	-0,005
5	199,99	0,009	-0,014	400,01	0,007	0,007
6	200,01	0,007	0,008	400,00	0,006	-0,002
7	200,01	0,006	0,009	400,00	0,007	-0,003
8	200,01	0,008	0,007	400,00	0,006	-0,002
9	200,01	0,009	0,006	400,00	0,006	-0,004
10	200,01	0,007	0,008	400,00	0,009	-0,005
Diferencia Máxima			0,023			0,012
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-332-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de $E_c$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	AL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	f (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,100	0,10	0,007	-0,002	130,000	130,01	0,006	0,009	0,011
2		0,10	0,009	-0,004		129,99	0,008	-0,013	-0,009
3		0,10	0,007	-0,002		130,01	0,009	0,006	0,008
4		0,10	0,008	-0,003		129,99	0,007	-0,012	-0,009
5		0,10	0,009	-0,004		129,99	0,006	-0,011	-0,007

Temp (°C) Inicial: 23,1 Final: 23,1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	f (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	f (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,200	0,20	0,008	-0,004	-0,001	0,20	0,008	-0,003	0,000	0,1
2,000	2,00	0,007	-0,002	0,001	2,00	0,006	-0,001	0,002	0,1
10,000	10,00	0,006	-0,001	0,002	10,00	0,008	-0,003	0,000	0,1
50,000	50,00	0,008	-0,003	0,000	50,00	0,009	-0,004	-0,001	0,1
70,000	70,00	0,009	-0,004	-0,001	70,00	0,007	-0,002	0,001	0,2
100,000	100,00	0,007	-0,002	0,001	100,00	0,005	-0,001	0,002	0,2
150,000	150,00	0,006	-0,001	0,002	150,01	0,008	0,007	0,010	0,2
200,000	200,00	0,008	-0,003	0,000	200,00	0,009	-0,004	-0,001	0,2
300,001	300,01	0,008	0,005	0,008	300,00	0,007	-0,003	0,000	0,3
400,001	400,01	0,007	0,007	0,010	400,01	0,007	0,007	0,010	0,3

± emp: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,77 \times 10^{-6} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{7,87 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 2,91 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga incrementada E: Error encontrado Ec: Error en cero Er: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
Fecha de Emisión : 2022-05-18

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. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : PX224/E

Número de Serie : B623960516

Alcance de Indicación : 220 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 1 mg

División de Escala Real (d) : 0,1 mg

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-004

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

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



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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 DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,0	23,0
Humedad Relativa	66,3	66,3

**6. Trazabilidad**

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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud E2)	LM-C-180-2021

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 220,0000 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 219,9994 g para una carga de 220,0000 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 110,00004 g		Carga L2= 220,00003 g	
	I (g)	ΔL (mg)	I (g)	ΔL (mg)
1	109,9999	0,0	220,0000	0,0
2	110,0001	0,0	220,0000	0,0
3	110,0002	0,0	220,0001	0,0
4	110,0002	0,0	220,0000	0,0
5	110,0002	0,0	220,0000	0,0
6	110,0001	0,0	220,0001	0,0
7	110,0001	0,0	220,0002	0,0
8	110,0002	0,0	219,9999	0,0
9	110,0001	0,0	219,9998	0,0
10	110,0002	0,0	219,9999	0,0
Diferencia Máxima		0,3	0,4	
Error máximo permitido ±		2 mg	± 3 mg	



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

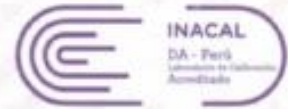
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

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



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-333-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Table with columns: Posición de la Carga, Determinación de E0, Determinación del Error corregido. Includes temperature data (23.0 °C) and error limits (± 2 mg).

(\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns: Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, z emp (mg). Lists various weights and their associated errors.

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 6.24x10^-7 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(1.83x10^-2 mg^2 + 3.05x10^-10 x R^2)

R: Lectura de la balanza, ΔL: Carga Incrementada, E: Error encontrado, E0: Error en cero, Ec: Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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 PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022  
Fecha de emisión : 2022-05-17

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 : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 17051  
Capacidad de Prensa : 2000 kN  
Código de Identificación : SPE-007

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

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.

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 esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,0	22,8
Humedad %	67	66


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

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 PP

# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LFP - 363 - 2022

Página 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACI3N (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,910	100,901	-0,91	-0,90	100,9	-0,90	0,01
200	201,939	201,968	-0,97	-0,98	202,0	-0,97	-0,01
300	302,853	301,917	-0,88	-0,64	302,3	-0,76	0,25
400	403,966	403,877	-0,99	-0,97	403,9	-0,97	0,02
500	502,906	503,062	-0,58	-0,61	503,0	-0,59	-0,03
600	604,717	604,688	-0,79	-0,78	604,7	-0,78	0,01
700	705,177	705,471	-0,74	-0,78	705,3	-0,75	-0,04

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACI3N

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 Correlaci3n :  $R^2 = 1$

Ecuaci3n de ajuste :  $y = 0,9931x - 0,3715$

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

GRÁFICO N° 1

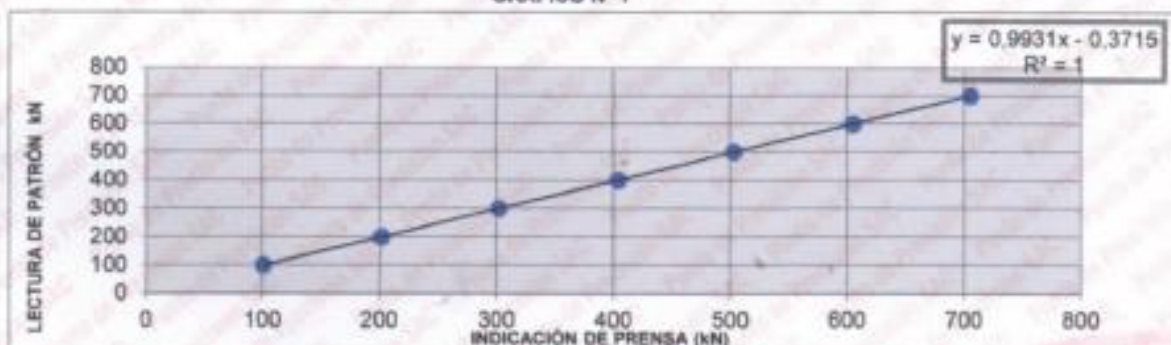


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



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 PRECISIÓN 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 17025:2006 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-05P-21F 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

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

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

Fecha de emisión: 12 de abril de 2019

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/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

