

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO
FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON
PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE
EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y
JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Miria Chavez Cojal
Jorge Rolando Vega Calua

Asesor:

Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
<https://orcid.org/0000-0002-4644-063X>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	71106769
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	CARLOS RUDENCINO CALUA CARRASCO	71573678
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ITALO BENDEZÚ CHECCLO	47050486
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

Dedicamos el presente proyecto a Dios por ser el inspirador para cada uno de nuestros pasos; a nuestros padres Celso, Agripina, Napoleón y Betty, por ser los guías en el sendero de cada acto que realizamos hoy, mañana y siempre; a nuestra familia en general, por ser el incentivo para seguir adelante con este objetivo.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirnos tener y disfrutar a nuestra familia, gracias a nuestra familia por apoyarnos en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día nos demuestra lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser; gracias a nuestros padres Celso, Agripina, Napoleón y Betty, por permitirnos cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en nosotros.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Objetivos	19
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	22
CAPÍTULO III: RESULTADOS	29
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	60
REFERENCIAS	66
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ubicación del sitio</i>	29
Tabla 2. <i>Ubicación Geográfica</i>	29
Tabla 3. <i>Clasificación de la vida</i>	32
Tabla 4. <i>Descripción geométrica de la vía</i>	32
Tabla 5: <i>(IMDA) Registro promedio de los vehículos.</i>	34
Tabla 6. <i>Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las desviaciones</i>	35
Tabla 7. <i>Muestra del carril Sur a Norte</i>	37
Tabla 8. <i>Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las desviaciones</i>	38
Tabla 9. <i>Muestra del carril Sur a Norte</i>	39
Tabla 10. <i>Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las desviaciones</i>	40
Tabla 11. <i>Muestra del carril Norte a Sur</i>	41
Tabla 12. <i>Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las desviaciones</i>	42
Tabla 13. <i>Muestra del carril Sur a Norte</i>	43
Tabla 14. <i>Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las desviaciones.</i>	44
Tabla 15. <i>Muestra del carril Sur a Norte</i>	46
Tabla 16. <i>Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las desviaciones</i>	47
Tabla 17. <i>Muestra del carril Sur a Norte</i>	48
Tabla 18. <i>Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las desviaciones.</i>	49
Tabla 19. <i>Muestra del carril Norte a Sur</i>	50
Tabla 20. <i>Histograma del ensayo N° 2 del carril Sur a Norte – progresiva 00+552 a 00+152 m</i>	51
Tabla 21. <i>Muestra del carril Norte a sur</i>	52
Tabla 22. <i>Resultado del ensayo de Merlín</i>	53
Tabla 23. <i>Clasificación IRI según los carriles</i>	53
Tabla 24. <i>Escala de rugosidad según el MTC, 2013</i>	54
Tabla 25. <i>Resumen de resultados del IRI y PSI</i>	55
Tabla 26. <i>Escala de serviciabilidad</i>	55
Tabla 27. <i>Escala de serviciabilidad de acuerdo a cada ensayo.</i>	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación política del Perú	30
Figura 2. Ubicación provincial de Cajamarca	30
Figura 3. Ubicación distrital de Cajamarca	31
Figura 4. Ubicación de la zona de estudio.....	31
Figura 5. Sección típica de la Av. vía de evitamiento sur.	32
Figura 6. Estructura típica del pavimento asfáltico	33
Figura 7. Histograma del ensayo N° 1 del carril Sur a Norte – progresiva 00+000 a 00+400 m.....	36
Figura 8. Histograma del ensayo N° 1 del carril Sur a Norte – progresiva 00+400 a 00+548 m.....	39
Figura 9. Histograma del ensayo N° 2 del carril Sur a Norte – progresiva 00+552 a 00+152 m.....	41
Figura 10. Histograma del ensayo N° 2 del carril Norte a Sur – progresiva 00+152 a 00+000.....	43
Figura 11. Histograma del ensayo N° 1 del carril Sur a Norte – progresiva 00+000 a 00+400 m.....	45
Figura 12. Histograma del ensayo N° 1 del carril Sur a Norte – progresiva 00+400 a 00+548 m.....	48
Figura 13. Histograma del ensayo N° 2 del carril Sur a Norte – progresiva 00+552 a 00+152 m.....	50
Figura 14. Histograma del ensayo N°2 del carril Norte a Sur – progresiva 00+152 a 00+000 m.....	52
Figura 15. Curva granulométrica del E-01	58
Figura 16. Curva granulométrica del E-02	58
Figura 17. Límites De Plasticidad del E-01	59
Figura 18. Límites De Plasticidad del E-02	60

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuacion 1. Serviciabilidad	54
Ecuacion 2. Contenido de humedad	57

RESUMEN

Con la presente investigación se busca Analizar el comportamiento de un pavimento flexible luego de realizar el reforzamiento con planchas PET en zonas críticas, para analizar el pavimento emplearemos la norma ASSHTO 1993, el índice de rugosidad (IRI) y el índice de serviciabilidad (PSI) en cual nos permitirá determinar la situación actual de la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr., Gladiolos, Cajamarca 2022. La vía el estudio tiene un $IMDA_s = 7814 \text{ veh/día}$. Para el estudio se empleó la siguiente metodología: enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño experimental, con el equipo de Merlín se realizó un levantamiento topográfico a cada 2 m siendo equivalente a una vuelta de rueda que equivale a 400 m.

Luego se determinó el índice de rugosidad para cada carril: S-N con un IRI= 11.63 m/km, IRI= 5.88 m/km, y un PSI= 0.60, PSI= 1.72, para el carril N-S con un IRI= 9.93 m/km, IRI= 6.47 m/km y un PSI= 0.82, PSI= 1.51. En cambio, al ser reforzado con la plancha PET en el carril S-N se obtuvo un IRI 4.32 m/km, IRI= 1.53 m/km y un PSI= 2.28, PSI= 3.79 y para el carril N-S se obtuvo un IRI= 0.99 m/km, IRI= 1.33 m/km y, PSI= 4.18, PSI= 3.40. Finalmente se llegó a concluir que el reforzamiento de plancha PET beneficiará de manera óptima al pavimento ya que de acuerdo a la escala de rugosidad y serviciabilidad fue de regular, buena y muy buena.

Palabras claves: Rugosidad, serviciabilidad, pavimento flexible, rugosímetro de Merlín, ASSHTO 1993, superficie de rodadura, índice de rugosidad internacional (IRI), índice medio diario anual (IMDA).

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según Arteaga (2018), nos dice que en la ciudad de Bogotá mayormente sus carreteras son de pavimentos flexibles, sin embargo, los problemas desfavorables de los últimos 5 años es que no cumplen con la calidad, durabilidad y seguridad de la que se requiere según las normas del país, por lo tanto, es bueno conocer otros complementos para mejorar las carreteras.

Asimismo, Andrade (2018), precisa que en la ciudad de Valencia la pavimentación es importante, porque contribuye para el beneficio social (comercio y comunicaciones), sin embargo, su problemática es que no cumplen con el mantenimiento requerido, de tal manera que implica la falta de resistencia, calidad y entre otros factores, por lo tanto, se ha empezado a gestionar la implementación de mejoras en el sistema con la finalidad de un mejor servicio vial.

Además, la conservación de pavimento es importante, dado que no generará un gasto innecesario, por lo tanto, estará en perfectas condiciones y genera más comercio. Incluso en los últimos años se vio reflejado el aumento de Polietileno Tereftalato, de tal manera que produce un índice de alto de contaminación, por lo cual, está generando dificultad en el país de Colombia, de tal modo se está experimentando este material para aumentar y mejorar la calidad del pavimento y a la vez combatir con la contaminación de PET, Camacho *et al.*, (2019).

A **nivel nacional** Ordinola (2019), expresa que el pavimento es una parte importante en el transporte, comercio y seguridad, sin embargo, el mal estado que pueda presentar afecta a la población provocando accidentes a causa de agrietamiento, fisuras y

baches. También afectaría a la economía porque no pueden realizar exportaciones u otra actividad que le genere beneficio a la ciudad de Piura.

Teniendo en cuenta a los autores Acuña y Pariona (2021) dan a conocer que el pavimento flexible se encuentra pésimas condiciones en la zona de chilca, debido a fisuras, distorsión y la desintegración que se ha generado por la carga pesada de vehículos, por lo tanto, está ocasionando varios accidentes.

A **nivel local** desde el punto de vista Suárez y Cerquín (2018), nos indica que en la ciudad de Cajamarca presenta un mal estado de pavimento a causa de grietas, zanjas, precipitaciones pluviales y entre otros las cuales producen impedimento a un tránsito seguro y de calidad como requiere la ciudad.

Además, Campos y Irigoín (2020) refieren que en el pavimento flexible carece de varias deficientes en la ciudad de Chota, debido que presenta deterioros muy rápido para su tiempo de vida, por lo tanto, será necesario investigar y realizar un estudio para saber cuál es el problema que afecta, de tal manera, plantear un estudio para corregir esta problemática, a fin de que se mejore y se obtenga beneficios en el futuro de la infraestructura vial.

Según **Estudios previos** realizados a **nivel internacional** en la investigación de los autores Romero *et al.*, (2015) en su artículo "Diseño y evaluación de mezclas asfálticas de pavimentos flexibles con la adición de PET como material constitutivo", su propósito es reducir el aumento del PET y llegó a plantear su metodología que es investigación, además su resultado es que tiene el porcentaje de 13.6, por lo tanto, será beneficio para la mezcla y llegando a la conclusión que el porcentaje obtenido ayudó aumentar estabilidad de los tres ensayos analizados.

Asimismo, Paredes y Aimacaña (2017) manifiestan en su proyecto "Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales", su meta principal es analizar la comparación. La metodología es experimental – aplicada, por lo tanto, como resultado óptimo es al 1 por ciento de PE y 6 por ciento del cemento. Llegando a la conclusión que se debe emplear la temperatura de 120° C.

Tenido en cuenta a Movilla *et al.*, (2019) en su artículo "Efectos del tereftalato de polietileno reciclado (PET) sobre la rigidez de las mezclas asfálticas calientes", su propósito es adicionar PET a las mezclas asfálticas y su metodología es de investigación. Además, como resultado evidenció que el porcentaje es 14, por ende, PET ayuda a la fuerza y a la mayor estabilidad del pavimento flexible. Llegando a la conclusión que esta mezcla ayuda en el adecuado uso para las vías.

Además, Bohórquez y Quintero (2021) mencionan en su tesis "Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS", su meta es comparar método tradicional con la incorporación de PET y su metodología es de búsqueda. Como resultados fue que el mejor aporte en la mezcla asfáltica es el menor volumen del PET y llegando a la conclusión que los porcentajes óptimos es de 0.5 y 2.5 para un mejor pavimento flexible.

Como expresan Herrera y Valencia (2021), en su tesis "Mezcla asfáltica modificada con PET características que aporta el PET (Polietileno Tereftalato) en la mezcla de Asfalto", su finalidad es especificar la incorporación del PET y su metodología es la investigación. Además, como resultado obtuvo que el porcentaje es 4.5, por lo tanto,

mejora las características de mezcla asfáltica y se concluye que los ensayos realizados para el desgaste de la mezcla incorporando PET cumplió con las normas actualizadas.

Para los estudios a **nivel nacional** se tuvo en cuenta el informe de Canta y Vivas (2018) titulado "Diseño de mezclas asfálticas adicionando elastómeros y PET reciclado para cargas de tránsito pesado en vías metropolitanas, Lima 2018", su meta es ver cuál es la resistencia con la incorporación de elastómeros y PET reciclado. También su metodología es experimental y su resultado es que el 1% de la adición de elastómeros y PET es el más óptimo para la carretera, por lo que llegaron a la conclusión que las adiciones son beneficiosas para el medio ambiente.

Igualmente, Osorio (2019), en su proyecto "Aplicación de plástico reciclado para mejorar la funcionalidad del pavimento flexible de la Vía auxiliar - Av. Universitaria Asociación Apavic - Carabaylo - Lima - 2019", su propósito es resolver qué cantidad de plástico se debe emplear para mejorar el pavimento flexible. Además, su metodología es aplicada, experimental y descriptiva. Como resultado es que se añadiendo el porcentaje de 1, 3 y 5 de plástico reciclado dando como respuesta a la deformación por rodadura de la carretera que será más fuerte y estable, por lo tanto, se concluye que el 3 por ciento no debe ascender, porque se visualizará modificaciones que será apreciado en la firmeza del cemento.

Además, Herrera (2019) propone en su investigación "Propiedades mecánicas del pavimento flexible con incorporación de asfalto reciclado y polietileno (PET) en la Av. Condorcanqui Carabaylo, 2019", su propósito es mejorar las características mecánicas del pavimento flexible, por lo cual, su metodología es cuantitativo, aplicativo, explicativo y experimental. El resultado es que mejoró con la incorporación del asfalto reciclado y

PET, por lo que llego a la conclusión que se debe emplear el 2.5 y 1.5% de PET, dado que son porcentajes óptimos para durabilidad del pavimento flexible.

Así mismo, Uribe (2020), en su proyecto de investigación "Aplicación del Polietileno (PET) en pavimento flexible para determinar el comportamiento físico - mecánico en la Av. Los Geranios, Huaral 2020", su meta es determinar el mejoramiento del pavimento flexible con la adición del PET, su metodología es cuantitativa, descriptiva y aplicativa. Además, como resultados dieron que los porcentajes aplicados para mejorar la trabajabilidad son 3;3,5:4 y 4.5 de PET y concluye que la disminución de los porcentajes de vacíos con polímetros aumenta el mejoramiento del pavimento flexible.

Según , Quispe (2020) indica en su tesis "Diseño del pavimento flexible incorporando plástico reciclado en la avenida Huayna Cápac, Santa Rosa 2020", su propósito es definir la adición del plástico reciclado en el pavimento flexible .La metodología es experimental, cuantitativo y aplicativo, además sus resultados son que la mezcla asfáltica con la adición del plástico obtuvo el 16.3 mm de estabilidad en 8.26 kn y la estabilidad de flujo es 2023.2 kg/cm. Siendo así que llegó a la conclusión que con la adición del plástico de 16.3 mm no está en las especificaciones de los rangos 8 – 14 mm , por lo tanto, se eleva mucho su costo.

Como señala Acuña y Pariona (2021) en su proyecto "Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021", en su meta es definir cómo mejora con la adición tereftalato al pavimento flexible, por lo tanto, su metodología es cuantitativa, aplicada y descriptivo. Además, los resultados fueron que al aplicar la adición de polietileno se alcanzó la resistencia con un porcentaje de 28.35%, por lo tanto, los autores

concluyen que se puede disminuir un porcentaje de vacíos al 4.1% de equiparación en la composición asfáltica tipo convencional.

A **nivel local** no se encontrará trabajos previos que sean útiles para nuestra investigación, dado que se trata de un tema no estudiado, ya que no hay indagaciones publicadas, ni tampoco las líneas de investigación.

Referente a las **bases teóricas**, la Norma Técnica CE. 010 pavimentos urbanos, (2010), define al pavimento como una estructura compuesta por capas que van apoyados en toda la superficie del terreno, tienen un determinado periodo de diseño y un grado de serviciabilidad, esta definición se acopla a pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías.

Según la clasificación de los pavimentos encontramos los siguientes tipos:

El pavimento flexible está formado por una carpeta bituminosa que se encuentra apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y subbase, Monsalve, et al., (2012), pavimento semirrígido: su estructura guarda una similitud con el pavimento flexible, cuenta con una capa rigidizada artificialmente como un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos, Monsalve, et al., (2012).

El pavimento rígido tiene una estructura de concreto hidráulico, apoyada en la sub-rasante o sobre alguna capa de material seleccionado. Debido a su alta rigidez y su elevado coeficiente de elasticidad los esfuerzos se producen en zonas muy amplias. Su capacidad dependerá de la resistencia de las losas y el diseño del espesor, Monsalve, et al., (2012).

El pavimento articulado está conformado por una capa de rodadura elaborada con bloques de concreto pre-fabricado conocidos comúnmente como adoquines de un espesor

uniforme. Se puede aplicar sobre una capa delgada de arena o directamente sobre la subrasante, Monsalve, et al., (2012).

Según la Norma Técnica CE. 010 pavimentos urbanos, (2010) el Pavimento Flexible o Pavimento Asfáltico se puede clasificar de acuerdo a sus formas o modalidades en: concreto asfáltica mezcla en caliente, concreto asfáltica mezcla en frío, tratamiento asfáltico, micropavimento, etc. Esta metodología es aplicada en vías colectoras, locales, playas de estacionamiento, estaciones de servicio y accesos; con relación a vías arteriales y expresas se debe de consultar el manual MS-1 del instituto de asfalto o similar y para las vías de carga se debe consultar el manual MS-23.

Para la Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos, (2010), los principales factores que afectan la estructura son: el alto tráfico, soporte de la sub-rasante, las propiedades de los materiales y el medioambiente

Se presentan dos tipos de planificaciones en la construcción la primera la etapa 1 es la que es causada por tráfico, asentamientos o roturas de los servicios y en la etapa 2 el pavimento se une a la superficie vieja y se vuelve una parte integral de final de pavimento, Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos, (2010).

Según la Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos, (2010) Se establece que el drenaje debe de cumplir con las siguientes características:

Vías y accesos: debe tener un buen drenaje longitudinal y transversal y dependerá del diseño geométrico de la vía. En el caso del drenaje transversal su bombeo deberá ser no menos de 1,5 %. En caso sea necesario se deben de usar tuberías, cunetas o sub-drenaje fuera de las vías y accesos.

Playas de estacionamiento: para este caso también se le debe proporcionar un escurrimiento al exterior del área pavimentada.

En la investigación de Monsalve, et al., (2012), las funciones de la capa de un pavimento flexible se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

La subbase granular se caracteriza por la capa de transmisión impide la penetración de materiales de la base hacia la subrasante, actuando como filtros impidiendo que contaminen su calidad, disminuye la deformación de los cambios volumétricos de la capa sub-rasante, impidiendo que dichas deformaciones se reflejan en la superficie de rodadura y en cuanto a la resistencia debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos.

La base granular consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y la sub-rasante los esfuerzos producidos.

La carpeta asfáltica es la superficie de rodadura que debe ser uniforme y estable al tránsito, de textura y color adecuados, su resistencia a la tensión completa la capacidad estructural del pavimento y debe ser impermeable es decir impedir el paso del agua.

La ventaja del pavimento flexible es que resulta más económica en relación al pavimento rígido y posee un periodo de vida de entre 10 y 15 años y las principales desventajas es que es un pavimento que requiere un mantenimiento constante para lograr cumplir su tiempo de vida, se produce problemas en relación a las roderas y deslizamientos en el asfalto.

El polietileno tereftalato (PET) según la asociación de envases de España es un polímero de plástico que se obtiene mediante el proceso de polimerización del ácido tereftálico y monoetilénglicol. En denominación técnica se puede obtener de un material plástico bajo la influencia del calor. En nuestra vida cotidiana el PET se encuentra en las botellas de shampoo o detergente, envases médicos, cosméticos; la presentación más común es en los envases de agua, Reyes, (2013).

En la investigación de Alesmar, et al. (2008), el PET es un material con una gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión, conservando sus propiedades y favoreciendo a un 100 % el reciclaje lo cual lleva a ser reemplazados por otros materiales como es el PVC el cual representa la mayor demanda a nivel mundial. Las propiedades del PET son las siguientes:

Las Propiedades químicas según el estudio de Alesmar, et al. (2008), presenta una resistencia especial por las grasas, sales, jabones y alcoholes pero poca solvencia por sustancias aromática y acetona, presente algunas características relevantes:

- **Biorientación:** es una propiedad mecánica que impide que el plástico estalle al caer al piso.
- **Cristalización:** brinda resistencia térmica .
- **Esterilización:** tiene una alta resistencia química con óxido de etileno y radiación gamma.

Las propiedades físicas según la investigación de Alesmar, *et al.* (2008), Presenta las siguientes características: buenas propiedades térmicas, buen comportamiento en relación a los esfuerzos permanentes, 100 % reciclable, buenas barrera de CO₂ y aceptable barrera de O₂, Cristalinidad y alta resistencia al desgaste.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el reforzamiento del pavimento flexible en zonas críticas con planchas PET en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022?

1.2.2. Problemas específicos

P.E.1: ¿Cuál es la situación actual del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022?

P.E.2: ¿Cuál es el índice de rugosidad del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022?

P.E.3: ¿Cuál es el índice de serviciabilidad del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022?

P.E.4: ¿Cuál es el resultado de comparar el índice de rodadura del antes y después de la adición de las planchas PET en zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Calcular el reforzamiento del pavimento flexible en zonas críticas con planchas PET en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

O.E.1: Diagnosticar la situación actual del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

O.E.2: Identificar el índice de rugosidad del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

O.E.3: Determinar el índice de serviciabilidad del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

O.E.4: Comparar el índice de rodadura del antes y después de la adición de las planchas PET en zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

H.G.1: El reforzamiento de las zonas críticas de un pavimento flexible en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022, se calculó que su mejoramiento es un 40 % del nivel de servicio del pavimento.

1.4.2. Hipótesis específicas

H.E.1: La situación actual está dentro del periodo de vida del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

H.E.2: El índice de rugosidad está dentro del rango del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

H.E.3: El índice de serviciabilidad está dentro del rango del pavimento flexible en las zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

H.E.4: Mediante la comparación se obtuvo mejores resultados en relación al índice de rodadura del antes y después de la adición de las planchas PET en zonas críticas en la Av. Vía de Evitamiento sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2022.

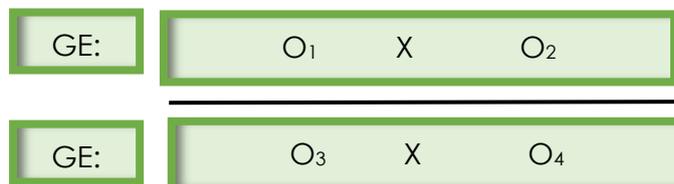
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Para el presente trabajo se empleó el tipo de investigación aplicada también llamada empírica o práctica, con el objetivo de la utilización de los conocimientos que se adquiere para la solución de una necesidad o innovación., Herrera (2019).

Según el diseño de investigación experimental, se van a ejecutar dos variables (V. Independiente y V. Dependiente), cual se verá reflejado en la causa y efecto.



Diseño de investigación es cuasi experimental porque se va manejar una de las variables en este caso la variable independiente para analizar su efecto que provocaría en la variable dependiente.



Donde:

G.E: grupo experimental

G.C: Grupo de control

O1 y O2: Pre test

O3 y O4: Pos test

X: Manipulación de la variable independiente.

La población está conformada por todas las vías que cuentan con pavimentos flexibles en la ciudad de Cajamarca , unidad de estudio es Av. Vía de evitamiento sur y

para muestra de estudio se tomó por la Av. Vía de evitamiento sur cuyo tramo está delimitado desde la intersección con el jirón los gladiolos y av. Atahualpa, esta zona presenta deficiencia en la carpeta de rodadura del pavimento flexible.

La presente investigación utilizó la técnica de observación puesto que esta implicó seleccionar, ver y registrar sistemáticamente, la conducta y características de la unidad de estudio respectiva. Esta técnica es muy común en los proyectos de investigación ya que nos permitió ver de manera más detallada lo que está pasando en un determinado espacio y tiempo. Además en esta investigación se debe recopilar información almacenada en fuentes escritas directamente relevantes;

Los instrumentos serán la guía de observación, formatos de los ensayos en laboratorio de suelos (fichas de recolección de datos en laboratorio de concreto), por este medio apreciamos la resistencia a la compresión de los especímenes para determinar las propiedades mecánicas de las planchas PET, los formatos para la medición de la rugosidad con Merlín y el formato del índice de serviciabilidad, debe emplear la normativa ASSHTO 1993, DG – 2018, Manual de transportes y comunicaciones (MTC).

Según el procedimiento de la investigación se realizó el procedimiento de recolección de datos :

A) Diagnóstico de la avenida

Se describir la muestra de estudio donde se visualizó los baches , distorsión y la deficiencia que presenta en la carpeta de rodadura.

B) Estudio de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos se deberá emplear los instrumentos que son la pala y la barreta para realizar la calicata de manera manual para el proyecto.

C) Índice de rugosidad

Índice de rugosidad se va emplear el equipo de Merlín ; Merlín es un instrumento de color amarillo y negro con una estructura metálica de 1,8 metros de largo , rueda de 2,15 metros de circunferencia en parte de al frente, soporte fijo en la parte de posterior y con soporte oscilante en el centro. Este último mide la desviación longitudinal de la superficie de la cuerda media determinada por la rueda y el soporte fijo. El caballete central está unido a un brazo con un puntero en su extremo superior, lo que permite registrar estas desviaciones en una hoja de cálculo de papel, siendo la relación brazo a eje 1:10. Cada vez que gire la rueda, observe la posición de la aguja hasta completar 200 comentarios. Este equipo ayudara a determinare las irregularidades que presenta el pavimento.

D) Índice de Serviciabilidad

Índice de serviciabilidad se va emplear conceptos que fueron desarrollados por el cuerpo técnico del Ensayo Vial AASHTO donde se va especificar el valor y la calificación para el pavimento de la zona a estudiar por ejemplo, la calidad del tránsito en el pavimento y apreciación del transeúnte.

E) Adicionar las planchas PET

PET es un material reciclado que va ayudar a reducir la contaminación ambiental y aumentar la resistencia del pavimento flexible. En el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte en donde se procedió a realizar el molido de las botellas de PET en un molino, para poder triturarlo y tenerlo listo.

También se realizó el procedimiento de tratamiento y análisis de datos :

A) Diagnóstico de la avenida

Como se observa el pavimento presenta baches , distorsión y deficiencia en la carpeta de rodadura esto impide transitabilidad fluida, seguro y adecuado para los pobladores. Además se adjuntan archivos de imágenes para observar lo inspeccionado.

B) Estudio de mecánica de suelos

Se realizo los ensayos en laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte para obtener las propiedades físicas y mecánicas ; los siguientes ensayos fueron: granulometría, contenido de humedad ,limites de plasticidad , peso específico y la resistencia a la compresión de testigos , de tal manera que los resultados dados nos especificara que tipo de suelo presenta.

C) Índice de rugosidad

Los datos de irregularidad del pavimento obtenidos con Merlin se analizarán mediante el cálculo de la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones que toma el puntero, las cuales se pueden graficar como un histograma, donde se establece el rango de valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), después de eliminar 10 datos correspondientes a una posición incorrecta o errática del cursor. En la práctica, se descarta el 5% (10 datos) de la parte inferior del gráfico y el 5% (10 datos) de la parte superior.

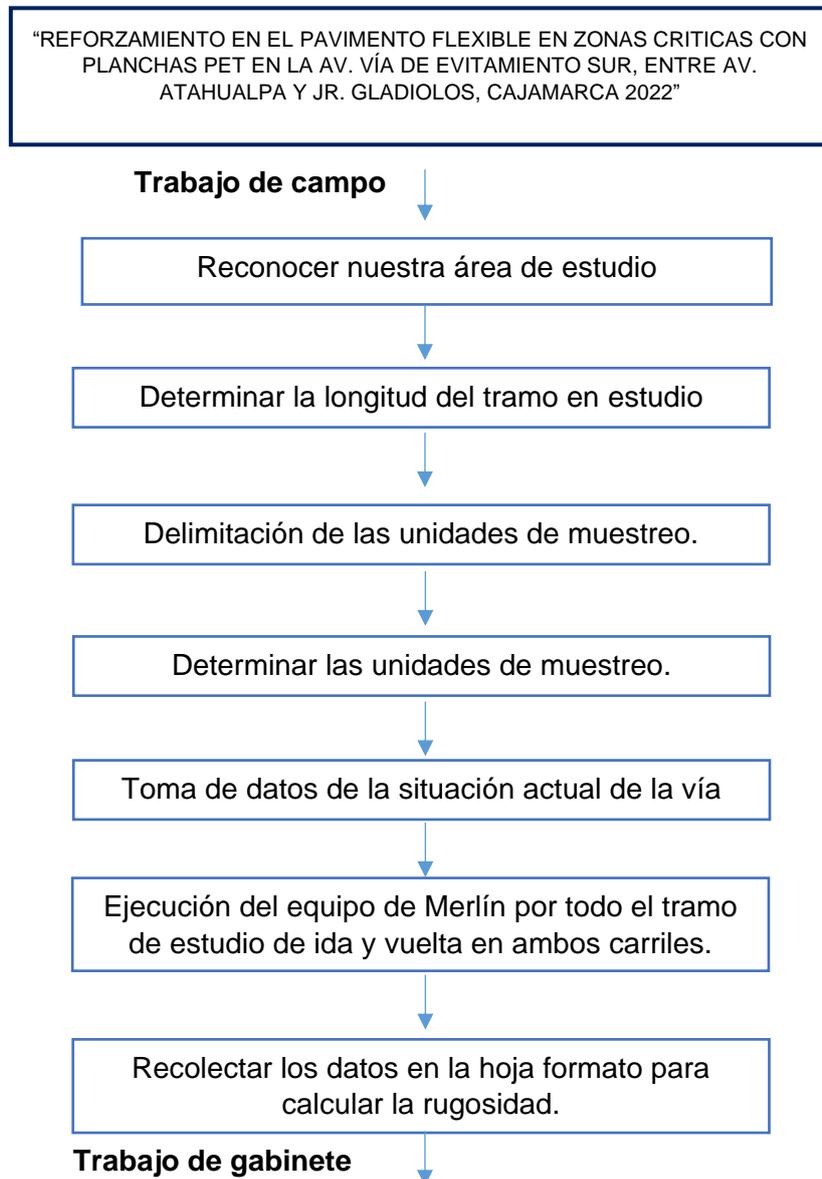
D) Índice de Serviciabilidad

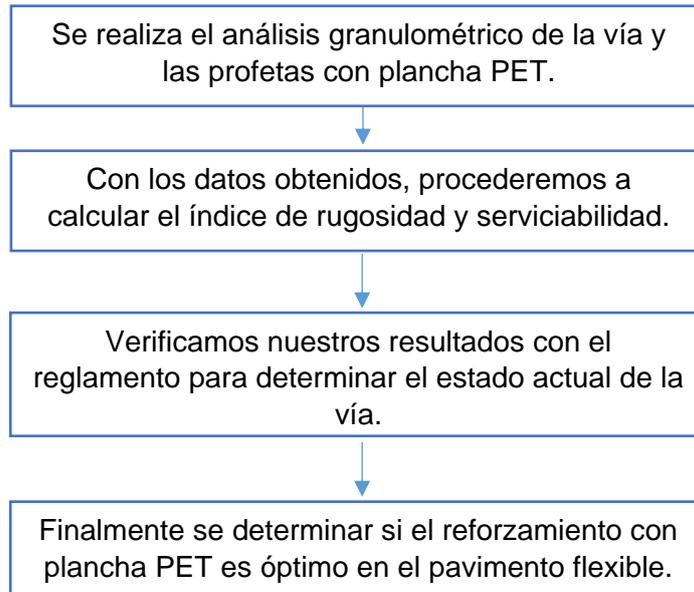
Representa la comodidad del tráfico para los usuarios; de 0 a 5, donde 5 representa el mejor confort teórico y 0 el peor .En nuestro caso se optó por elegir el tipo de tráfico TP6, en función del número de ejes acumulado, con esto el servicio inicial será de 4.00 y

la capacidad de servicio final será de 2,5. Con estos resultados entendemos que la variación del servicio es de 4,00-2,5, lo que equivale a 1,5; obtuvieron mediante las tablas del Manual de Carreteras: Sección Suelos geología, geotecnia y Pavimentos.

E) Adicionar las planchas PET

En el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte se realizó el estudio de mecánica de suelo el cual permitió identificar el tipo de suelo y a la vez se le adiciono las planchas PET, los ensayos correspondientes a la resistencia de las planchas PET a compresión se realizan a los 2 días de haber sido elaboradas.





En cuanto a las variables se cuenta con independiente y dependiente como se muestra a continuación:

Variable independiente: **Planchas PET.**

Variable dependiente: **Pavimento flexible en zonas críticas.**

Así mismo, el desarrollo de esta investigación tiene como **aspectos éticos** principales:

Veracidad del estudio de investigación sobre la accesibilidad y movilidad urbana, llevándose un procedimiento metodológico y acorde a la realidad en campo.

Credibilidad: nos comprometemos que la información presentada en la investigación, está avalada por las técnicas de recojo de información y bases teóricas.

Confidencialidad: la información brindada, será utilizada exclusivamente para el presente trabajo de investigación; manteniendo en el anonimato a los involucrados.

Transparencia: toda información brindada en la investigación, fueron datos fidedignos.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación, se procede a explicar la zona en estudio en el cual se realizó el primer objetivo es diagnosticar la situación actual del pavimento flexible, con el fin de conocer el lugar de trabajo y tener en cuenta las características de tránsito de la vía a ser analizada.

De acuerdo a la ubicación política el sitio de estudio se encuentra en:

Tabla 1. *Ubicación del sitio*

País	: Perú
Región	: Cajamarca
Departamento	: Cajamarca
Provincia	: Cajamarca
Distrito	: Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos

Nota. Elaboración propia

El tramo en estudio es la Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, cuenta con una longitud de 0+500 m, en el siguiente cuadro se describen las progresivas, coordenadas y elevaciones:

Tabla 2. *Ubicación Geográfica*

Tramo	Progresiva (Km)	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		Zona	Elevación (m.s.n.m)
		Longitud	Latitud	Este (E)	Norte (N)		
Av. vía de Evitamiento Norte con Av. Atahualpa	Km 0+00 m.	78° 30'74"	7° 09'74"	777708.00	9207210.00	17M	2698.48
Av. vía de Evitamiento Norte	Km 0+500 m.	78° 29'54.91"	7° 10'10.43"	778136.00	9206796.00	17M	2693.00

con Jr.
Gladiolos.

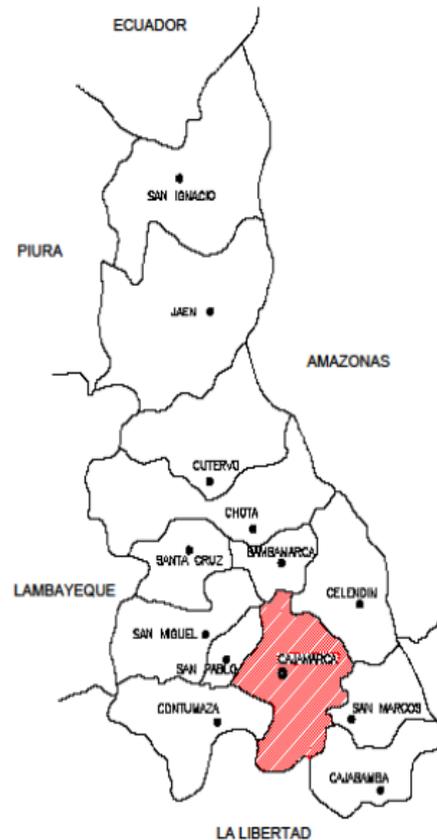
Nota. Elaboración propia

Figura 2. Ubicación política del Perú



Nota. Recopilado del gobierno de Cajamarca

Figura 1. Ubicación provincial de Cajamarca



Nota. Recopilado del gobierno de Cajamarca

Figura 3. *Ubicación distrital de Cajamarca*



Nota. Recopilado del gobierno de Cajamarca

Figura 4. *Ubicación de la zona de estudio.*



Nota. Google Earth.

Con respecto a la clasificación de la vida se puede decir que:

Tabla 3. Clasificación de la vida

Según su jerarquía	Sistema Vecinal
De acuerdo a su demanda	Autopista de Primera clase
Según condiciones Orográfica	Terreno Plano Tipo I
Según el reglamento Nacional de vial urbanas	Vía arterial

Nota. Elaboración propia

En la tabla 4, observamos las características geométricas del tramo en estudio el cual nos servirá para el diseño en el programa Civil 3D.

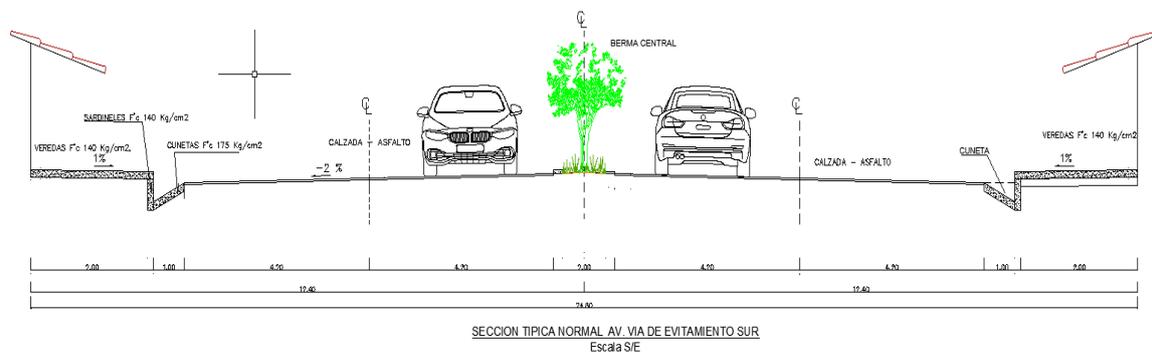
Tabla 4. Descripción geométrica de la vía

N° de calzadas	N° de carriles por calzada	Bermas Laterales		Ancho de carriles	Ancho de corona		Separador central
		N°	Ancho		N°	Distancia	
2	2	2	0.90	4.20	2	9.30	2.00

Nota: Elaboración propia

Podemos determinar la sección típica de la Av. en estudio , en el cual se determinó que es una calzada asfaltada con un ancho de carril de 4.20 tanto en el lado izquierdo y derecho, como se puede apreciar en la Figura 5:

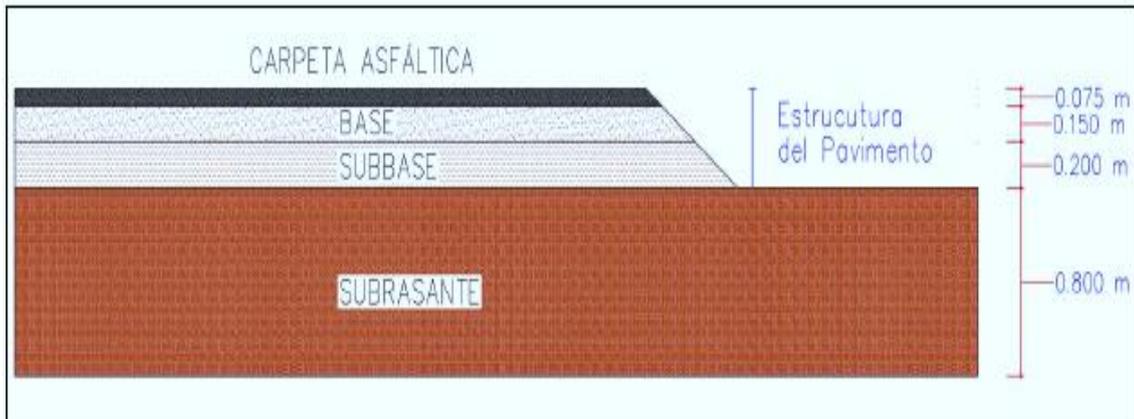
Figura 5. Sección típica de la Av. vía de evitamiento sur.



Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la estructura del pavimento en nuestra investigación se obtuvo un pavimento asfáltico el cual está constituido por una serie de capas superpuestas que ha sido diseñada según las especificaciones y normas correspondientes, como se puede observar en la Figura 6:

Figura 6. Estructura típica del pavimento asfáltico



Nota: Elaboración propia

Estudio de tráfico

Tabla 5: (IMDA) Registro promedio de los vehículos.

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022,
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

CONTEO VEHICULAR - DOMINGO 18 SEPTIEMBRE 2022

UBICACIÓN : Av. Via de Evitamiento Sur.
 TRAMO : Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
 CARRIL : NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
 NIVEL : Carpeta Asfáltica

TOMA DE DATOS 01

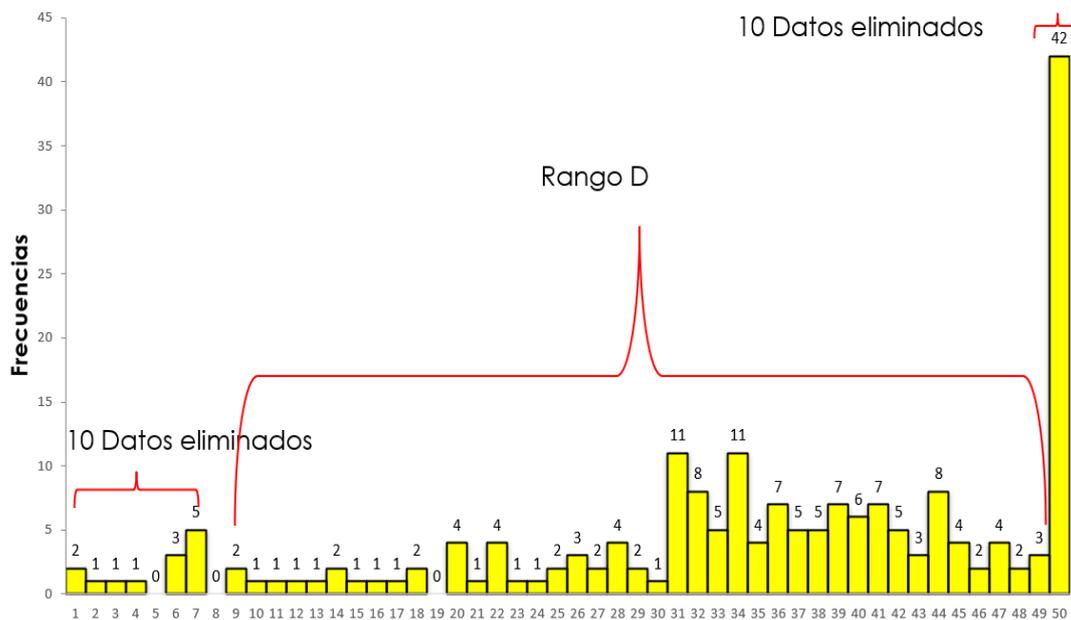


DIA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS			CAMIÓN			SEMI TRAILER			MAQUINARIA PESADA	TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3	3T2			3T3
LUNES	3,397	1,695	1,783	356	83	252	96	8	28	166	38	5	16	36	7	14	5	44	8,029
MARTES	3,226	1,840	1,839	312	78	230	61	11	33	82	41	26	13	15	9	9	8	44	7,877
MIÉRCOLES	3,102	2,050	2,050	281	71	154	85	55	19	39	52	21	11	7	7	5	5	26	8,040
JUEVES	2,434	1,713	2,100	1,048	36	585	121	35	5	94	12	3	3	3	4	4	2	16	8,218
VIERNES	2,611	2,193	2,766	292	9	496	52	14	7	24	12		0	7	2	6	0	24	8,515
SABADO	3,397	2,171	1,952	353	8	370	39	6	8	12	11	2	4	8	3	3	2	19	8,368
DOMINGO	2,097	1,525	1,426	236	2	174	9	5	3	9	10	2	2	8	5	5	0	7	5,525
TOTAL	20,264	13,187	13,917	2,877	286	2,261	463	134	103	426	176	59	49	84	37	46	22	180	54,572
PROMEDIO	2,895	1,884	1,988	411	41	323	66	19	15	61	25	8	7	12	5	7	3	26	7,814

Nota: Formato recopilado del MTC, el cual se empleó los 7 días de estudio clasificado de acuerdo al tipo de vehículo.

Se realizó el análisis del tramo de estudio con el equipo de MERLÍN, tomando como tramo de muestra el comprendido entre las progresivas Km. 00+000 m. – Km 00+548 m. localizados en la Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos en la región de Cajamarca. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro y según los formatos de cálculo IRI evaluados cada 400 m como está indicado en la guía de evaluación de rugosidad.

Figura 7. Histograma del ensayo N° 1 del carril Sur a Norte – progresiva 00+000 a 00+400 m



Nota: Elaboración del autor

Referente a la base del siguiente histograma de distribución en cual nos permite determinar el rango “D” en el eje “X” encontramos los intervalos de desviación y el eje “Y” observamos las frecuencias determinadas en el Tabla 4.

En la **figura 7**, se observa la cantidad de veces que se repiten cada uno de los intervalos de desviación de acuerdo a nuestro tramo 00+000 – 00+400 m. primeramente se procede a eliminar el 10% de datos del total del histograma que equivale al 5 % de cada extremo de la cola en donde al aplicar el estudio se obtendrá que la mayor frecuencia se encuentra en el valor 50 mm con un total de 42 veces y con frecuencia 1 en los

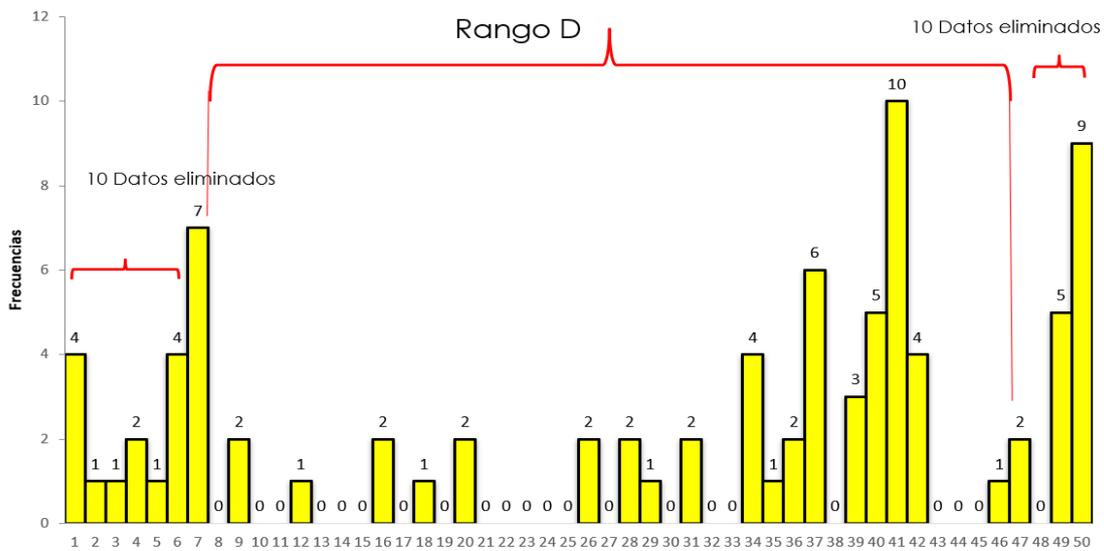
siguientes intervalos 2, 3, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 23, 24 y 30, además la figura obtenido se debe eliminar según el ensayo de merlín 10 datos de cada lado del histograma, en el lado derecho está comprendido desde el intervalo 1 hasta el 6 y del intervalo 7 solo se eliminan 2 datos que nos da como resultado una unidad fraccionaria $3/13 = 1,15$; el mismo procedimientos se realizará para el lado izquierdo solo se eliminarán datos de la barra 50 en donde quedará un resultado fraccional de $32/42 = 0,23$ Con consecuencia se obtiene un rango $D = 0,40 + 0,76 + 40 = 41,36$ unidades. Para obtener el rango de D expresado en milímetros lo cual será expresado de la siguiente manera ($41,00 \times 5 \text{ mm} = 205,00$) a este resultado lo multiplicaremos por el factor de corrección obtenido al inicio que será el siguiente ($205,00 \times 1,143 = 234,315$). una vez obtenido nuestro valor D, determinaremos el valor del IRI que será de acuerdo a la siguiente expresión: $R = 0,593 + 0,0471D$ ($D > 50$) o $R = 0,0485D$ ($D < 50$), en donde se obtuvo el valor de 11,63.

Tabla 7. Muestra del carril Sur a Norte

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	205.0	mm
Factor de corrección	1.143	mm
Rango D corregido	234.315	mm
R en valores IRI	11.63	mm

Nota: Elaboración propia

Figura 8. Histograma del ensayo N° 1 del carril Sur a Norte – progresiva 00+400 a Nota:



Nota: Elaboración propia

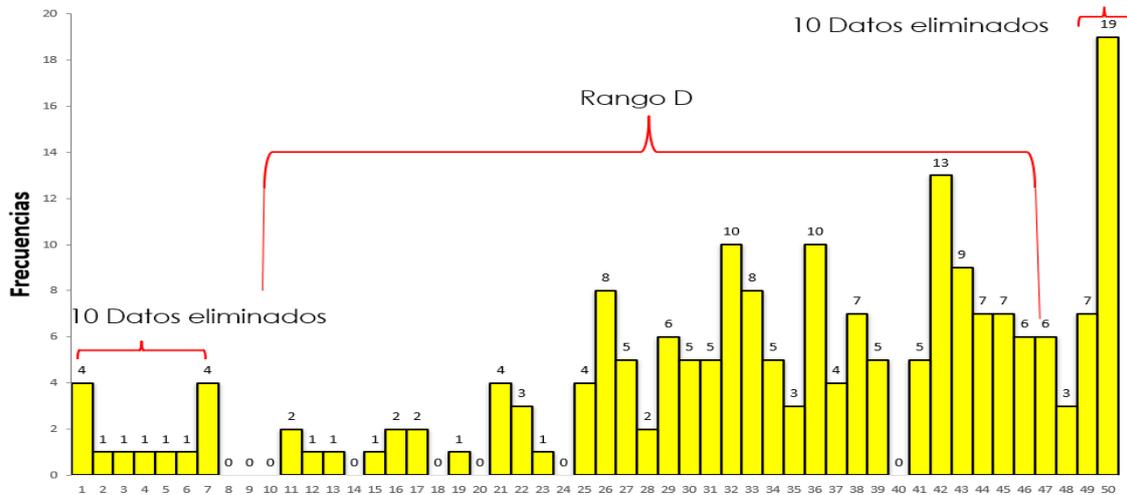
En la **figura 8**, en el tramo 00+400 – 00+548 m, la mayor frecuencia se encuentra en el valor 41 mm con un total de 10 veces y con frecuencia 1 en los siguientes intervalos 12, 18, 29, 35 y 4612, el lado derecho está comprendido desde el intervalo 1 hasta el 5 y del intervalo 6 solo se eliminan 1 datos que nos da como resultado una unidad fraccionaria $1/5 = 0,20$ y el lado izquierdo solo se eliminará el 50 y se fraccionó el 49 quedando $16/20 = 0,80$ Con consecuencia se obtiene un rango $D = 0,20 + 0,80 + 19 = 20,00$ unidades. El rango de D expresado en mm será $(20,00 \times 5 \text{ mm} = 100.00)$ a lo obtenido se multiplica por el factor de corrección $(100.00 \times 1.143) = 114,3$ una vez obtenido nuestro valor D, determinaremos el valor del IRI que será de acuerdo a la siguiente expresión: $R = 0.593 + 0.047 1D (D > 50)$ o $R = 0.0485D (D < 50)$, en donde se obtuvo el valor de 5,98 mm.

Tabla 9. Muestra del carril Sur a Norte

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	100.00	mm
Factor de corrección	1.143	
Rango D corregido	114.3	mm
R en valores IRI	5.98	m/km

Nota: Elaboración propia

Figura 9. Histograma del ensayo N° 2 del carril Sur a Norte – progresiva 00+552 a 00+152 m.



Nota: Elaboración propia

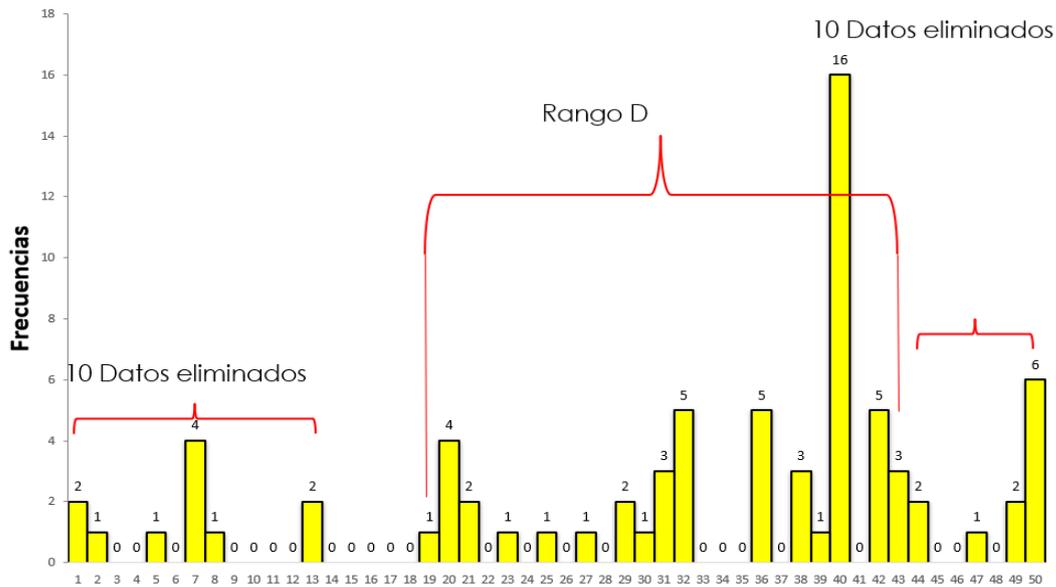
En la **figura 9**, en el tramo 00+552 m – 00+152 m podemos observar que la mayor frecuencia se encuentra en el valor 42mm con un total de 13 veces y con frecuencia 1 en los siguientes intervalos 12, 13, 19 y 23, en el lado derecho está comprendido desde el intervalo 1 hasta el 6 y del intervalo 7 quedará un fracción $\frac{3}{13} = 0,23$; lo mismo para el lado izquierdo solo se eliminan datos de la barra 50 en donde quedará un resultado fraccional de $\frac{9}{19} = 0,47$, obtiene un rango $D = 0,23 + 0,47 + 34 = 34,7$ unidades. Para obtener el rango de D en mm será de la manera $(34,7 \times 5 \text{ mm} = 173,50)$ a este resultado lo multiplicaremos por el factor de corrección obtenido al inicio que será el siguiente $(173,50 \times 1.143) = 198,33$ una vez obtenido nuestro valor D, determinaremos el valor del IRI de acuerdo a la siguiente expresión: $R = 0.593 + 0.0471D$ ($D > 50$) o $R = 0.0485D$ ($D < 50$), en donde se obtuvo el valor de 9,93 mm.

Tabla 11. Muestra del carril Norte a Sur

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	173,50	mm
Factor de corrección	1,143	
Rango D corregido	198.33	mm
R en valores IRI	9.93	m/km

Nota: Elaboración propia

Figura 10. Histograma del ensayo N° 2 del carril Norte a Sur – progresiva 00+152 a



Nota: Elaboración propia

En la **figura 10**, en el tramo 00+152 – 00+000 m, la mayor frecuencia se encuentra en el valor 40 mm con un total de 16 veces y con frecuencia 1 en los siguientes intervalos 18, 23, 25, 27, 30 y 39, el lado derecho está comprendido desde el intervalo 1 hasta el 12 y del intervalo 13 solo se eliminan 1 obteniendo un resultado fraccional $4/8 = 0,50$ y el lado izquierdo solo se eliminaran del 45 al 50 y se fraccionó el 44 quedando $2/6 = 0,33$, como consecuencia se obtiene un rango $D = 0,50 + 0,33 + 21 = 21,80$ unidades. El rango de D expresado en mm será $(21,80 \times 5\text{mm} = 109.20)$ a lo obtenido se multiplica por el factor de corrección $(109.20 \times 1.143) = 124,78$ una vez obtenido nuestro valor D, determinaremos el valor del IRI que será de acuerdo a la siguiente expresión: $R = 0.593 + 0.0471D (D > 50)$ o $R = 0.0485D (D < 50)$, en donde se obtuvo el valor de 6.47 mm.

Tabla 13. Muestra del carril Sur a Norte

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	109.2	mm
Factor de corrección	1.143	mm
Rango D corregido	124.78	mm
R en valores IRI	6.47	m/km

Nota: Elaboración propia

Ensayo N° 1 del carril S-N 0+000 hasta 0+400, de la muestra con plancha PET

Tabla 14. Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las

	PROYECTO : "REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO : IRI - EQUIPO MERLÍN
	FECHA DE ENSAYO: 04 de septiembre de 2022,
	RESPONSABLES: Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA: Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

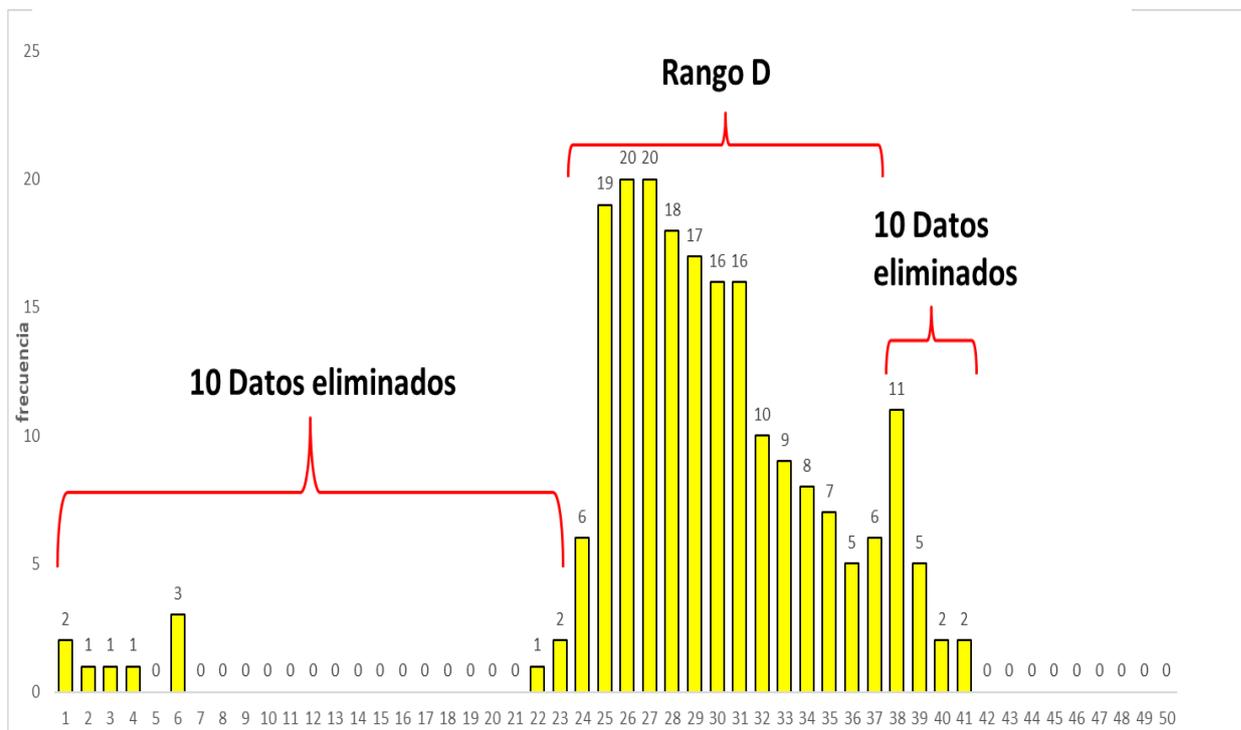
ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD.			
UBICACIÓN : Av. Vía de Evitamiento Sur.	ENSAYO N°: IRI: INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL		
TRAMO : Km. 00+000 m. - Km 00+ 400 m.	R: : Rugosidad		
CARRIL : S - N (EXTERNO)	D: : Rango		
NIVEL : Carpeta Asfaltica	Fc: : Factor de corrección		

$R = 0.593 + 0.0471D \text{ (D>50)}$ $R = 0.0485D \text{ (D<50)}$ D = 69.3 R = 4.32 IRI	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 90%; height: 300px; border: 1px dashed black; border-style: dotted;"> <!-- Grid content --> </div> <div style="width: 5%; text-align: right; font-size: small;"> mm N° Veces 50 0 49 0 48 0 47 0 46 0 45 0 44 0 43 0 42 0 41 2 40 2 39 5 38 11 37 6 36 5 35 7 34 8 33 9 32 10 31 16 30 16 29 17 28 18 27 20 26 20 25 19 24 6 23 2 22 1 21 0 20 0 19 0 18 0 17 0 16 0 15 0 14 0 13 0 12 0 11 0 10 0 9 0 8 0 7 0 6 3 5 0 4 1 3 1 2 1 1 2 </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%; text-align: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; height: 100%;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr> </table> </div> <div style="width: 75%; padding-left: 20px;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">$\sqrt{10}$</td> <td style="padding: 2px 5px;">= 4.55</td> <td style="padding: 2px 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">$(12)^*5$</td> <td style="padding: 2px 5px;">= 60.0</td> <td style="padding: 2px 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">$(18/19)^*5$</td> <td style="padding: 2px 5px;">= 4.74</td> <td style="padding: 2px 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">D</td> <td style="padding: 2px 5px;">= 69.3</td> <td style="padding: 2px 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">f_c</td> <td style="padding: 2px 5px;">= 1.143</td> <td style="padding: 2px 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">R</td> <td style="padding: 2px 5px;">= 4.32</td> <td style="padding: 2px 5px;">IRI</td> </tr> </table> </div> </div>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	$\sqrt{10}$	= 4.55		$(12)^*5$	= 60.0		$(18/19)^*5$	= 4.74		D	= 69.3		f_c	= 1.143		R	= 4.32	IRI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																						
$\sqrt{10}$	= 4.55																																																																																																																																																																																																																																														
$(12)^*5$	= 60.0																																																																																																																																																																																																																																														
$(18/19)^*5$	= 4.74																																																																																																																																																																																																																																														
D	= 69.3																																																																																																																																																																																																																																														
f_c	= 1.143																																																																																																																																																																																																																																														
R	= 4.32	IRI																																																																																																																																																																																																																																													

Nota: Formato recopilado de la UNP

Para el pavimento con plancha PET, se realizó el análisis del tramo de estudio con el equipo de MERLÍN, tomando como tramo de muestra el comprendido entre las progresivas Km. 00+000 m. – Km 00+548 m. ubicadas en la Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos en la región de Cajamarca. Según indica la guía de evaluación de rugosidad para el cálculo del IRI el estudio se realizará cada 400 m, por lo tanto, en la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos.

Figura 11. Histograma del ensayo N° 1 del carril Sur a Norte – progresiva 00+000 a 00+400 m.



Nota: Elaboración propia

Referente a la base del siguiente histograma de distribución en cual nos permite determinar el rango “D” en el eje “X” encontramos los intervalos de desviación y el eje “Y” observamos las frecuencias determinadas en la Tabla 12.

En la **figura 11**, en el tramo 00+000 – 00+400 m, la mayor frecuencia se encuentra tanto en el valor 26 y 27 mm con un total de 20 veces y con frecuencia 1 en los siguientes intervalos 2, 3, 4 y 22, el lado derecho está comprendido desde el Intervalo 1 hasta el 22

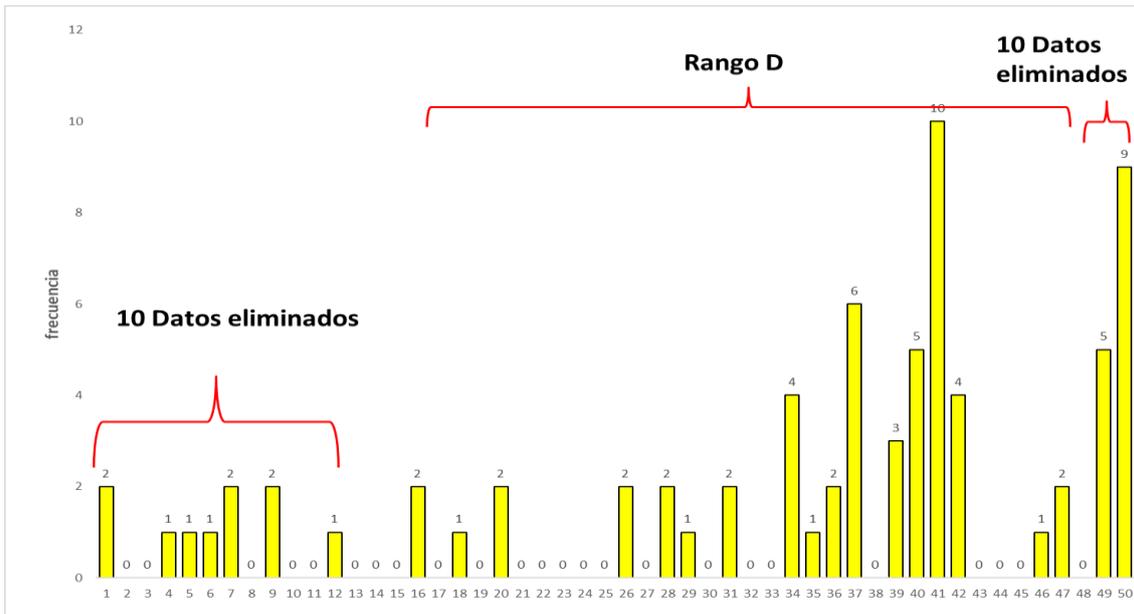
y del 23 sólo se eliminan datos, que nos da como datos una unidad fraccionaria de $18/19 = 0.95$ y el lado izquierdo se eliminaran, la 41, 40, 39 y del intervalo 38 se elimina 1 dato, quedando una relación de $10/11 = 0.91$, consecuencia se tendrá un rango $D = 0.85 + 0.91 + 12 = 13.86$. Por lo tanto, el rango D expresado en mm será de $(13.86 \times 5 = 69.3)$, considerando un factor de corrección de 1.143, determinaremos el valor del IRI con el siguiente enunciado, Si $D < 50$ entonces $R = 0.0485 \times D \times F_c$; si no $R = 0.593 + 0.0471 \times D \times R$, como el D es igual a 69.3, el valor de $R = 4.32$

Tabla 15. Muestra del carril Sur a Norte

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	69.3	mm
Factor de corrección	1.143	mm
Rango D corregido	79.63	mm
R en valores IRI	4.32	mm

Nota: Elaboración propia

Figura 12. Histograma del ensayo N° 1 del carril Sur a Norte – progresiva 00+400 a 00+548 m



Nota: Formato recopilado de la UPN

En la **figura 12**, en el tramo 00+400 – 00+548 m, la mayor frecuencia se encuentra en el valor 41mm con un total de 10 veces y con frecuencia 1 en los siguientes intervalos 12, 18, 29, 35 y 46, el lado derecho está comprendido desde el intervalo 1 hasta el 12 dato que nos da como resultado una unidad fraccionaria $1/5 = 0,20$ y el lado izquierdo solo se eliminarán el 50 y se fraccionó el 49 quedando $2/6 = 0,33$ Con consecuencia se obtiene un rango $D = 0,20 + 0,22 + 5 = 5,42$ unidades. El rango de D expresado en mm será $(5,42 \times 5 \text{ mm} = 27,7)$ a lo obtenido se multiplica por el factor de corrección $(27,7 \times 1.143 = 31.661)$ una vez obtenido nuestro valor D, determinaremos el valor del IRI con el siguiente enunciado, Si $D < 50$ entonces $R = 0.0485 \times D \times F_c$; si no $R = 0.593 + 0.0471 \times D \times R$, como el D es igual a 27,7, el valor de $R = 1.54$ IRI .

Tabla 17. Muestra del carril Sur a Norte

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	27.7	mm
Factor de corrección	1.143	mm
Rango D corregido	31.661	mm
R en valores IRI	1.54	mm

Nota: Elaboración propia

Ensayo N° 2 del carril de N-S, de la muestra con plancha PET

En las progresivas Km. 00+552 m. – Km 00+152 m. localizados en la Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos en la región de Cajamarca.

Tabla 18. Ensayo de escala para determinar las dispersiones de las desviaciones.

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	IRI - EQUIPO MERLÍN
	FECHA DE ENSAYO:	04 de septiembre de 2022,
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD.

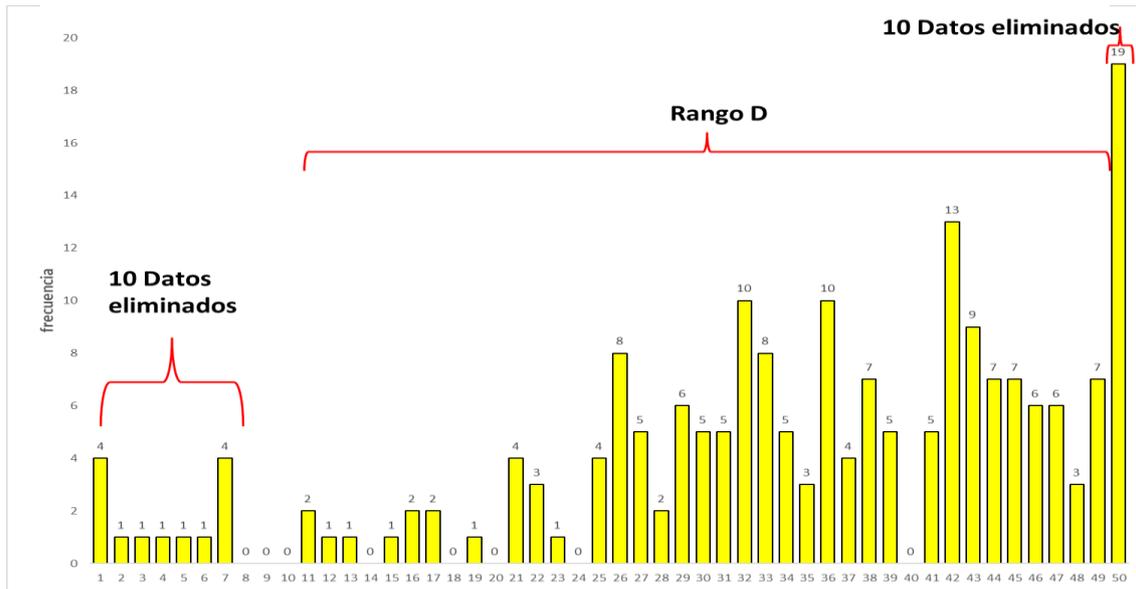
UBICACIÓN :	Av. Vía de Evitamiento Sur.	ENSAYO N°:	IRI: INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL
TRAMO :	Km. 00+552 m. - Km 00+ 152 m.	R: :	Rugosidad
CARRIL :	N - S (EXTERNO)	D: :	Rango
NIVEL :	Carpeta Asfáltica	Fe: :	Factor de corrección



<p>R = 0.593+0.0471D (D>50) R = 0.0485D (D<50) D = 17.8 R = 0.99 IRI</p>										mm N° VECES									
										50									
										49									
										48									
										47									
										46									
										45									
										44									
										43									
										42									
										41									
										40									
										39									
										38									
										37									
										36									
										35									
										34									
										33									
										32									
										31									
										30									
										29									
										28									
										27									
										26									
										25									
										24									
										23									
										22									
										21									
										20									
										19									
										18									
										17									
										16									
										15									
										14									
										13									
										12									
										11									
										10									
										9									
										8									
										7									
										6									
										5									
										4									
										3									
										2									
										1									
										4									
										3									
										2									
										1									
										1									

Nota: Formato recopilado de la UPN

Figura 13. Histograma del ensayo N° 2 del carril Sur a Norte – progresiva 00+552 a 00+152 m.



Nota: Elaboración propia

En el **figura 13**, en el tramo 00+552 m – 00+152 m podemos observar que la mayor frecuencia se encuentra en el valor 42mm con un total de 13 veces y con frecuencia 1 en los siguientes intervalos 12, 13, 19 y 23, en el lado derecho está comprendido desde el intervalo 1 hasta el 6 y del intervalo 7 quedará un fracción $\frac{8}{9} = 0,89$; lo mismo para el lado izquierdo solo se eliminan datos de la barra 50 en donde quedará un resultado fraccional de $\frac{4}{6} = 0,67$, obtiene un rango $D = 0,89 + 0,67 + 2 = 3,56$ unidades. Para obtener el rango de D en mm será de la manera $(3.56 \times 5\text{mm} = 17.8)$ a este resultado lo multiplicaremos por el factor de corrección obtenido al inicio que será el siguiente $(17,8 \times 1.143=20,35)$ una vez obtenido nuestro valor D, determinaremos el valor del IRI de acuerdo a la siguiente expresión: $R = 0.593+0.0471D$ ($D>50$) o $R = 0.0485D$ ($D<50$), en donde se obtuvo el valor de 0,99 mm.

Tabla 19. Muestra del carril Norte a Sur

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	17,8	mm
Factor de corrección	1,143	mm
Rango D corregido	20,35	mm
R en valores IRI	0,99 IRI	m/km

Nota: Elaboración propia

Tabla 20. Histograma del ensayo N° 2 del carril Sur a Norte – progresiva 00+552 a 00+152 m

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROYECTO :	“REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022”		
	ENSAYO :	IRI - EQUIPO MERLÍN		
	FECHA DE ENSAYO:	04 de septiembre de 2022,		
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.		
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.		

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD.

UBICACIÓN : Av. Vía de Evitamiento Sur.	ENSAYO N°: IRI: INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL
TRAMO : Km. 00+152 m. - Km 00+ 000 m.	R: : Rugosidad 
CARRIL : N - S (EXTERNO)	D: : Rango
NIVEL : Carpeta Asfaltica	Fc: : Factor de corrección

R = 0.593+0.0471D (D>50)
 R = 0.0485D (D<50)
D = 24.0
R = 1.33 IRI

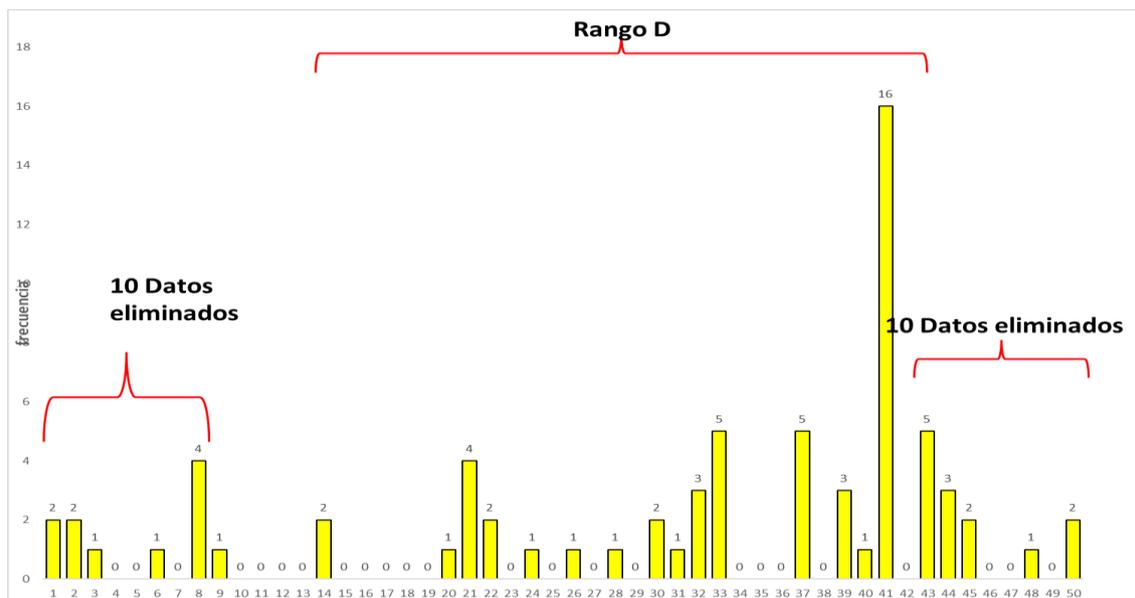
			mm	N° VECES
			50	6
			49	2
			48	0
			47	1
			46	0
			45	0
			44	2
			43	3
			42	5
			41	0
			40	16
			39	1
			38	3
			37	0
			36	5
			35	0
			34	0
			33	0
			32	5
			31	3
			30	1
			29	2
			28	0
			27	1
			26	0
			25	1
			24	0
			23	1
			22	0
			21	2
			20	4
			19	1
			18	0
			17	0
			16	0
			15	0
			14	0
			13	2
			12	0
			11	0
			10	0
			9	0
			8	1
			7	4
			6	0
			5	1
			4	0
			3	0
			2	1
			1	2

			mm	N° VECES
			50	6
			49	2
			48	0
			47	1
			46	0
			45	0
			44	2
			43	3
			42	5
			41	0
			40	16
			39	1
			38	3
			37	0
			36	5
			35	0
			34	0
			33	0
			32	5
			31	3
			30	1
			29	2
			28	0
			27	1
			26	0
			25	1
			24	0
			23	1
			22	0
			21	2
			20	4
			19	1
			18	0
			17	0
			16	0
			15	0
			14	0
			13	2
			12	0
			11	0
			10	0
			9	0
			8	1
			7	4
			6	0
			5	1
			4	0
			3	0
			2	1
			1	2

	$(0/3)$ = 0.00 $(4)^*5$ = 20.0 $(4/5)^5$ = 4.00 D = 24.0 fc = 1.143 R = 1.33 IRI
--	--

Nota: Obtenido de la UPN

Figura 14. Histograma del ensayo N°2 del carril Norte a Sur – progresiva 00+152 a 00+000 m.



Nota: Elaboración propia

En la figura 14, en el tramo 00+152 – 00+000 m, la mayor frecuencia se encuentra en el valor 41mm con un total de 16 veces y con frecuencia 1 en los siguientes intervalos 3, 6, 9, 20, 24, 26, 28, 31, 40 y 48, el lado derecho está comprendido desde el intervalo 1 hasta el obteniendo un resultado fraccional $4/5 = 0,8$ y el lado izquierdo solo se eliminarán del 43 al 50 quedando 0, como consecuencia se obtiene un rango $D = 0 + 0,68 + 4 = 4,68$ unidades. El rango de D expresado en mm será $(4,68 \times 5\text{mm} = 23,6)$ a lo obtenido se multiplica por el factor de corrección $(23,67 \times 1.143) = 27.1$ una vez obtenido nuestro valor D, determinaremos el valor del IRI que será de acuerdo a la siguiente expresión: $R = 0.593 + 0.0471D$ ($D > 50$) o $R = 0.0485D$ ($D < 50$), en donde se obtuvo el valor de 1,33 mm.

Tabla 21. Muestra del carril Norte a sur

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	23,67	mm
Factor de corrección	1.143	
Rango D corregido	27,1	mm
R en valores IRI	1,33	m/km

Nota: Elaboración propia

Resumen de los resultados obtenidos por el ensayo de Merlín (IRI)

Tabla 22. Resultado del ensayo de Merlín

N° ensayo	PROGRESIVA		LONGITUD (m)	RUGOSIDAD	
	Inicio (Km)	Final (Km)		D (mm)	R (IRI)
Ensayo Merlín carril sin plancha PET N-S y S-N					
N° 1	00+000	00+400	400	205.0	11.63
	00+400	00+548	148	98.1	5.88
N° 2	00+552	00+152	400	173.5	9.93
	00+152	00+000	152	6.47	6.47
Ensayo Merlín tramo crítico con planchas PET N-S y S-N					
N° 1	00+000	00+400	400	69.3	4.32
	00+400	00+548	148	27.7	1.53
N° 2	00+552	00+152	400	17.8	0.99
	00+152	00+000	152	23.67	1.33

Nota: Elaboración propia

En la tabla N° 22 se puede observar el índice de rugosidad para cada uno de los ensayos de acuerdo a la progresiva de estudio tanto de Sur a Norte como de Norte a Sur

Cálculo del índice de rugosidad

Mediante él (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013) se podrá clasificar el estado en el que se encuentra el pavimento flexible en estudio el cual se determinará por la siguiente tabla:

Tabla 23. Clasificación IRI según los carriles

PAVIMENTADAS	
ESTADO	RUGOSIDAD
Bueno	$0 < IRI \leq 2.8$
Regular	$2.8 < IRI \leq 4.0$
Malo	$4.0 < IRI \leq 5.0$
Muy malo	$5 < IRI$

Nota: MTC (2013)

Tabla 24. Escala de rugosidad según el MTC, 2013

N° ensayo	PROGRESIVA		RUGOSIDAD	
	Inicio (Km)	Final (Km)	R (IRI)	Calificación del IRI
Ensayo Merlín carril de sin plancha PET				
N° 1	00+000	00+400	11.63	Muy malo
	00+400	00+548	5.88	Muy malo
N° 2	00+552	00+152	9.93	Muy malo
	00+152	00+000	6.47	Muy malo
Ensayo Merlín tramo crítico con planchas PET				
N° 1	00+000	00+400	4.32	Malo
	00+400	00+548	1.53	Bueno
N° 2	00+552	00+152	0.99	Bueno
	00+152	00+000	1.33	Bueno

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla N° 24, se obtuvo un pavimento con rango de clasificación entre (muy malo, malo y regular), de acuerdo a la clasificación del IRI expresada en la tabla N° 23.

Calcular el PSI

Según él (AASHTO, 1993) para hallar el cálculo del PSI con respecto al IRI, se efectuará mediante la siguiente expresión:

Ecuacion 1. Serviciabilidad

$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

Los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos serán detallados en la tabla N° 25:

Tabla 25. Resumen de resultados del IRI y PSI

N° ensayo	PROGRESIVA		RUGOSIDAD	
	Inicio (Km)	Final (Km)	R (IRI)	PSI
Ensayo Merlín carril sin plancha PET				
N° 1	00+000	00+400	11.63	0.60
	00+400	00+548	5.88	1.72
N° 2	00+552	00+152	9.93	0.82
	00+152	00+000	6.47	1.54
Ensayo Merlín tramo crítico con plancha PET				
N° 1	00+000	00+400	4.32	2.28
	00+400	00+548	1.53	3.79
N° 2	00+552	00+152	0.99	4.18
	00+152	00+000	1.33	3.40

Nota: Elaboración propia

El resultado del tercer objetivo para el índice de serviciabilidad es:

Cálculo del índice de serviciabilidad

Para evaluar la serviciabilidad del pavimento es estudio se empleó el parámetro denominado índice de serviciabilidad indicado en el (PSI) el cual permitirá determinar si se encuentra en óptimas condiciones, será evaluado en una escala de 0 a 5 según sea la condición será el valor que le corresponde; según la siguiente tabla:

Tabla 26. Escala de serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad (PSI)	Calificación
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 - 2	Regular
2 – 1	Mala
1 - 0	Muy mala

Nota: (AASHTO, 1993)

Tabla 27. Escala de serviciabilidad de acuerdo a cada ensayo.

N° ensayo	PROGRESIVA		RUGOSIDAD	
	Inicio (Km)	Final (Km)	PSI	Calificación del PSI
Ensayo Merlín carril, sin plancha PET				
N° 1	00+000	00+400	0.60	Muy mala
	00+400	00+548	1.72	Mala
N° 2	00+552	00+152	0.82	Muy mala
	00+152	00+000	1.54	Mala
Ensayo Merlín tramo crítico con plancha PET				
N° 1	00+400	00+400	2.28	Regular
	00+552	00+548	3.79	Buena
N° 2	00+152	00+152	4.18	Muy buena
	00+000	00+000	3.40	Buena

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a nuestra tabla N° 27 se obtuvieron resultados que denotan la mejora del pavimento al aplicar la plancha PET, estos resultados se calcularon realizando la comparación de los datos obtenidos con el ensayo de Merly como lo estipula el AASHTO, 1993 en la tabla N° 26.

El resultado del último objetivo para comparar el índice de rodadura antes y después de la adición de las planchas PET:

Se realizaron las siguientes pruebas a los materiales específicos en los estándares proporcionados por el MTC en donde se obtuvo un suelo de material arena arcillosa de apariencia amarilla, a partir de los cuales se llegó a la siguiente interpretación y se procede a explicar detalladamente:

El contenido de humedad es una rutina de estudio de suelos que permite determinar la cantidad de agua que se encontró en la muestra de suelo en término de peso seco. Se realizó dos estratos, en donde mediante la siguiente expresión se pudo determinar el siguiente porcentaje (%):

Ecuacion 2. Contenido de humedad

$$W\% = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} \times 100$$

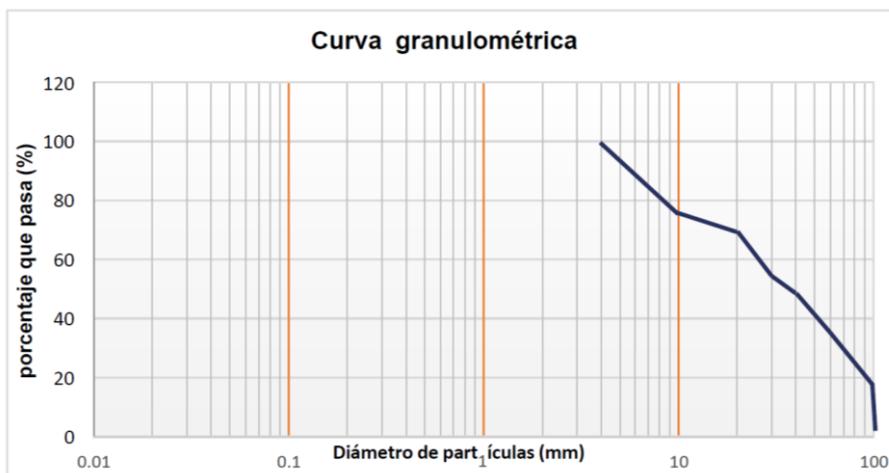
En la muestra E-01 se obtuvo que existe un promedio de humedad de 7.16 %, es cual se considera relativamente alto y en la muestra E-02 se halló un contenido de humedad de 3.92 %., presentando un índice menor de agua. Ambos expuestos a una temperatura de secado de 110 °C.

El procedimiento desarrollado en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, se observa el anexo N° 03 y los resultados obtenidos se detallan en el anexo N° 04 y N° 06.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo determinar que el peso específico relativo de sólidos de la muestra E-01 tiene un peso específico de 2.59 gr/cm³ significativamente igual al E-02, como se aprecia en el anexo N° 09. De tal manera el procedimiento realizado en el laboratorio de suelos de la UNP se detalla en el Anexo N° 08 y N° 10.

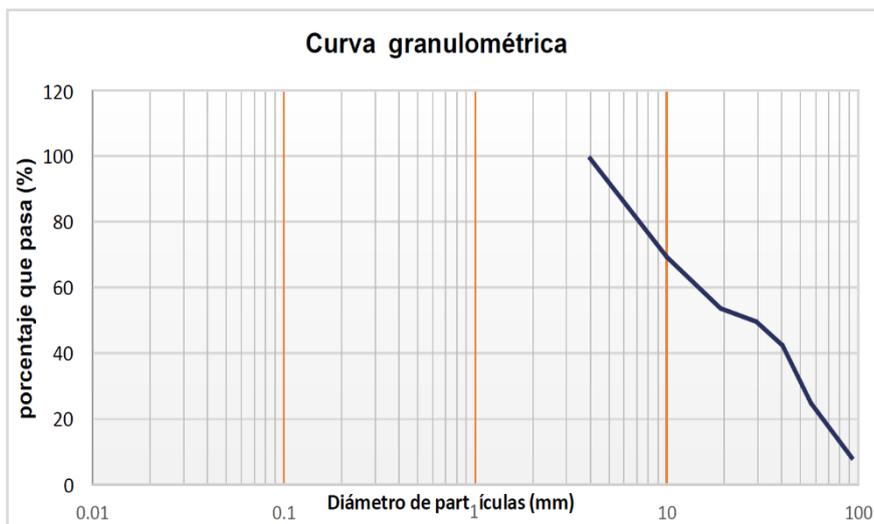
El análisis granulométrico mediante tamizado por lavado se realizó el nivel de gradación que tiene el material de estudio, para ser utilizado en el diseño de mezclas asfáltica, tomándose dos tipos de estratos de la calicata C-01 como se puede apreciar en la **figura 15** y **figura 16** y los resultados se adjuntan en los anexos N° 12 y N° 14.

Figura 15. Curva granulométrica del E-01



Nota: Laboratorio de suelos de la UPN

Figura 16. Curva granulométrica del E-02



Nota: Laboratorio de suelos de la UPN

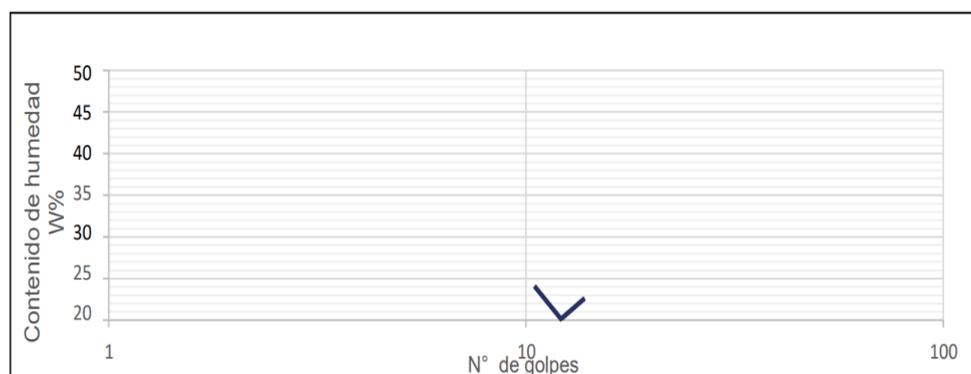
Como se puede observar en las gráficas anteriores, donde muestra la curva granulométrica y es usada primordialmente para determinar el tamaño máximo de las partículas del ensayo; como se aprecia en el procedimiento de los anexos N° 09 y N° 11.

Los resultados obtenidos del análisis de la resistencia a la compresión de testigos 50 mm³ se detallan en el anexo del N° 17 al anexo N° 32.

Este ensayo nos permitirá brindar información de primera mano si el hormigón permanece en su estado original. Sin embargo, estos no siempre son con las muestras cilíndricas, según el EHE transporte nos permite determinar los especímenes y la calidad del concreto después de un curado de 28 días antes de realizar la prueba de compresión.

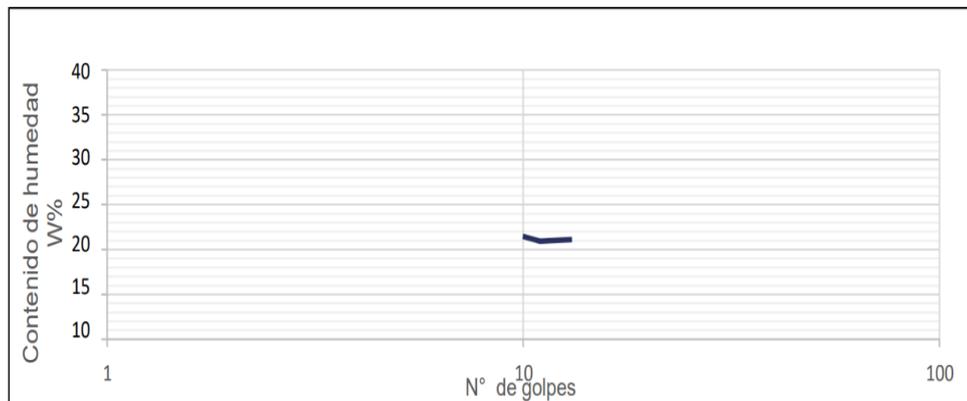
Cabe señalar que los valores límite líquidos obtenidos se determinaron mediante la prueba de golpes para el estrato E-01 se realizó 3 tipos de ensayos de 15, 21 y 28 golpes y en el E-02 se tomó 9, 16 y 23 ensayos de golpeo, como se muestra en la **figura 17** y **figura 18**. Una vez obtenidos los resultados se indicarán los valores de límite líquido en función a cada tipo de suelo ensayado. Los datos se encuentran detallados en el anexo N° 38 y anexo N° 39.

Figura 17. Límites De Plasticidad del E-01



Nota: Elaborado por el autor

Figura 18. *Límites De Plasticidad del E-02*



Nota: Elaborado por el autor

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para el presente estudio se analizó el pavimento flexible al cual se le pretende plantear un reforzamiento en las zonas más críticas adicionando planchas PET en la av. vía de evitamiento sur, entre la Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca. La investigación fue aplicada al carril sur que está constituido por 0.548 km y por el carril norte está constituida por 0.552 km al cual se le realizó 2 ensayos uno para cada lado y lo mismo para el pavimento reforzado empleando el rugosímetro Merlín obteniendo un estado aceptable a la norma AASTHO 1992. Lo que se quiere lograr es determinar el nivel si el reforzamiento del pavimento llega al 40 % acorde a la hipótesis planteada.

Según Orozco (2020) se realizó el analizar las estructuras mediante pruebas que fueron sometidas a ensayos exhaustivos para la obtención de los resultados se realizó el siguiente estudio que será la zona de instalación para determinar las características de la zona se encontró piel de cocodrilo, rugosidad, grietas y capa asfáltica dañada, en este proyecto se optó en lograr un buen desempeño, rehabilitar e iniciar nuevamente el

proceso de pavimentación realizando excavaciones hasta la sub base granular dejando está intacta, dicha sub base granular se reforzó con el geosintético.

Al realizar nuestro estudio se pudo determinar que la situación actual del pavimento flexible presenta daños pronunciados como fisuras, pérdida de capa asfáltica, piel de cocodrilo, rugosidad, daños superficiales y pérdida de fricción, las cuales han ocasionado problemas entre peatones y vehículos, en esta investigación se decidió el reforzamiento del pavimento flexible con plancha PET y así poder mejorar la capacidad de resistencia de capa de rodadura.

Asimismo, se tomó como ejemplo el estudio de Tingal (2020) encuentre el valor en unidades IRI, tales como: n el lado derecho de la carretera 1,07 m/km IRI promedio, desviación estándar 0,27, IRI característico 1,51 m/km, PSI 4,12; y para Calzada 2 (retorno) 1,10 m/km IRI medio, desviación estándar 0,10, IRI característico 1,27 m/km, PSI 4,09; lo que indica que el camino está en buenas condiciones para el tránsito, y de acuerdo al nivel de fricción del camino dado en la norma ASTM E-1926-98, esto indica que el camino aguanta bien a velocidades de 100 km/h a 120 km/h, sin embargo, esta velocidad viene dada por las señales viales debido al gran flujo de vehículos y personas, donde indico que serán mejorados si la rugosidad es no mayor a 3 m/km, y se estableció un límite de 2.0 m/km.. En este proyecto se usó el equipo de Merlín para su índice rugosidad sea más preciso para medir sus irregularidades , de tal manera indicará que el pavimento es aceptable.

Para el índice de rugosidad de nuestra investigación se tomó datos del ministerio de transportes y comunicaciones en donde se clasifica de 0 a 5, en donde el 0 es bueno y 5 muy malo. Al iniciar el método se aplicó en el pavimento sin reforzamiento en donde se obtuvo una calificación de muy malo con una clasificación de 6.47 a 11.63 siendo

mayor a la escala de rugosidad. En cambio, al aplicar la plancha PET se pudo ver una gran variedad ya que los valores estuvieron en el rango de 0.99 a 4.32, obteniendo una escala de malo a bueno de acuerdo a la escala es cual será de gran beneficio para los conductores y peatones.

De acuerdo al estudio de (Cordero, 2019) que el índice de Serviciabilidad del pavimento (PSI) se usa para determinar el área superficial del pavimento. Como resultado, el nivel de rugosidad obtenido en campo ayudó a los investigadores a determinar el índice de serviciabilidad del pavimento en el área de estudio (2.51 PSI = Regular). Esta investigación se utilizará la escala del 0 al 5 de acuerdo al AASHTO 1993, su índice de serviciabilidad podría elevarse y convertirse en el más adecuado para un determinado traslado.

En nuestro trabajo para la serviciabilidad se emplearon parámetros según la escala óptima de condiciones en una escala del 0 al 5 de acuerdo al AASHTO 1993. Al realizar el ensayo en el carril sin reforzamiento de plancha PET, se clasificó de acuerdo a la escala de serviciabilidad entre muy mala y mala, obteniendo como resultados de 0.60 m/km a 1.72 m/km, en cambio al utilizar la plancha PET se obtuvo una mejora que se logró una clasificación de regular, buena y muy buena, obteniendo un índice de 2.28 m/km a 4.18 m/km según la escala de serviciabilidad.

Al realizar la comparación se obtuvo que el pavimento flexible sin reforzamiento es más deficitario, ya que genera pérdidas económicas, tiempo de viaje, inseguridad vial y más. Sin embargo los resultados del reforzamiento del pavimento flexible con plancha PET fueron satisfactoriamente favorables acorde a las escalas específicas de IRI y PSI

permitiendo confirmar que la capa de rodadura mostrará un comportamiento beneficioso para la población en general.

Para realizar el ensayo de Merlín se tuvieron complicaciones al momento de aplicar el rugosímetro se presentaron dificultades ya que el flujo vehicular es alto y por ende se dilató el tiempo.

Las implicancias fundamentales de la presente investigación fue determinar la alteración favorable que tiene la vía en estudio en el índice de rugosidad internacional, transitabilidad vial al usar las planchas PET; considerando que las planchas PET son elaboradas por material en desuso lo cual ayuda y contribuye a reducir el consumo de recursos naturales.

El desarrollo de esta investigación en el cual se empleó las planchas PET para el reforzamiento del pavimento , con el fin de mostrar el aporte de mejorar la capacidad de resistencia de capa de rodadura; se obtuvieron resultados favorables en el pavimento al aplicar la plancha PET, estos resultados se calcularon realizando la comparación de los datos obtenidos con el ensayo de Merly como lo estipula el AASHTO

Se recomienda evaluar la condición actual de la vía para ver si cumple con los requisitos y parámetros antes de aplicar el reforzamiento con plancha PET, puesto que en lo económico la plancha PET ocasiona un incremento adicional al presupuesto.

Como conclusiones para la presente investigación tenemos:

- Se analizó el nivel de serviciabilidad mediante la evaluación del comportamiento superficial del pavimento flexible con el Equipo Merlín en la vía de evitamiento sur entre la Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, a través de la

rugosidad alcanzada en campo medido con el equipo Merlín, obteniendo un mejoramiento del 40% el nivel de servicio del pavimento, se validó la hipótesis.

- A través del estudio realizado con el equipo de Merlín se analizó las deformaciones longitudinales y se determinó que el IRI actual de la vía en estudio no es el óptimo ubicándose entre las escalas 0 - 1, pero al reforzarlo con la plancha PET el índice de rugosidad internacional mejoró siendo de esta manera aceptable según AASTHO 1992 y cumpliendo con la hipótesis general. Además, el pavimento reforzado con plancha PET presenta un IRI mínimo de 0.99 m/km y un IRI máximo de 4.32 m/km.

En los carriles se obtuvo los siguientes valores:

Sin plancha PET:

- ✓ IRI (carril S-N): 11.63 m/km
- ✓ IRI (carril N-S): 9.93 m/km

Con plancha PET:

- ✓ IRI (carril S-N): 4.32 m/km
- ✓ IRI (carril N-S): 0.99 m/km

En tal sentido, el rango "D" para nuestra muestra en cada uno de los ensayos con factor de corrección de 1.143 para el carril en estudio.

- Se determinó que para el índice de serviciabilidad internacional se debe emplear los parámetros según la escala óptima de condiciones en una escala del 0 al 5 de acuerdo al AASHTO , de tal manera al utilizar la plancha PET se obtuvo el mejoramiento logrando una clasificación de regular, buena y muy

bueno, obteniendo un índice de 2.28 m/km a 4.18 m/km según la escala de serviciabilidad, efectivamente indica que el pavimento es aceptable.

- En definitiva, al comparar el índice de rodadura actual o inicial se da conocer que el pavimento flexible es más deficiente, causando pérdidas económicas, averías en vehículos y/o accidentes y puede comprometer sobremanera la seguridad vial. En efecto, por otra parte, al utilizar las planchas PET en la vía el índice de rodadura se adquiere resultados favorables en base a lo establecido en las escalas de IRI y PSI.

REFERENCIAS

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of pavement Structures*.
<https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- Acuña Sanchez, Y. I., y Pariona Bustamante, J. B. (2021). *Diseño de Pavimento Flexible con Aplicación de Tereftalato de Polietileno en la Mezcla Asfáltica, Avenida Antigua Panamericana Sur, Chilca 2021*. Chilca: Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79239>
- Alesmar, L., Rendón, N., y Koroly, M. (2008). Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (PET) – cemento. *SciELO*, 23(1).
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100006
- Andrade, A. (2018). *Mejora de la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia a través de la predicción de su deterioro*. Valencia: Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/handle/10251/115994>
- Arteaga, J. (2018). *Análisis del comportamiento de la base – cemento para pavimentos con adición de residuos PET reciclado*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/16406>
- Bohórquez Soler, E., y Quintero Serrato, G. (2021). *Aporte estructural de mezcla asfáltica en caliente con inclusión de plástico PET por vía seca a estructuras de pavimento flexible para vías de bajo tráfico según especificaciones INVIAS*. Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/25824>
- Camacho, Y., Gómez, L., y López, L. (2019). *Viabilidad diseño de mezcla asfáltica modificada con 1% de fibra de PET*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
http://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12256/6/2019_viabilidad_di-se%C3%B1o_mezcla.pdf
- Campos, A., y Irigoín, I. (2020). Deterioro prematuro de los pavimentos flexibles de la zona urbana de la ciudad de Chota. *Revista norandina*, 2(2), 1-10.
<http://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/view/97>
- Canta Huarcaya, F., y Vivas Jines, K. (2018). *Diseño de mezclas asfálticas adicionando elastómeros y PET reciclado para cargas de tránsito pesado en vías metropolitanas, Lima 2018*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34380>
- Cordero, L. (2019). *Análisis del índice de serviciabilidad del pavimento flexible en la Avenida Túpac Amaru km 11, Comas-Lima 2018*. Universidad César Vallejo, Lima.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35660/B_Cordero_HLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Herrera Fierro, J., y Valencia Rubiano, A. (2021). *Mezcla asfáltica modificada con PET. Características que aporta el PET (Polietileno Tereftalato) en la mezcla de Asfalto*. Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/27098>

- Herrera García, F. (2019). *Propiedades mecánicas del pavimento flexible con incorporación de asfalto reciclado y polietileno (PET) en la Av. Condorcánqui Carabayllo, 2019*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79657>
- Llunitasig Chicaiza, S., y Ureña Aguirre, M. (2017). *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26585>
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). *manual de carreteras - suelos, geología, geotecnia y .* https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
- Monsalve, L., Giraldo, L., y Maya, J. (2012). *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO*. Armenia: Universidad del Quindío. https://www.academia.edu/34783801/DISE%C3%91O_DE_PAVIMENTO_FLEXIBLE_Y_RIGIDO_DISE%C3%91O_DE_PAVIMENTO_FLEXIBLE_Y_R%C3%8DGIDO
- Movilla Quesada, D., Raposeiras, A., y Olavarría, J. (2019). Efectos del tereftalato de polietileno reciclado (PET) sobre la rigidez de las mezclas de asfalto de caliente. *Hindawi, 2019*, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2019/6969826>
- Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos. (2010). *Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos*. Lima: Instituto de Construcción y Gerencia. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf
- Ordinola, D. (2019). *Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento del pavimento flexible de la carretera Piura - Paita*. Piura: Universidad de Piura. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP_553f957a58da178d260d305deaedb2a0/Details
- Orozco, J. (2020). *Refuerzo de estructuras de pavimento flexible a partir de láminas nodulares de polietileno de alta densidad*. Universidad de Antioquia, Medellín. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15615/1/OrozcoJesus_2020_RefuerzoEstructurasPavimentos.pdf
- Osorio Ariza, O. A. (2019). *Aplicación de plástico reciclado para mejorar la funcionalidad del pavimento flexible de la Vía auxiliar - Av. Universitaria Asociación Apavic –Carabayllo – Lima – 2019*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48412>
- Paredes Sandoval, V., y Aimacaña Iza, J. (2017). *Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25265>
- Quispe Solano, S. S. (2020). *Diseño del pavimento flexible incorporando plástico reciclado en la avenida Huayna Capac, Santa Rosa 2020*. Tesis de pregrado,

Universidad Cesar Vallejo, Lima.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82743>

- Reyes, C. (2013). *EL PET COMO SISTEMA ALTERNATIVO PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS EN LA VIVIENDA*. México: Universidad Autónoma Metropolitana. <https://core.ac.uk/download/pdf/128738089.pdf>
- Romero Flores, P., Huertas Cadena, G., y Cazar Ruiz, J. (2015). DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CARACTERÍSTICAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES O BITUMINOSOS CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO COMO MATERIAL CONSTITUTIVO. *Revista CIENCIA*, 17(1), 1-10.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/508>
- Suárez , G., y Cerquín, G. (2018). *Análisis del estado del pavimento flexible, tipo de fallas y su severidad de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad utilizando el método del índice de condición de pavimento, en la ciudad de Cajamarca - 2018*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_ebfc0f36eac36402d4deedc af625f938
- Tingal, H. (n.d.). *Análisis del índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimnto flexible de la vía Cajamarca - Baños del Inca, utilizando ell rugosimetro de Merlin*.
- Uribe Quispe, J. F. (2020). *Aplicación del Polietileno (PET) en pavimento flexible para determinar el comportamiento físico - mecánico en la Av. Los Geranios, Huaral 2020*. Tesis de pregrado, Unlversidad Cesar Vallejo, Huaral.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54387>

ANEXOS

Anexo N° 01

Operacionalidad de la variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM
Planchas PET	Según Herrera (2019) el tereftalato de polietileno con las iniciales PET, es un material plástico que se usa en envases de líquido y de tejido, este elemento contiene resina y entre otros elementos y son fácil de desproporcionar y de modificar sus medidas.	Se empleará la dosificación de las planchas PET para ver la resistencia de pavimento flexible.	Dosificación	1 %	Kg
				1.75 %	Kg
				3 %	Kg

Nota: Elaboración propia

Anexo N° 02
Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM
Pavimento flexible en zonas críticas	De acuerdo con Quispe (2020) el pavimento flexible se distribuye en cuatro capas que son: sub rasante es la capa de terreno natural que va desde el inicio del pavimento hasta apoyarse al subsuelo, además los subsuelos será $CBR \geq 6\%$ si es menor se deberá adicionar algún reforzamiento del suelo.	Pavimentos flexibles en zonas críticas se ha de emplear trabajabilidad, luego realizar la resistencia y para terminar se realizará el tema de vacíos.	Pavimento flexible	Índice de serviciabilidad	
				Índice de Rugosidad	m/km
				Índice de condición del Pavimento	

Nota: Elaboración propia

Anexo N° 03

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA:	E-01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO DEL RECIPIENTE			PESO DEL MATERIAL NATURAL		
					
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO					
					

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA:	E-01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO DEL RECIPIENTE			PESO DEL MATERIAL NATURAL+ PESO RECIPIENTE		
					
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO					
					

Nota: Elaborada por los autores

Anexo N° 04

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD								CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127								CH-LS-UPNC:	
	PROYECTO:	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"									
CANTERA:	C-01	MUESTRA:	E-01	TIPO DE MATERIAL:				ARENA ARCILLOSA			
UBICACIÓN:	AV. VIA EVITAMIENTO SUR			COLOR DE MATERIAL:				AMARILLO			
FECHA DE MUESTREO:	14 AGOSTO 2022			RESPONSABLE:				CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.			
FECHA DE ENSAYO:	16 AGOSTO 2022			REVISADO POR:				JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ			

<u>Temperatura de Secado</u>	<u>Método</u>
110 °C	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Identificación del recipiente o Tara	-	TE1	TA1								
B	Peso del Recipiente	gr	92.10	36.20								
C	Recipiente + Material Natural	gr	592.10	550.40								
D	Recipiente + Material Seco	gr	563.20	511.50								
E	Peso del material húmedo (Wmh) = C - B	gr	500.00	514.20								
F	Peso del material Seco (Ws) = D - B	gr	471.10	475.30								
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	6.13	8.18								
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	7.16									

$$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} * 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 16 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 05

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA:	E-02	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO DEL RECIPIENTE			PESO DEL MATERIAL NATURAL		
					
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO					
					

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA:	E-02	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO DEL RECIPIENTE			PESO DEL MATERIAL NATURAL+ PESO RECIPIENTE		
					
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO					
					

Anexo N° 06

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC:
	PROYECTO:	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
CANTERA:	C-01	MUESTRA:	E-02	TIPO DE MATERIAL: ARCILLA
UBICACIÓN:	AV. VIA EVITAMIENTO SUR		COLOR DE MATERIAL:	AMARILLO
FECHA DE MUESTREO:	14 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	
FECHA DE ENSAYO:	16 AGOSTO 2022	REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

Temperatura de Secado

110 °C

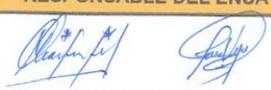
Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Identificación del recipiente o Tara	-		TE2	TA2							
B	Peso del Recipiente	gr		131.80	35.30							
C	Recipiente + Material Natural	gr		631.80	543.80							
D	Recipiente + Material Seco	gr		613.50	524.10							
E	Peso del material húmedo (Wmh) = C - B	gr		500.00	508.50							
F	Peso del material Seco (Ws) = D - B	gr		481.70	488.80							
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%		3.80	4.03							
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	3.92									

$$(W\%) = \frac{Wmh - Ws}{Ws} * 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 16 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 07

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO	MUESTRA:	E-01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO MUESTRA SECA			PESO DE FIOLA + AGUA		
					
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL			PESO MUESTRA		
					

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO	MUESTRA:	E-01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO MUESTRA SECA			PESO DE FIOLA + AGUA		
					
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL			PESO MUESTRA		
					

Anexo N° 08

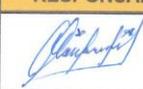
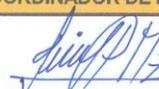
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131			PERS-LS-UPNC:	
PROYECTO:	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"				
CALICATA:	C-01	ESTRATO:	E-01	TIPO DE MATERIAL:	ARENA ARCILLOSA
UBICACIÓN:	AV. VIA EVITAMIENTO SUR			COLOR DE MATERIAL:	AMARILLO
FECHA DE MUESTREO:	14 AGOSTO 2022		RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	
FECHA DE ENSAYO:	17 AGOSTO 2022		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

PESO ESPECÍFICO DE PIEDRA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la Muestra			
B	Peso en el Aire	gr		
C	Peso Sumergido	gr		
D	Peso Específico $\gamma_s = (B/(B-C))$	gr/cm ³		
E	Promedio del Peso Específico " γ_s "	gr/cm ³		

PESO ESPECÍFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la Muestra			
B	Peso de la Muestra Seca	gr		
C	Volumen de Agua + Muestra seca	cm ³		
D	Peso Específico ($\gamma_s = B/D$)	gr/cm ³		
E	Promedio del Peso Específico " γ_s "	gr/cm ³		

NORMA: MTC E 113 – 1999, ASTM D854, NTP 339 – 131

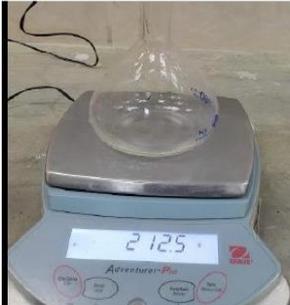
PESO ESPECÍFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la Muestra		F1	F2
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de Fiola + Agua (500ml)	cm ³	650.90	710.20
D	Peso de Fiola + Agua + Muestra seca	cm ³	713.80	770.20
E	Peso de Fiola + Agua - Aire	cm ³	1326.02	1441.72
F	Peso Específico ($\gamma_s = ((B/(D + C - E)))$)	gr/cm ³	2.59	2.59
G	Promedio del Peso Específico " γ_s "	gr/cm ³	2.59	

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA:	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 09

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO	MUESTRA:	E-02	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO MUESTRA SECA			PESO DE FIOLA + AGUA		
					
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL			PESO MUESTRA		
					

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO	MUESTRA:	E-01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO MUESTRA SECA			PESO DE FIOLA + AGUA		
					
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL			PESO MUESTRA		
					

Anexo N° 10

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	PERS-LS-UPNC:	
	PROYECTO:	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
CALICATA:	C-01	ESTRATO:	E-02	TIPO DE MATERIAL:
				ARCILLA
UBICACIÓN:		COLOR DE MATERIAL:	AMARILLO	
FECHA DE MUESTREO:	14 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	
FECHA DE ENSAYO:	17 AGOSTO 2022	REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

PESO ESPECÍFICO DE PIEDRA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la Muestra			
B	Peso en el Aire	gr		
C	Peso Sumergido	gr		
D	Peso Específico $\gamma_s = (B/(B-C))$	gr/cm ³		
E	Promedio del Peso Específico " γ_s "	gr/cm ³		

PESO ESPECÍFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la Muestra			
B	Peso de la Muestra Seca	gr		
C	Volumen de Agua + Muestra seca	cm ³		
D	Peso Específico ($\gamma_s = B / D$)	gr/cm ³		
E	Promedio del Peso Específico " γ_s "	gr/cm ³		

NORMA: MTC E 113 – 1999, ASTM D854, NTP 339 – 131

PESO ESPECÍFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la Muestra		F1	F2
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de Fiola + Agua (500ml)	cm ³	649.40	709.40
D	Peso de Fiola + Agua + Muestra seca	cm ³	709.60	769.10
E	Peso de Fiola + Agua - Aire	cm ³	1320.32	1439.82
F	Peso Específico ($\gamma_s = ((B / (D + C - E)))$)	gr/cm ³	2.59	2.59
G	Promedio del Peso Específico " γ_s "	gr/cm ³	2.59	

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 17 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 11

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	GRANULOMETRIA POR LAVADO	MUESTRA:	E-01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO MUESTRA SECA			N°4		
					
N°10			N°20		
					
N°30			N°40		
					
N°60			N°100		
					
N°200			PÉRDIDA		
					

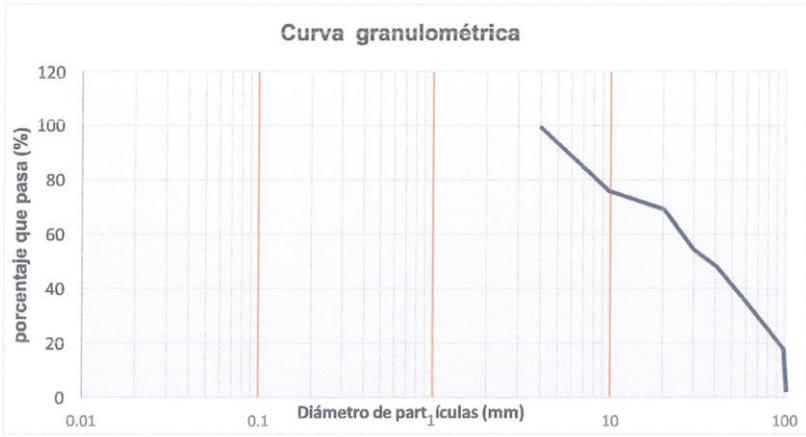
Anexo N° 12

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	ASTM D421			AGTL-LS-UPNC:
	PROYECTO:	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"			
CALICATA:	C-01	ESTRATO:	E-01	TIPO DE MATERIAL:	ARENA ARCILLOSA
UBICACIÓN:	AV. VIA EVITAMIENTO SUR		COLOR DE MATERIAL:	AMARILLO	
FECHA DE MUESTREO:	14 AGOSTO 2022		RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	
FECHA DE ENSAYO:	15 AGOSTO 2022		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

Peso de muestra seca; Ws	339.30	gr
--------------------------	--------	----

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido (gr)	% RP	%RA	% que pasa
N° 4	4,76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2	73.00	21.51	21.51	78.49
N°20	0,84	48.50	14.29	35.80	64.20
N°30	0,59	19.70	5.81	41.61	58.39
N°40	0,42	23.90	7.04	48.65	51.35
N°60	0,25	55.40	16.33	64.98	35.02
N°100	0,15	56.60	16.68	81.66	18.34
N°200	0,074	55.30	16.30	97.96	2.04
Perdida	Lavado	6.90	2.04	100.00	0.00
Total		339.30	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 15 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 13

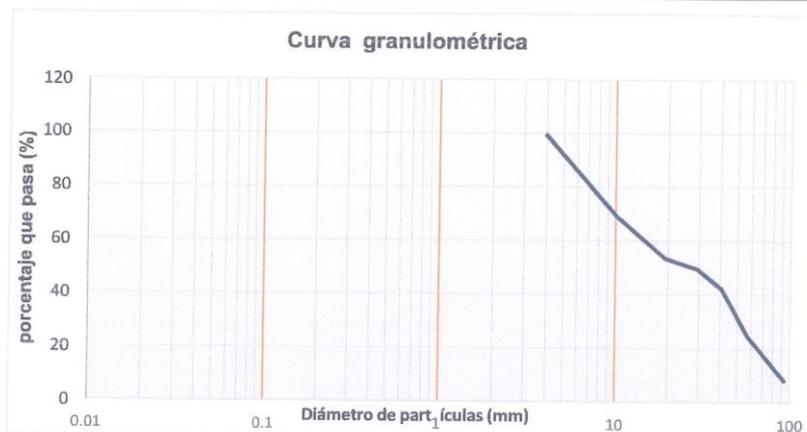
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	GRANULOMETRIA POR LAVADO	MUESTRA:	E-02	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO MUESTRA SECA			N°4		
					
N°10			N°20		
					
N°30			N°40		
					
N°60			N°100		
					
N°200			PÉRDIDA		
					

Anexo N° 14

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC:	
	NORMA: ASTM D421				
	PROYECTO: "REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"				
CALICATA:	C-01	ESTRATO:	E-02	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	AV. VIA EVITAMIENTO SUR			COLOR DE MATERIAL:	AMARILLO
FECHA DE MUESTREO:	14 AGOSTO 2022		RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	
FECHA DE ENSAYO:	16 AGOSTO 2022		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

Peso de muestra seca; Ws 360.70 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido (gr)	% RP	%RA	% que pasa
N° 4	4,76	0.00	0.00	0.00	0.00
N°10	2	94.80	26.28	26.28	73.72
N°20	0,84	63.40	17.58	43.86	56.14
N°30	0,59	22.10	6.13	49.99	50.01
N°40	0,42	24.50	6.79	56.78	43.22
N°60	0,25	53.80	14.92	71.70	28.30
N°100	0,15	54.90	15.22	86.92	13.08
N°200	0,074	43.00	11.92	98.84	1.16
Perdida	Lavado	4.20	1.16	100.00	0.00
Total		360.70	100.00		

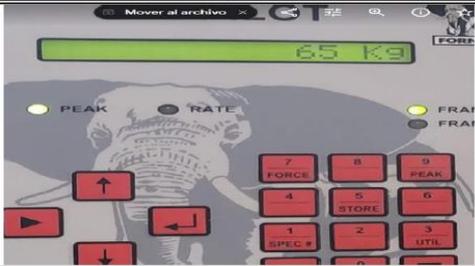
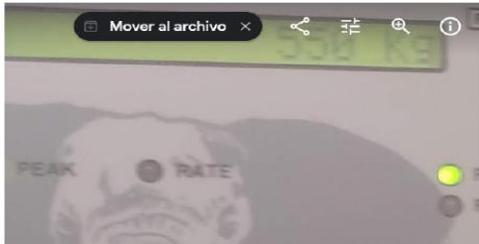


OBSERVACIONES:

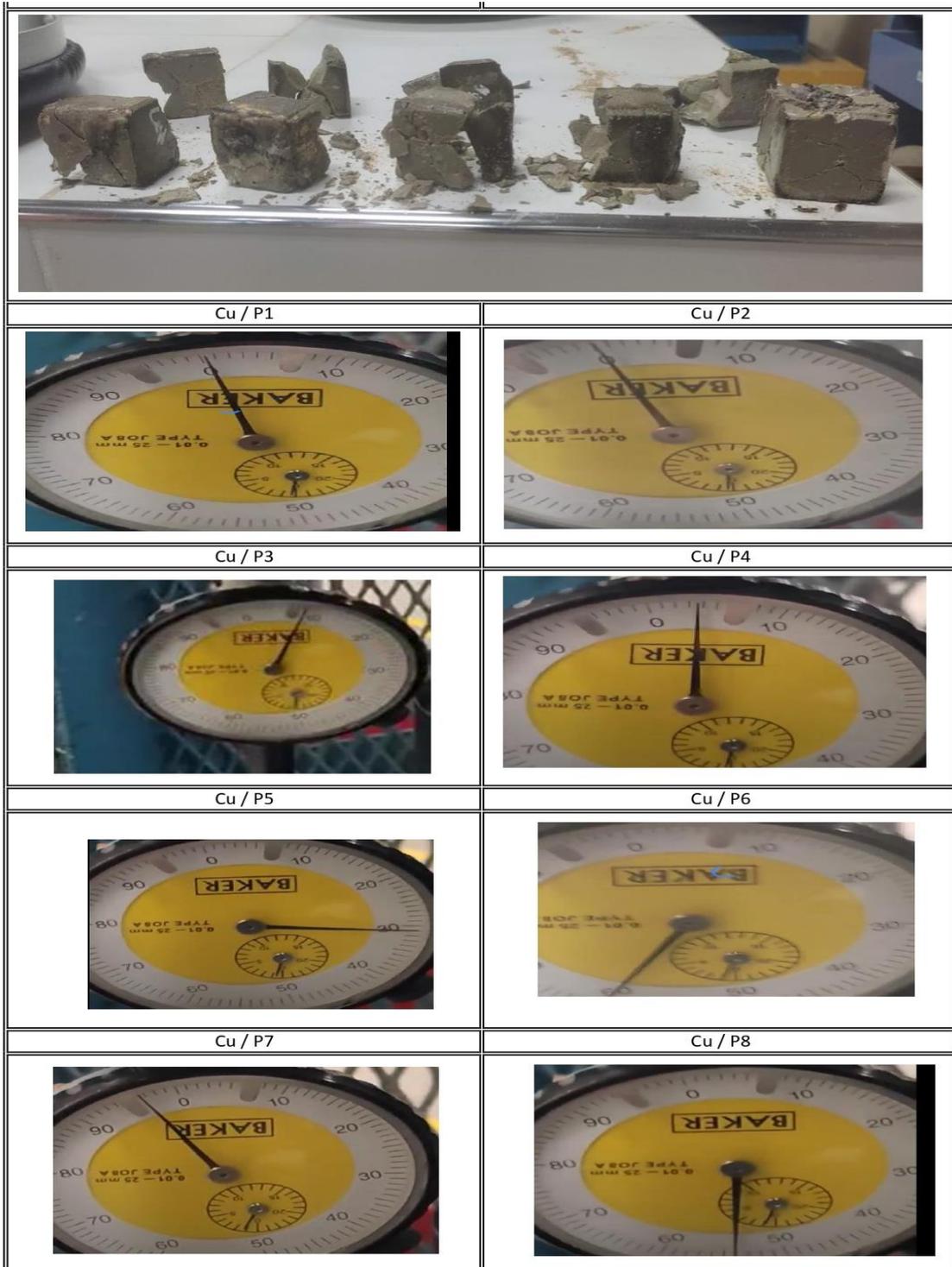
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 16 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 15

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	ENSAYO A LA COMPRESIÓN	MUESTRA:	1 - 8	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
					
Cu / P1			Cu / P2		
					
Cu / P3			Cu / P4		
					
Cu / P5			Cu / P6		
					
Cu / P7					
					
	PROBETA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm2)
	1	5,01	5,00	5,00	25,05
	2	4,98	5,00	5,00	24,90
	3	5,01	4,99	5,00	25,00
	4	5,00	5,01	5,00	25,05
	5	5,02	5,00	5,00	25,10
	6	4,99	5,01	5,00	25,00
	7	5,01	5,01	5,00	25,10
	8	5,00	5,00	5,00	25,00
	PROMEDIO	5,00	5,00	5,00	25,02

Anexo 16



Anexo 17

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS 50 mm ³			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	NTP 334.051			RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"			
ID. PROBETA:	P - 01	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)	
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)	
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE	
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0,000	0,000	0,000
2	10	0,010	0,400	0,000
3	20	0,150	0,799	0,003
4	30	0,750	1,199	0,015
5	40	0,900	1,599	0,018
6	50	1,450	1,998	0,029
7	60	2,200	2,398	0,044
8	70			
9	80			
10	90			
11	100			
12	110			
13	120			
14	130			
15	140			
16	150			
17	160			
18	170			
19	180			
20	190			
21	200			
22	210			
23	220			
24	230			
25	240			
26	250			
27	260			
28	270			
29	280			
30	290			
31	300			
32	310			
33	320			
34	330			
35	340			
36	350			
37	360			
38	370			
39	380			
40	390			
41	400			
42	410			

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
43	420			
44	430			
45	440			
46	450			
47	460			
48	470			
49	480			
50	490			
51	500			
52	510			
53	520			
54	530			
55	540			
56	550			
57	560			
58	570			
59	580			
60	590			
61	600			
Cu	65			

PROBETA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)
1	5,01	5,00	5,00	25,05
2	4,98	5,00	5,00	24,90
3	5,01	4,99	5,00	25,00
4	5,00	5,01	5,00	25,05
5	5,02	5,00	5,00	25,10
6	4,99	5,01	5,00	25,00
7	5,01	5,01	5,00	25,10
8	5,00	5,00	5,00	25,00
PROMEDIO	5,00	5,00	5,00	25,02

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Donde:
 σ = Esfuerzo
 ϵ = Deformación unitaria
 P = Carga aplicada
 A_0 = Área de sección transversal inicial
 ΔL = Variación de longitud
 L_0 = Longitud inicial

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 19 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN.

Anexo 18

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	NTP 334.051	RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
ID. PROBETA:	P - 01	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ



The graph shows a stress-strain curve for a concrete specimen. The x-axis is labeled 'ESFUERZO (kg/cm²)' and ranges from 0.000 to 0.070. The y-axis is labeled 'DEFORMACIÓN' and ranges from 0.000 to 3.000. The curve starts at the origin, rises linearly to approximately (0.045, 2.5), then exhibits a yield point followed by a strain-hardening region, and finally reaches a peak stress of about 0.065 kg/cm² at a deformation of 2.8 before failing.

OBSERVACIONES:		
19 AGOSTO 2022		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA:	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN.

Anexo 19

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGO 150 mm3			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	NTP 334.051			RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"			
ID. PROBETA:	P - 02	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)	
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)	
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE	
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ε _u
1	0	0,000	0,000	0,000
2	10	0,005	0,400	0,000
3	20	0,008	0,799	0,000
4	30	0,010	1,199	0,000
5	40	0,050	1,599	0,001
6	50	0,090	1,998	0,002
7	60	0,120	2,398	0,002
8	70	0,160	2,798	0,003
9	80	0,220	3,197	0,004
10	90	0,250	3,597	0,005
11	100	0,280	3,997	0,006
12	110	0,330	4,396	0,007
13	120	0,350	4,796	0,007
14	130	0,370	5,196	0,007
15	140	0,390	5,596	0,008
16	150	0,410	5,995	0,008
17	160	0,430	6,395	0,009
18	170	0,440	6,795	0,009
19	180	0,460	7,194	0,009
20	190	0,470	7,594	0,009
21	200	0,490	7,994	0,010
22	210	0,520	8,393	0,010
23	220	0,550	8,793	0,011
24	230	0,560	9,193	0,011
25	240	0,570	9,592	0,011
26	250	0,580	9,992	0,012
27	260	0,600	10,392	0,012
28	270	0,620	10,791	0,012
29	280	0,650	11,191	0,013
30	290	0,680	11,591	0,014
31	300	0,690	11,990	0,014
32	310	0,700	12,390	0,014
33	320	0,720	12,790	0,014
34	330	0,740	13,189	0,015
35	340	0,760	13,589	0,015
36	350	0,770	13,989	0,015
37	360	0,780	14,388	0,016
38	370	0,800	14,788	0,016
39	380	0,810	15,188	0,016
40	390	0,820	15,588	0,016
41	400	0,850	15,987	0,017
42	410	0,860	16,387	0,017

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ε _u
43	420	0,870	16,787	0,017
44	430	0,880	17,186	0,018
45	440	0,900	17,586	0,018
46	450	0,910	17,986	0,018
47	460	0,915	18,385	0,018
48	470	0,920	18,785	0,018
49	480	0,940	19,185	0,019
50	490	0,950	19,584	0,019
51	500	0,955	19,984	0,019
52	510	0,960	20,384	0,019
53	520	0,970	20,783	0,019
54	530	0,981	21,183	0,020
55	540	1,010	21,583	0,020
56	550	1,020	21,982	0,020
57	560			
58	570			
59	580			
60	590			
61	600			
Cu	564			

PROBETA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)
1	5,01	5,00	5,00	25,05
2	4,98	5,00	5,00	24,90
3	5,01	4,99	5,00	25,00
4	5,00	5,01	5,00	25,05
5	5,02	5,00	5,00	25,10
6	4,99	5,01	5,00	25,00
7	5,01	5,01	5,00	25,10
8	5,00	5,00	5,00	25,00
PROMEDIO	5,00	5,00	5,00	25,02

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

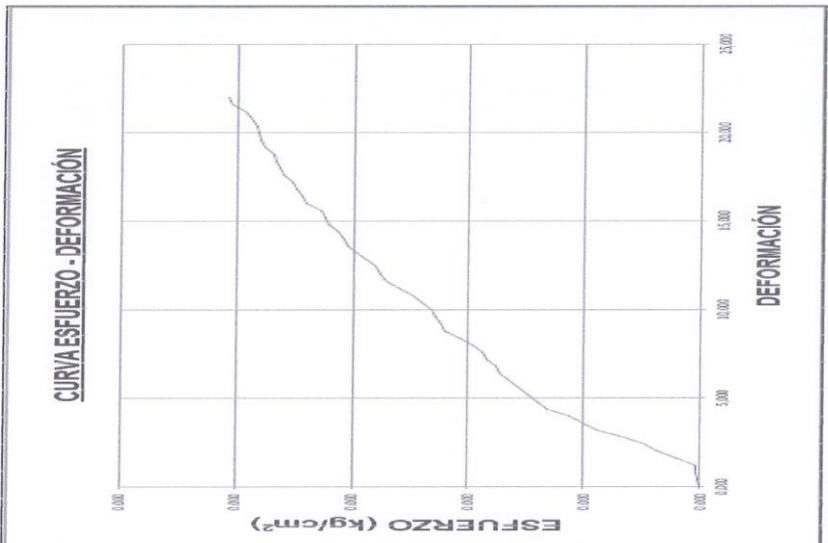
Donde:
 σ = Esfuerzo
 ε = Deformación unitaria
 P = Carga aplicada
 A₀ = Área de sección transversal inicial
 ΔL = Variación de longitud
 L₀ = Longitud inicial

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 19 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN

Anexo 20

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS		
	NORMA		
PROYECTO		"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"	
ID. PROBETA:	P - 2	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE. FECHA: 19 AGOSTO 2022	 NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	 NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Fuente: Formato recopilado de la UPN

Anexo 21

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGO 150 mm3		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	NTP 334.051		
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
ID. PROBETA:		Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	P - 03	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	17 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE
EDAD DE LA PROBETA:	19 AGOSTO 2022	REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u	N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0,000	0,000	0,000	43	420	0,465	16,787	0,009
2	10	0,005	0,400	0,000	44	430	0,470	17,186	0,009
3	20	0,007	0,799	0,000	45	440	0,470	17,586	0,009
4	30	0,009	1,199	0,000	46	450	0,490	17,986	0,010
5	40	0,010	1,599	0,000	47	460	0,500	18,385	0,010
6	50	0,011	1,998	0,000	48	470	0,505	18,785	0,010
7	60	0,012	2,398	0,000	49	480	0,520	19,185	0,010
8	70	0,013	2,798	0,000	50	490	0,530	19,584	0,011
9	80	0,020	3,197	0,000	51	500	0,540	19,984	0,011
10	90	0,040	3,597	0,001	52	510	0,550	20,384	0,011
11	100	0,100	3,997	0,002	53	520	0,555	20,783	0,011
12	110	0,120	4,396	0,002	54	530	0,560	21,183	0,011
13	120	0,140	4,796	0,003	55	540	0,557	21,583	0,011
14	130	0,150	5,196	0,003	56	550	0,570	21,982	0,011
15	140	0,170	5,596	0,003	57	560	0,580	22,382	0,012
16	150	0,180	5,995	0,004	58	570	0,590	22,782	0,012
17	160	0,210	6,395	0,004	59	580	0,595	23,181	0,012
18	170	0,220	6,795	0,004	60	590	0,600	23,581	0,012
19	180	0,240	7,194	0,005	61	600	0,605	23,981	0,012
20	190	0,250	7,594	0,005	62	610	0,610	24,380	0,012
21	200	0,260	7,994	0,005	63	620	0,620	24,780	0,012
22	210	0,270	8,393	0,005	64	630	0,625	25,180	0,013
23	220	0,290	8,793	0,006	65	640	0,640	25,580	0,013
24	230	0,310	9,193	0,006	66	650	0,650	25,979	0,013
25	240	0,320	9,592	0,006	67	660	0,655	26,379	0,013
26	250	0,330	9,992	0,007	68	670	0,660	26,779	0,013
27	260	0,350	10,392	0,007	69	680	0,665	27,178	0,013
28	270	0,360	10,791	0,007	70	690	0,670	27,578	0,013
29	280	0,370	11,191	0,007	71	700	0,675	27,978	0,014
30	290	0,380	11,591	0,008	72	710	0,680	28,377	0,014
31	300	0,390	11,990	0,008	73	720	0,685	28,777	0,014
32	310	0,400	12,390	0,008	74	730	0,690	29,177	0,014
33	320	0,410	12,790	0,008	75	740	0,710	29,576	0,014
34	330	0,420	13,189	0,008	76	750	0,715	29,976	0,014
35	340	0,430	13,589	0,009	77	760	0,730	30,376	0,015
36	350	0,435	13,989	0,009	78	770	0,740	30,775	0,015
37	360	0,440	14,388	0,009	79	780	0,745	31,175	0,015
38	370	0,445	14,788	0,009	80	790	0,750	31,575	0,015
39	380	0,445	15,188	0,009					
40	390	0,450	15,588	0,009					
41	400	0,455	15,987	0,009					
42	410	0,460	16,387	0,009					

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 19 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo 22

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NTP 334.051		PROYECTO "REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ID. PROBETA: P - 3	Largo x ancho x altura (cm): 5 x 5 x 5 (Promedio)	ÁREA PROMEDIO (cm²): 25.02 (cm ²)
FECHA DE ELABORACIÓN: 17 AGOSTO 2022	RESPONSABLE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE	REVISADO POR: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	
FECHA DE ENSAYO: 19 AGOSTO 2022			
EDAD DE LA PROBETA:			



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE. FECHA: 19 AGOSTO 2022	 NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	 NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo 23

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGO 150 mm3		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	NTP 334.051		RCTC-LC-UPNC:
	PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
ID. PROBETA:	P - 04	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)	
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm²):	25.02 (cm2)	
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE	
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0,000	0,000	0,000
2	10	0,001	0,400	0,000
3	20	0,005	0,799	0,000
4	30	0,010	1,199	0,000
5	40	0,011	1,599	0,000
6	50	0,015	1,998	0,000
7	60	0,020	2,398	0,000
8	70	0,022	2,798	0,000
9	80	0,023	3,197	0,000
10	90	0,025	3,597	0,001
11	100	0,060	3,997	0,001
12	110	0,090	4,396	0,002
13	120	0,110	4,796	0,002
14	130	0,150	5,196	0,003
15	140	0,160	5,596	0,003
16	150	0,170	5,995	0,003
17	160	0,210	6,395	0,004
18	170	0,230	6,795	0,005
19	180	0,240	7,194	0,005
20	190	0,250	7,594	0,005
21	200	0,255	7,994	0,005
22	210	0,260	8,393	0,005
23	220	0,270	8,793	0,005
24	230	0,280	9,193	0,006
25	240	0,290	9,592	0,006
26	250	0,300	9,992	0,006
27	260	0,305	10,392	0,006
28	270	0,310	10,791	0,006
29	280	0,350	11,191	0,007
30	290	0,360	11,591	0,007
31	300	0,400	11,990	0,008
32	310	0,410	12,390	0,008
33	320	0,420	12,790	0,008
34	330	0,430	13,189	0,009
35	340	0,460	13,589	0,009
36	350	0,480	13,989	0,010
37	360	0,500	14,388	0,010
38	370	0,510	14,788	0,010
39	380	0,530	15,188	0,011
40	390	0,550	15,588	0,011
41	400	0,560	15,987	0,011
42	410	0,570	16,387	0,011

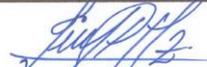
Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	420	0,590	16,787	0,012
44	430	0,610	17,186	0,012
45	440	0,630	17,586	0,013
46	450	0,660	17,986	0,013
47	460	0,670	18,385	0,013
48	470	0,700	18,785	0,014
49	480	0,710	19,185	0,014
50	490	0,730	19,584	0,015
51	500	0,740	19,984	0,015
52	510	0,780	20,384	0,016
53	520	0,830	20,783	0,017
54	530	0,850	21,183	0,017
55	540	0,880	21,583	0,018
56	550	0,950	21,982	0,019
57	560			
58	570			
59	580			
60	590			
61	600			
Cu	550			

PROBETA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm2)
1	5,01	5,00	5,00	25,05
2	4,98	5,00	5,00	24,90
3	5,01	4,99	5,00	25,00
4	5,00	5,01	5,00	25,05
5	5,02	5,00	5,00	25,10
6	4,99	5,01	5,00	25,00
7	5,01	5,01	5,00	25,10
8	5,00	5,00	5,00	25,00
PROMEDIO	5,00	5,00	5,00	25,02

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

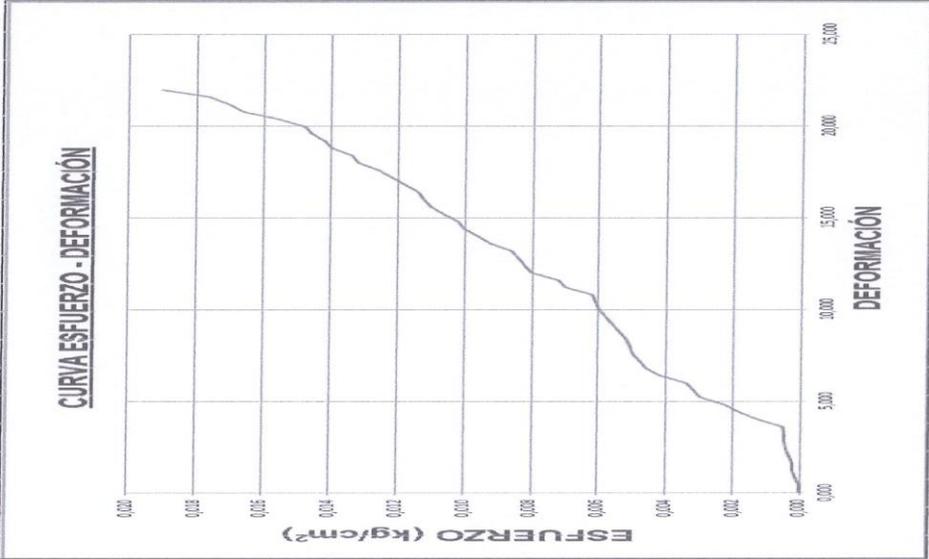
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Donde:
 ϵ = Deformación unitaria
 P = Carga aplicada
 A_0 = Área de sección transversal inicial
 ΔL = Variación de longitud
 L_0 = Longitud inicial

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 19 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 24

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS	
	NORMA	NTP 334.051	
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
ID. PROBETA:	P - 4	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ
			
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	
			
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.		NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	
FECHA: 19 AGOSTO 2022		FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	
		DOCENTE	
			
		NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO	
		FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022	

Nota: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 25

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGO 150 mm3		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA	NTP 334.051		RCTC-LC-UPNC:	
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"			
ID. PROBETA:	P - 05	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)	
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm²):	25.02 (cm2)	
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE	
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0,000	0,000	0,000
2	10	0,005	0,400	0,000
3	20	0,050	0,799	0,001
4	30	0,090	1,199	0,002
5	40	0,110	1,599	0,002
6	50	0,270	1,998	0,005
7	60	0,290	2,398	0,006
8	70	0,350	2,798	0,007
9	80	0,390	3,197	0,008
10	90	0,500	3,597	0,010
11	100			
12	110			
13	120			
14	130			
15	140			
16	150			
17	160			
18	170			
19	180			
20	190			
21	200			
22	210			
23	220			
24	230			
25	240			
26	250			
27	260			
28	270			
29	280			
30	290			
31	300			
32	310			
33	320			
34	330			
35	340			
36	350			
37	360			
38	370			
39	380			
40	390			
41	400			
42	410			

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	420			
44	430			
45	440			
46	450			
47	460			
48	470			
49	480			
50	490			
51	500			
52	510			
53	520			
54	530			
55	540			
56	550			
57	560			
58	570			
59	580			
60	590			
61	600			
Cu	98			

PROBETA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm2)
1	5,01	5,00	5,00	25,05
2	4,98	5,00	5,00	24,90
3	5,01	4,99	5,00	25,00
4	5,00	5,01	5,00	25,05
5	5,02	5,00	5,00	25,10
6	4,99	5,01	5,00	25,00
7	5,01	5,01	5,00	25,10
8	5,00	5,00	5,00	25,00
PROMEDIO	5,00	5,00	5,00	25,02

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

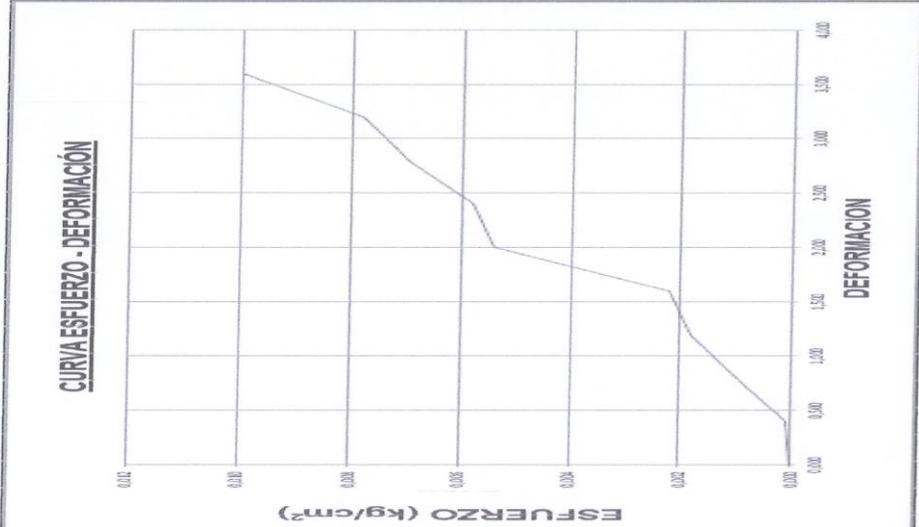
Donde:
 σ = Esfuerzo
 ϵ = Deformación unitaria
 P = Carga aplicada
 A_0 = Área de sección transversal inicial
 ΔL = Variación de longitud
 L_0 = Longitud inicial

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 19 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 26

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	NTP 334.051	RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
ID. PROBETA:	P - 5	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE. FECHA: 19 AGOSTO 2022	 NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	 NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN.

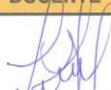
Anexo N° 27

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGO 150 mm3			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	NTP 334.051			RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"			
ID. PROBETA:	P - 06	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)	
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm²):	25.02 (cm2)	
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE	
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0,000	0,000	0,000
2	10	0,001	0,400	0,000
3	20	0,170	0,799	0,003
4	30	0,300	1,199	0,006
5	40	0,560	1,599	0,011
6	50	0,610	1,998	0,012
7	60	0,650	2,398	0,013
8	70	0,690	2,798	0,014
9	80	0,750	3,197	0,015
10	90	0,790	3,597	0,016
11	100	0,810	3,997	0,016
12	110	0,830	4,396	0,017
13	120	0,830	4,796	0,017
14	130	0,880	5,196	0,018
15	140	0,910	5,596	0,018
16	150	0,950	5,995	0,019
17	160	0,955	6,395	0,019
18	170	0,970	6,795	0,019
19	180	0,980	7,194	0,020
20	190	0,995	7,594	0,020
21	200	1,000	7,994	0,020
22	210	1,005	8,393	0,020
23	220	1,090	8,793	0,022
24	230	1,100	9,193	0,022
25	240	1,130	9,592	0,023
26	250	1,140	9,992	0,023
27	260	1,150	10,392	0,023
28	270	1,170	10,791	0,023
29	280	1,190	11,191	0,024
30	290	1,195	11,591	0,024
31	300	1,200	11,990	0,024
32	310	1,210	12,390	0,024
33	320	1,215	12,790	0,024
34	330	1,220	13,189	0,024
35	340	1,230	13,589	0,025
36	350	1,240	13,989	0,025
37	360	1,260	14,388	0,025
38	370	1,300	14,788	0,026
39	380	1,330	15,188	0,027
40	390	1,380	15,588	0,028
41	400	1,390	15,987	0,028
42	410	1,400	16,387	0,028

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	420	1,405	16,787	0,028
44	430	1,425	17,186	0,029
45	440	1,430	17,586	0,029
46	450	1,435	17,986	0,029
47	460	1,438	18,385	0,029
48	470	1,460	18,785	0,029
49	480	1,470	19,185	0,029
50	490	1,480	19,584	0,030
51	500	1,510	19,984	0,030
52	510	1,520	20,384	0,030
53	520	1,530	20,783	0,031
54	530			
55	540			
56	550			
57	560			
58	570			
59	580			
60	590			
61	600			
Cu	546			

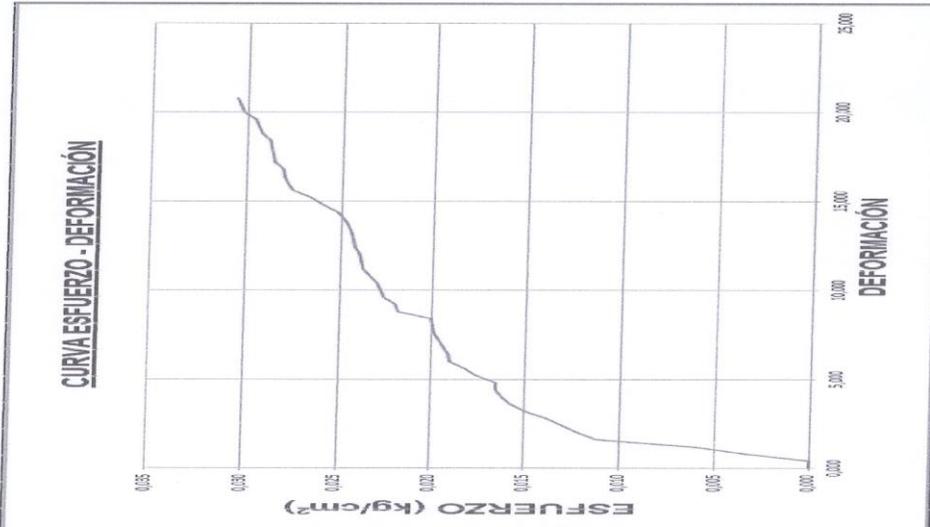
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 17 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 28

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS	
	NORMA	NTP 334.051	
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
ID. PROBETA:	P - 6	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

The graph shows a stress-strain curve for a concrete specimen. The x-axis is labeled 'ESFUERZO (kg/cm²)' and ranges from 0.000 to 0.025. The y-axis is labeled 'DEFORMACIÓN' and ranges from 0.000 to 25.000. The curve starts at approximately (0.005, 20.000), rises to a peak of about 22.000 at 0.010, then drops to 15.000 at 0.015, and continues to decrease to near zero at 0.025.

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE. FECHA: 19 AGOSTO 2022	 NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	 NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN.

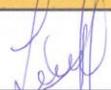
Anexo N° 29

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGO 150 mm3		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	NTP 334.051		
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
ID. PROBETA:		Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	P - 07	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	17 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE
EDAD DE LA PROBETA:	19 AGOSTO 2022	REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0,000	0,000	0,000
2	10	0,001	0,400	0,000
3	20	0,100	0,799	0,002
4	30	0,150	1,199	0,003
5	40	0,460	1,599	0,009
6	50	0,600	1,998	0,012
7	60	0,650	2,398	0,013
8	70	0,680	2,798	0,014
9	80	0,710	3,197	0,014
10	90	0,800	3,597	0,016
11	100	0,825	3,997	0,017
12	110	0,830	4,396	0,017
13	120	0,850	4,796	0,017
14	130	0,880	5,196	0,018
15	140	0,900	5,596	0,018
16	150	0,910	5,995	0,018
17	160	0,960	6,395	0,019
18	170	0,970	6,795	0,019
19	180	0,980	7,194	0,020
20	190	0,995	7,594	0,020
21	200	1,010	7,994	0,020
22	210	1,012	8,393	0,020
23	220	1,090	8,793	0,022
24	230	1,095	9,193	0,022
25	240	1,110	9,592	0,022
26	250	1,120	9,992	0,022
27	260	1,140	10,392	0,023
28	270	1,230	10,791	0,025
29	280	1,250	11,191	0,025
30	290	1,255	11,591	0,025
31	300	1,270	11,990	0,025
32	310	1,290	12,390	0,026
33	320	1,295	12,790	0,026
34	330	1,310	13,189	0,026
35	340	1,320	13,589	0,026
36	350	1,330	13,989	0,027
37	360	1,350	14,388	0,027
38	370	1,400	14,788	0,028
39	380	1,430	15,188	0,029
40	390	1,470	15,588	0,029
41	400	1,480	15,987	0,030
42	410	1,500	16,387	0,030

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
43	420	1,501	16,787	0,030
44	430	1,505	17,186	0,030
45	440	1,510	17,586	0,030
46	450	1,515	17,986	0,030
47	460	1,516	18,385	0,030
48	470	1,520	18,785	0,030
49	480	1,530	19,185	0,031
50	490	1,540	19,584	0,031
51	500	1,550	19,984	0,031
52	510	1,600	20,384	0,032
53	520	1,620	20,783	0,032
54	530	1,640	21,183	0,033
55	540	1,650	21,583	0,033
56	550	1,680	21,982	0,034
57	560	1,690	22,382	0,034
58	570	1,710	22,782	0,034
59	580	1,720	23,181	0,034
60	590	1,730	23,581	0,035
61	600	1,740	23,981	0,035
62	610	1,750	24,380	0,035
63	620	1,768	24,780	0,035
64	630	1,770	25,180	0,035
65	640	1,800	25,580	0,036
66	650	1,805	25,979	0,036
67	660	1,810	26,379	0,036
68	670	1,815	26,779	0,036
69	680	1,820	27,178	0,036
70	690	1,830	27,578	0,037
71	700	1,850	27,978	0,037
72	710	1,860	28,377	0,037
73	720	1,910	28,777	0,038
74	730	1,960	29,177	0,039
75	740			
76	750			
77	760			
78	770			
Cu	738			

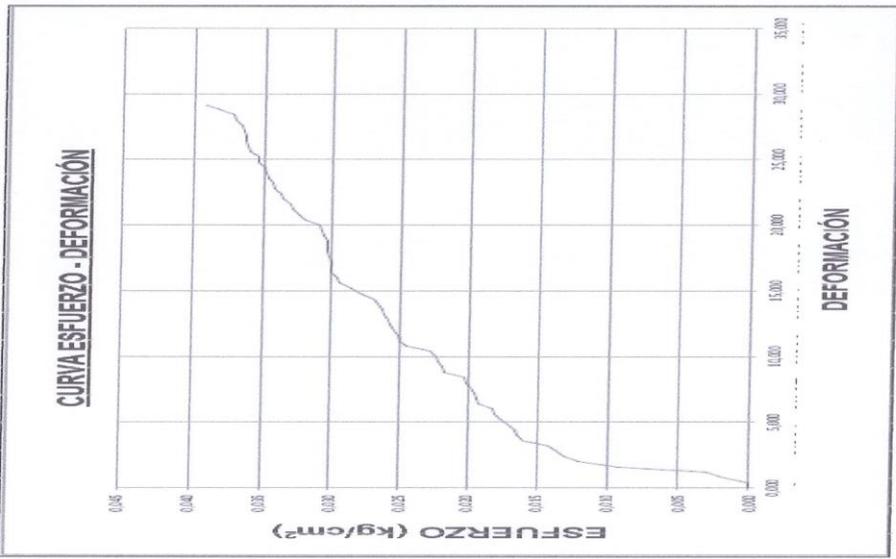
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	NOMBRE: JÓRGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 19 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

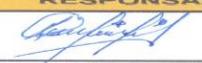
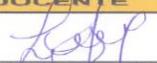
Nota: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 30

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS		
	NORMA NTP 334.051		
PROYECTO "REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"			
ID. PROBETA:	P - 7	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ



The graph shows a stress-strain curve for a concrete specimen. The x-axis is labeled 'ESFUERZO (kg/cm²)' and ranges from 0.00 to 0.45. The y-axis is labeled 'DEFORMACIÓN' and ranges from 0.00 to 35.000. The curve starts at the origin, rises to a peak stress of approximately 0.35 kg/cm² at a strain of about 15.000, and then gradually descends, reaching a residual stress of about 0.05 kg/cm² at a strain of 35.000.

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE. FECHA: 19 AGOSTO 2022	 NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	 NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 31

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGO 150 mm ³			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	NTP 334.051			RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"			
ID. PROBETA:	P - 08	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)	
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)	
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE	
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0,000	0,000	0,000
2	10	0,001	0,400	0,000
3	20	0,010	0,799	0,000
4	30	0,150	1,199	0,003
5	40	0,300	1,599	0,006
6	50	0,600	1,998	0,012
7	60	0,650	2,398	0,013
8	70	0,700	2,798	0,014
9	80	0,705	3,197	0,014
10	90	0,720	3,597	0,014
11	100	0,750	3,997	0,015
12	110	0,780	4,396	0,016
13	120	0,830	4,796	0,017
14	130	0,880	5,196	0,018
15	140	0,900	5,596	0,018
16	150	0,910	5,995	0,018
17	160	0,960	6,395	0,019
18	170	0,965	6,795	0,019
19	180	0,970	7,194	0,019
20	190	1,000	7,594	0,020
21	200	1,001	7,994	0,020
22	210	1,003	8,393	0,020
23	220	1,060	8,793	0,021
24	230	1,100	9,193	0,022
25	240	1,150	9,592	0,023
26	250	1,160	9,992	0,023
27	260	1,195	10,392	0,024
28	270	1,200	10,791	0,024
29	280	1,230	11,191	0,025
30	290	1,240	11,591	0,025
31	300	1,270	11,990	0,025
32	310	1,290	12,390	0,026
33	320	1,295	12,790	0,026
34	330	1,300	13,189	0,026
35	340	1,310	13,589	0,026
36	350	1,330	13,989	0,027
37	360	1,360	14,388	0,027
38	370	1,380	14,788	0,028
39	380	1,400	15,188	0,028
40	390	1,420	15,588	0,028
41	400	1,430	15,987	0,029
42	410	1,450	16,387	0,029

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
43	420	1,500	16,787	0,030
44	430	1,530	17,186	0,031
45	440	1,540	17,586	0,031
46	450	1,545	17,986	0,031
47	460	1,550	18,385	0,031
48	470	1,570	18,785	0,031
49	480	1,630	19,185	0,033
50	490	1,640	19,584	0,033
51	500	1,650	19,984	0,033
52	510	1,660	20,384	0,033
53	520	1,665	20,783	0,033
54	530	1,670	21,183	0,033
55	540			
56	550			
57	560			
58	570			
59	580			
60	590			
61	600			
Cu	537			

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 19 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 32

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	NTP 334.051	RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
ID. PROBETA:	P - 8	Largo x ancho x altura (cm):	5 x 5 x 5 (Promedio)
FECHA DE ELABORACIÓN:	17 AGOSTO 2022	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	25.02 (cm ²)
FECHA DE ENSAYO:	19 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.
EDAD DE LA PROBETA:		REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ



The graph shows the relationship between stress (ESFUERZO in kg/cm²) on the x-axis and strain (DEFORMACIÓN) on the y-axis. The x-axis ranges from 0.00 to 0.30 with increments of 0.05. The y-axis ranges from 0.00 to 25.00 with increments of 5.00. The curve starts at approximately (0.02, 22.00), rises to a peak of about 24.00 at 0.05 strain, then descends to a yield point of about 18.00 at 0.10 strain, followed by a gradual increase to a maximum stress of about 22.00 at 0.20 strain, and finally levels off to about 18.00 at 0.30 strain.

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE. FECHA: 19 AGOSTO 2022	 NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	 NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN.

Anexo N° 33

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E1 LL 01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E2 LL 01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

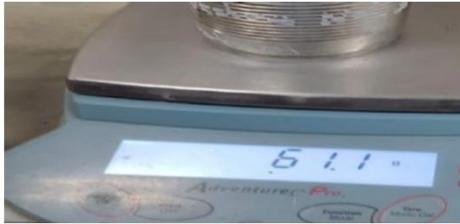
Anexo N° 34

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E1 LL 02	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E2 LL 02	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

Anexo N° 35

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E1 LL 03	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E2 LL 03	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

Anexo N° 36

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E1 LP 01	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E2LP 01	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

Anexo N° 37

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E1 LP 01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

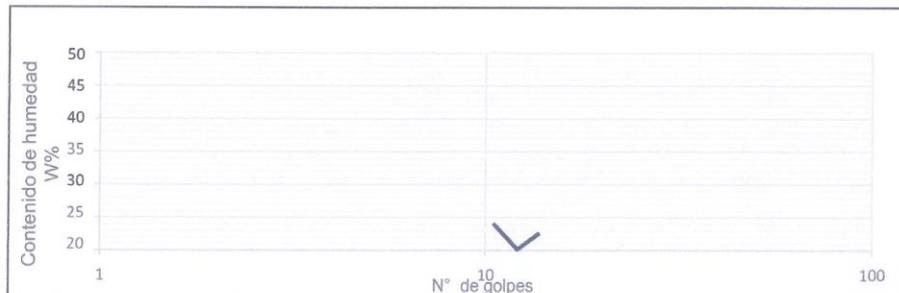
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
ENSAYO:	LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO	MUESTRA:	E2 LP 01	RESPONSABLES:	CHAVEZ COJAL MIRIA VEGA CALUA JORGE
PESO RECIPIENTE			SUELO HUMERDO + RECIPIENTE		
					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
					

Anexo N° 38

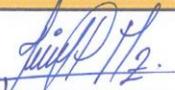
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP E339.130 / MTC E111 / ASTM D4318		LP-LS-UPNC:
	PROYECTO:	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"		
CALICATA:	C-01	ESTRATO:	E-01	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	AV. VIA EVITAMIENTO SUR		COLOR DE MATERIAL:	AMARILLO
FECHA DE MUESTREO:	14 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:	CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.	
FECHA DE ENSAYO:	17 AGOSTO 2022	REVISADO POR:	JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	TE1	TE2	TE3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	55.90	53.00	38.80		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	50.30	48.30	34.30		
D	Peso de Recipiente	gr	27.80	28.30	14.40		
E	Peso del Agua (B - C)	gr	5.60	4.70	4.50		
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr	22.50	19.90	19.90		
G	Número de Golpes	N	15	21	28		
H	Contenido de Humedad (E/F)*100	%	24.89	23.50	22.61		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	TE4	TE5			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	42.30	40.50			
C	Suelo Seco + Tara	gr	37.70	36.10			
D	Peso de Tara	gr	14.10	14.40			
E	Peso del Agua (B - C)	gr	4.60	4.40			
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr	23.60	21.70			
G	Contenido de Humedad (E/F)*100	%	19.49	20.28			
H	Promedio Límite Plástico		19.89				



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 17 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

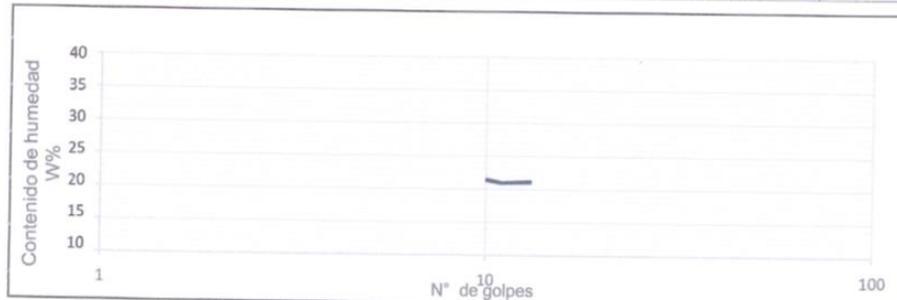
Nota: Formato recopilado de la UPN.

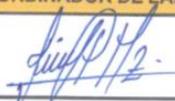
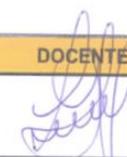
Anexo N° 39

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NTP E339.130 / MTC E111 / ASTM D4318			LP-LS-UPNC:	
PROYECTO:	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"					
CALICATA:	C-01	ESTRATO:	E-02	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA	
UBICACIÓN:	AV. VIA EVITAMIENTO SUR			COLOR DE MATERIAL:	AMARILLO	
FECHA DE MUESTREO:	14 AGOSTO 2022	RESPONSABLE:		CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA JORGE.		
FECHA DE ENSAYO:	17 AGOSTO 2022	REVISADO POR:		JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	TE1	TE2	TE3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	59.80	61.20	61.10		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	55.40	56.50	56.60		
D	Peso de Recipiente	gr	36.60	35.20	36.80		
E	Peso del Agua (B - C)	gr	4.40	4.70	4.50		
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr	18.80	21.30	19.80		
G	Número de Golpes	N	9	16	23		
H	Contenido de Humedad (E/F)*100	%	23.40	22.07	22.73		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	TE4	TE5			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	47.70	48.50			
C	Suelo Seco + Tara	gr	44.30	45.20			
D	Peso de Tara	gr	25.50	27.20			
E	Peso del Agua (B - C)	gr	3.40	3.30			
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr	18.80	18.00			
G	Contenido de Humedad (E/F)*100	%	18.09	18.33			
H	Promedio Límite Plástico		18.21				



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
 		
NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.	NOMBRE: JORGE LUIS HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: Ing. LIZBETH M. MERMA GALLARDO
FECHA: 17 AGOSTO 2022	FECHA: 06 DE SEPTIEMBRE 2022	FECHA: 07 DE SEPTIEMBRE 2022

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 41

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	IRI - EQUIPO MERLIN
	FECHA DE ENSAYO:	21 de agosto de 2022,
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

ENSAYO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD.

UBICACIÓN :	Av. Via de Evitamiento Sur.	ENSAYO Nº:	IRI: INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL
TRAMO :	Km. 00+000 m. - Km 400+ 548 m.	R: :	Rugosidad
CARRIL :	S - N (EXTERNO)	D: :	Rango
NIVEL :	Carpeta Asfaltica	Fc: :	Factor de corrección



<p>R = 0.593-0.0471D (D>50) R = 0.0485D (D<50) D = 88,1 R = 5,88 IRI</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>mm</th> <th>N° Veces</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>9</td></tr> <tr><td>49</td><td>5</td></tr> <tr><td>48</td><td>0</td></tr> <tr><td>47</td><td>2</td></tr> <tr><td>46</td><td>1</td></tr> <tr><td>45</td><td>0</td></tr> <tr><td>44</td><td>0</td></tr> <tr><td>43</td><td>0</td></tr> <tr><td>42</td><td>4</td></tr> <tr><td>41</td><td>10</td></tr> <tr><td>40</td><td>5</td></tr> <tr><td>39</td><td>3</td></tr> <tr><td>38</td><td>0</td></tr> <tr><td>37</td><td>6</td></tr> <tr><td>36</td><td>2</td></tr> <tr><td>35</td><td>1</td></tr> <tr><td>34</td><td>4</td></tr> <tr><td>33</td><td>0</td></tr> <tr><td>32</td><td>0</td></tr> <tr><td>31</td><td>2</td></tr> <tr><td>30</td><td>0</td></tr> <tr><td>29</td><td>1</td></tr> <tr><td>28</td><td>2</td></tr> <tr><td>27</td><td>0</td></tr> <tr><td>26</td><td>2</td></tr> <tr><td>25</td><td>0</td></tr> <tr><td>24</td><td>0</td></tr> <tr><td>23</td><td>0</td></tr> <tr><td>22</td><td>0</td></tr> <tr><td>21</td><td>0</td></tr> <tr><td>20</td><td>2</td></tr> <tr><td>19</td><td>0</td></tr> <tr><td>18</td><td>1</td></tr> <tr><td>17</td><td>0</td></tr> <tr><td>16</td><td>2</td></tr> <tr><td>15</td><td>0</td></tr> <tr><td>14</td><td>0</td></tr> <tr><td>13</td><td>0</td></tr> <tr><td>12</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>2</td></tr> <tr><td>6</td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	mm	N° Veces	50	9	49	5	48	0	47	2	46	1	45	0	44	0	43	0	42	4	41	10	40	5	39	3	38	0	37	6	36	2	35	1	34	4	33	0	32	0	31	2	30	0	29	1	28	2	27	0	26	2	25	0	24	0	23	0	22	0	21	0	20	2	19	0	18	1	17	0	16	2	15	0	14	0	13	0	12	1	11	0	10	0	9	2	8	0	7	2	6	1	5	1	4	1	3	0	2	0	1	2
mm	N° Veces																																																																																																						
50	9																																																																																																						
49	5																																																																																																						
48	0																																																																																																						
47	2																																																																																																						
46	1																																																																																																						
45	0																																																																																																						
44	0																																																																																																						
43	0																																																																																																						
42	4																																																																																																						
41	10																																																																																																						
40	5																																																																																																						
39	3																																																																																																						
38	0																																																																																																						
37	6																																																																																																						
36	2																																																																																																						
35	1																																																																																																						
34	4																																																																																																						
33	0																																																																																																						
32	0																																																																																																						
31	2																																																																																																						
30	0																																																																																																						
29	1																																																																																																						
28	2																																																																																																						
27	0																																																																																																						
26	2																																																																																																						
25	0																																																																																																						
24	0																																																																																																						
23	0																																																																																																						
22	0																																																																																																						
21	0																																																																																																						
20	2																																																																																																						
19	0																																																																																																						
18	1																																																																																																						
17	0																																																																																																						
16	2																																																																																																						
15	0																																																																																																						
14	0																																																																																																						
13	0																																																																																																						
12	1																																																																																																						
11	0																																																																																																						
10	0																																																																																																						
9	2																																																																																																						
8	0																																																																																																						
7	2																																																																																																						
6	1																																																																																																						
5	1																																																																																																						
4	1																																																																																																						
3	0																																																																																																						
2	0																																																																																																						
1	2																																																																																																						

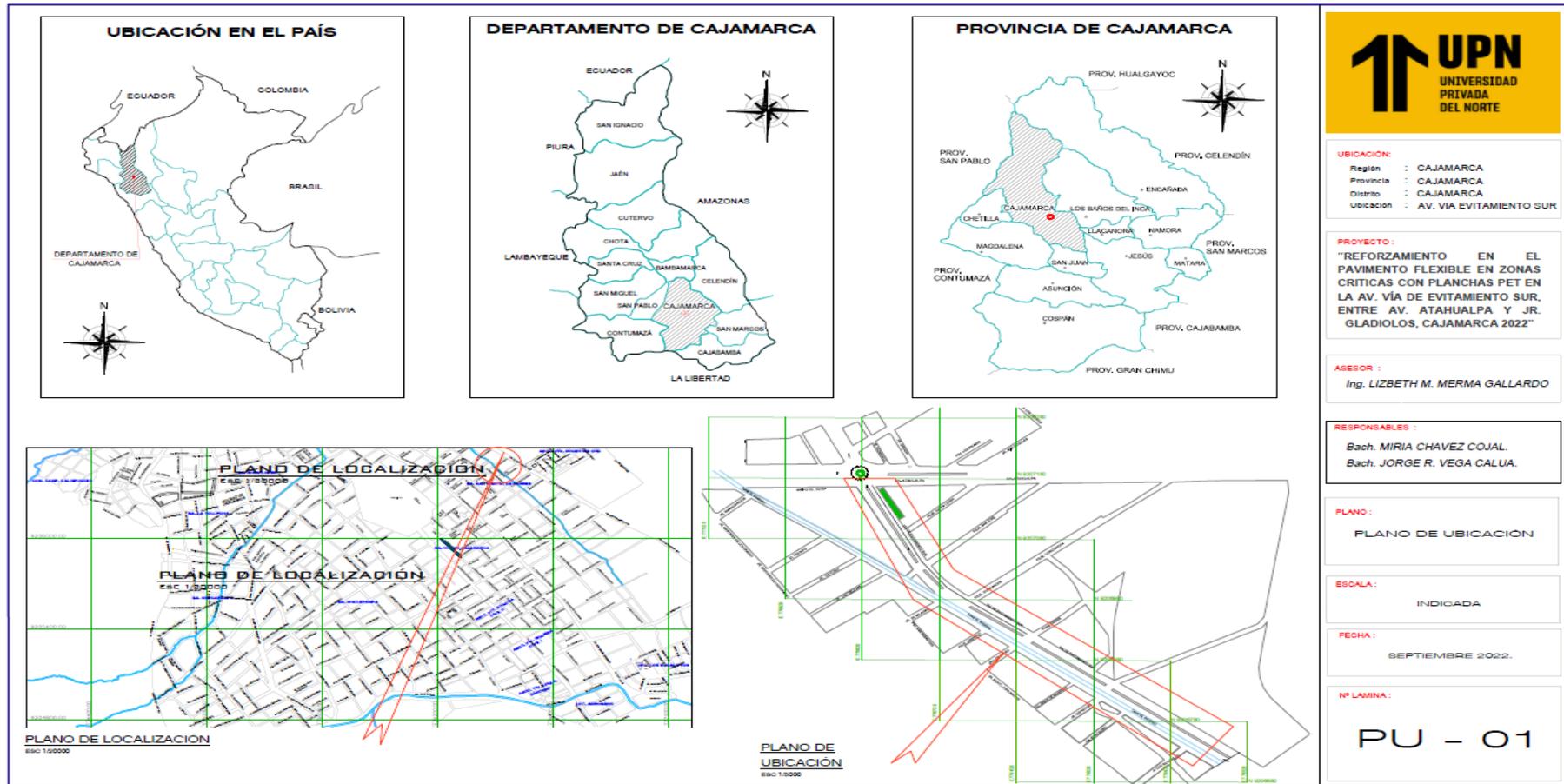
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(1/E	=	1,00
(19)'5	=	95,0
(3/7)'5	=	2,14
D	=	98,1
fc	=	1,143
R	=	5,88 IRI

RESPONSABLE DEL ENSAYO NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA J.	ASESORA NOMBRE: Ing. LIZBETH MERMA GALLARDO
--	--

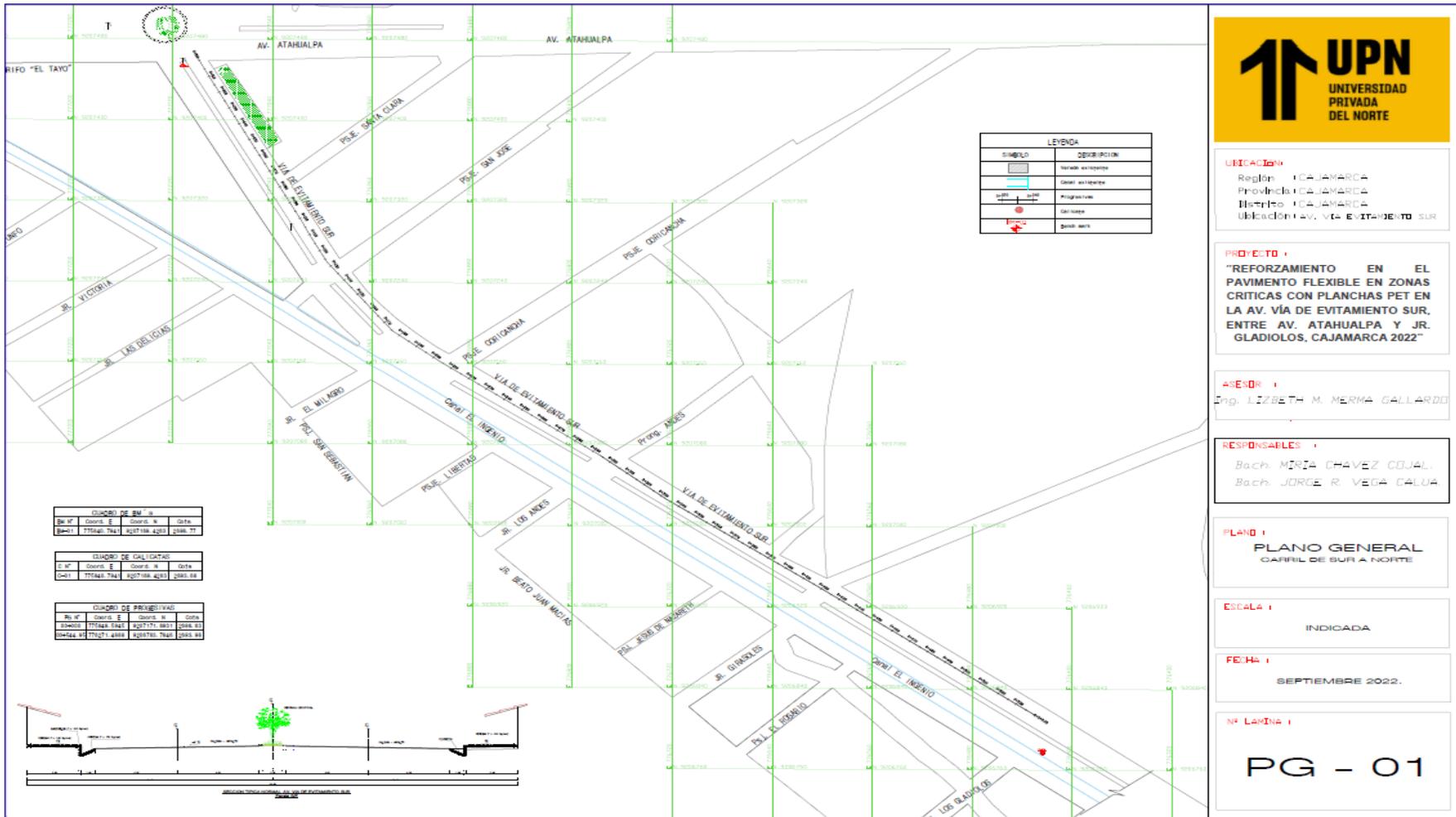
Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 44



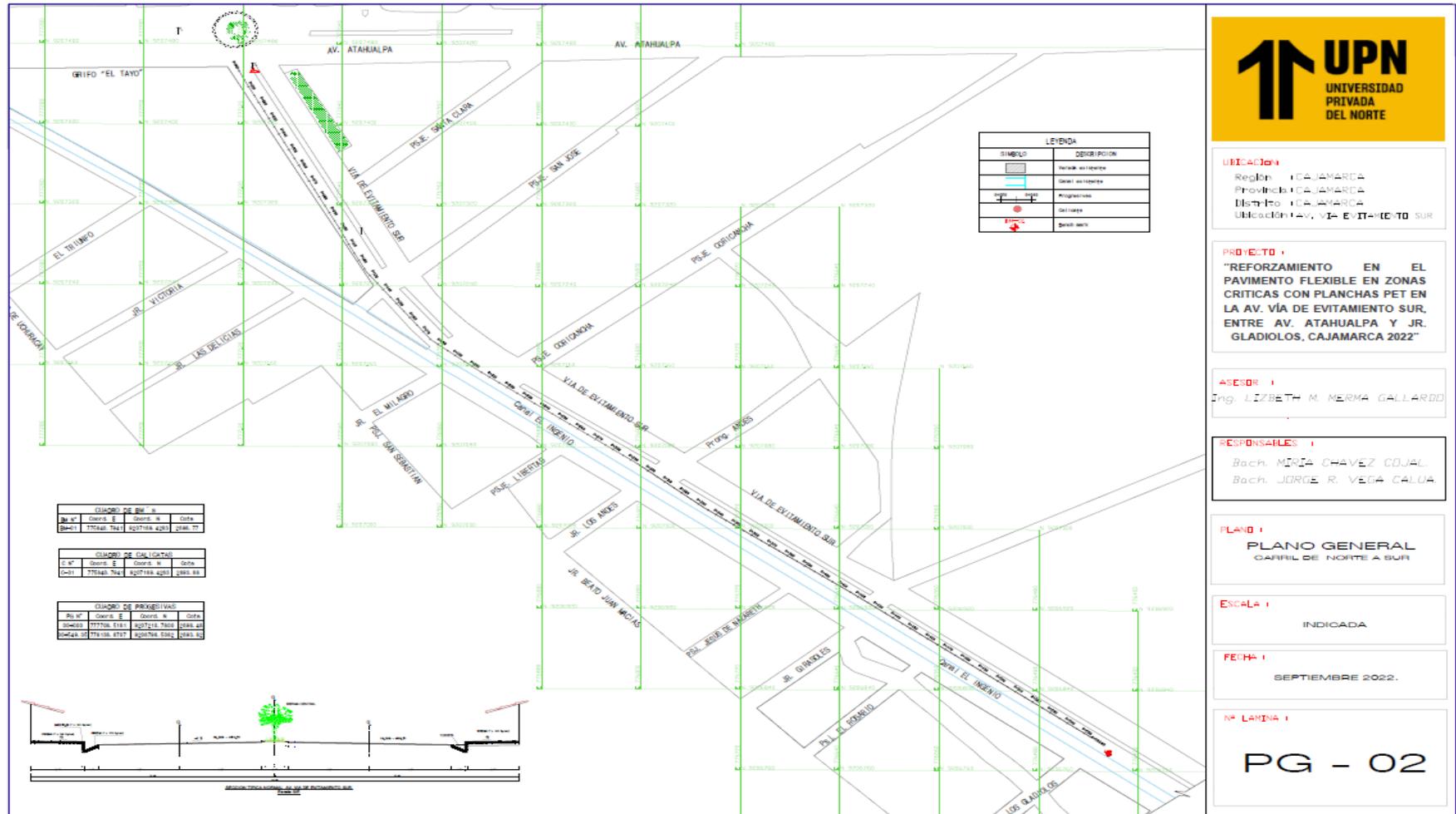
Nota: elaboración propia.

Anexo N° 45



Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 46



Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 47

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022.
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

CONTEO VEHICULAR - LUNES 12 SEPTIEMBRE 2022

UBICACIÓN : Av. Via de Evitamiento Sur.
 TRAMO : Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
 CARRIL : NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
 NIVEL : Carpeta Asfáltica

TOMA DE DATOS 01



HORA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS			CAMIÓN			SEMI TRAILER			3T2	3T3	MAQUINARI A PESADA	TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3					
5:00 - 6:00	236	112	85	12	7	25	6	0	3	6	1	0	0	3	0	0	0	0	0	496
6:00 - 7:00	240	132	65	15	4	13	5	0	0	8	2	1	0	0	0	3	0	10	498	
7:00 - 8:00	260	135	126	21	3	38	6	0	2	13	7	0	0	0	0	0	0	0	611	
8:00 - 9:00	198	98	186	36	15	25	9	1	4	10	3	0	1	0	2	2	0	7	597	
9:00 - 10:00	156	69	98	22	7	15	7	0	0	14	0	0	0	6	0	0	0	0	394	
10:00 - 11:00	335	70	85	29	8	8	6	0	1	11	0	0	0	5	3	0	0	0	561	
11:00 - 12:00	183	110	98	30	10	27	7	0	1	15	11	0	1	0	2	0	0	0	495	
12:00 - 13:00	135	78	138	13	6	12	6	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	393	
13:00 - 14:00	198	165	135	21	1	3	7	0	0	9	2	0	0	1	0	0	0	2	544	
14:00 - 15:00	285	84	108	28	2	35	9	0	1	16	3	0	1	0	0	0	0	0	572	
15:00 - 16:00	138	68	97	23	3	12	7	0	0	11	3	0	2	1	0	1	0	5	371	
16:00 - 17:00	201	95	89	22	3	9	4	0	1	9	0	0	0	5	0	2	0	8	448	
17:00 - 18:00	158	115	82	25	5	11	4	1	2	13	1	1	0	6	0	0	0	4	428	
18:00 - 19:00	168	138	98	9	3	8	6	2	1	8	2	2	2	4	0	0	1	2	454	
19:00 - 20:00	135	68	101	16	4	5	4	0	2	5	1	0	5	3	0	5	4	4	362	
20:00 - 21:00	138	86	75	13	2	3	2	1	3	9	0	0	0	2	0	0	0	2	336	
21:00 - 22:00	135	43	82	10	0	3	1	3	4	3	1	1	2	0	0	1	0	0	289	
22:00 - 23:00	98	29	35	11	0	0	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	0	0	180	
TOTALES	3.397	1.695	1.783	356	83	252	96	8	28	166	38	5	16	36	7	14	5	44	8.029	

RESPONSABLE DEL ENSAYO

 NOMBRE: CHAVEZ COJAL M., VEGA CALUA J.

ASESORA

 NOMBRE: Ing. LIZBETH MERMA GALLARDO

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 48

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022.
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

CONTEO VEHICULAR - MARTES 13 SEPTIEMBRE 2022

UBICACIÓN : Av. Via de Evitamiento Sur.
 TRAMO : Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
 CARRIL : NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
 NIVEL : Carpeta Asfaltica

TOMA DE DATOS 01



HORA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS		CAMION			SEMI TRAILER			3T2	3T3	MAQUINARIA PESADA	TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3				
5:00 - 6:00	224	120	88	11	8	12	4	0	0	5	3	2	1	0	3	0	0	0	481
6:00 - 7:00	228	141	67	13	5	25	2	0	2	3	1	10	0	6	0	2	0	8	513
7:00 - 8:00	247	144	130	18	3	35	6	0	3	12	0	0	0	0	0	0	0	588	
8:00 - 9:00	188	105	192	32	12	15	8	0	3	5	5	0	0	0	0	0	0	15	580
9:00 - 10:00	148	74	101	19	8	23	1	2	0	6	1	3	0	0	0	0	0	386	
10:00 - 11:00	318	75	88	26	9	12	6	0	5	1	5	0	0	0	1	0	0	546	
11:00 - 12:00	174	118	101	26	8	25	8	0	1	2	6	0	0	0	0	0	3	474	
12:00 - 13:00	128	83	142	11	7	8	1	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	387	
13:00 - 14:00	188	177	139	18	1	0	4	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	532	
14:00 - 15:00	271	90	111	25	2	32	3	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	542	
15:00 - 16:00	131	73	100	20	3	8	5	1	0	8	5	0	0	3	0	2	0	364	
16:00 - 17:00	191	102	92	19	3	8	2	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	422	
17:00 - 18:00	150	123	84	22	6	5	3	1	2	10	0	0	0	0	0	0	0	411	
18:00 - 19:00	160	148	101	8	1	12	4	1	1	5	0	2	0	0	0	0	0	452	
19:00 - 20:00	128	73	104	14	1	8	1	0	2	2	0	0	4	3	0	1	0	341	
20:00 - 21:00	131	92	77	11	0	1	3	3	2	9	2	0	0	0	0	0	5	336	
21:00 - 22:00	128	46	84	9	0	0	0	2	1	6	1	3	6	3	0	3	0	292	
22:00 - 23:00	93	56	38	10	1	1	0	1	0	5	6	6	0	0	3	0	0	220	
TOTALES	3.226	1.840	1.839	312	78	230	61	11	33	82	41	26	13	15	9	9	8	44	7.877

RESPONSABLE DEL ENSAYO

 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA J.

ASESOR

 NOMBRE: Ing. LIZBETH MERMA GALLARDO

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 49

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022.
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

CONTEO VEHICULAR - MIERCOLES 14 SEPTIEMBRE 2022

UBICACIÓN : Av. Vía de Evitamiento Sur.
 TRAMO : Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
 CARRIL : NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
 NIVEL : Carpeta Asfáltica

TOMA DE DATOS 01



HORA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS			CAMIÓN			SEMI TRAILER			MAQUINARIA PESADA	TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3	3T2			3T3
5:00 - 6:00	195	114	98	10	6	8	3	0	0	2	5	0	0	1	2	0	0	0	444
6:00 - 7:00	201	135	75	12	3	5	5	2	0	5	2	3	1	0	0	0	0	6	464
7:00 - 8:00	168	138	145	16	3	21	8	3	1	7	5	2	2	0	0	0	0	5	523
8:00 - 9:00	138	100	214	29	13	12	4	3	5	2	2	0	1	0	1	0	1	0	524
9:00 - 10:00	198	70	113	17	6	18	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	430
10:00 - 11:00	238	71	98	23	7	16	1	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	463
11:00 - 12:00	205	112	113	23	9	6	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	478
12:00 - 13:00	168	80	159	10	5	15	9	5	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	466
13:00 - 14:00	198	168	155	16	1	1	12	5	2	2	6	2	0	0	0	0	0	0	569
14:00 - 15:00	158	96	124	23	2	14	11	3	0	0	5	0	0	0	2	0	0	2	429
15:00 - 16:00	105	69	112	18	3	4	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	313
16:00 - 17:00	238	97	102	17	3	9	8	5	0	3	8	0	2	2	0	0	1	4	499
17:00 - 18:00	168	117	94	20	4	15	3	3	1	5	2	0	1	2	0	0	0	3	439
18:00 - 19:00	153	141	113	7	3	2	8	8	2	1	0	5	0	0	0	1	0	0	443
19:00 - 20:00	125	69	116	13	3	4	6	5	0	2	9	3	0	0	0	4	0	1	361
20:00 - 21:00	185	88	86	10	2	3	1	2	1	0	2	1	0	1	1	0	0	0	383
21:00 - 22:00	125	44	94	8	0	1	0	5	3	3	0	0	1	0	0	0	3	0	287
22:00 - 23:00	136	30	40	9	0	0	2	0	0	1	0	1	3	1	0	0	0	0	223
TOTALES	3.102	1.729	2.050	281	71	154	85	55	19	39	52	21	11	7	7	5	5	26	7.719

RESPONSABLE DEL ENSAYO
 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA J.

ASESOR
 NOMBRE: Ing. Mg. LIZBETH MERMA GALLARDO

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 450

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022.
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

CONTEO VEHICULAR - JUEVES 15 SEPTIEMBRE 2022

UBICACIÓN : Av. Via de Evitamiento Sur.
 TRAMO : Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
 CARRIL : NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
 NIVEL : Carpeta Asfáltica

TOMA DE DATOS 01



HORA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS			CAMION			SEMI TRAILER		>= 3S3	3T2	3T3	MAQUINARIA PESADA	TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3						
5:00 - 6:00	113	82	125	38	2	31	8	0	0	5	0	0	0	1	2	2	0	0	0	409
6:00 - 7:00	155	95	162	30	0	42	11	0	0	7	1	0	42	0	0	0	0	0	0	503
7:00 - 8:00	161	102	132	54	3	63	29	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	555
8:00 - 9:00	162	105	128	31	0	28	15	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	478
9:00 - 10:00	95	95	82	56	0	33	12	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	379
10:00 - 11:00	81	93	98	41	5	39	0	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	368
11:00 - 12:00	80	78	95	52	9	42	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	363
12:00 - 13:00	82	106	86	37	0	47	8	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	373
13:00 - 14:00	107	97	93	48	5	44	6	0	0	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	413
14:00 - 15:00	123	187	9	75	0	48	1	2	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	453
15:00 - 16:00	121	69	132	99	0	39	2	5	0	8	3	0	3	2	0	0	0	0	0	480
16:00 - 17:00	147	85	109	68	0	51	5	5	0	14	0	0	0	0	2	0	0	0	0	486
17:00 - 18:00	178	95	125	87	6	30	8	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	542
18:00 - 19:00	201	95	128	94	5	39	4	6	2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	587
19:00 - 20:00	163	85	165	48	0	6	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	481
20:00 - 21:00	174	69	136	62	0	1	6	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	451
21:00 - 22:00	168	77	151	35	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	438
22:00 - 23:00	123	98	144	93	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	459
TOTALES	2.434	1.713	2.100	1.048	36	585	121	35	5	94	12	3	3	3	4	4	2	16	8.218	

RESPONSABLE DEL ENSAYO
 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA J.

ASESORA
 NOMBRE: Ing. Mg. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 51

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022.
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

CONTEO VEHICULAR - VIERNES 16 SEPTIEMBRE 2022

UBICACIÓN : Av. Via de Evitamiento Sur.
 TRAMO : Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
 CARRIL : NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
 NIVEL : Carpeta Asfáltica

TOMA DE DATOS 01



HORA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER			MAQUINARI A PESADA	TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3			3T2	3T3
5:00 - 6:00	125	140	141	10	0	25	3	0	0	0	0	6	0	4	1	6	0	0	461
6:00 - 7:00	165	165	163	12	2	33	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	542
7:00 - 8:00	130	169	132	17	2	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	492
8:00 - 9:00	185	123	144	30	0	35	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	525
9:00 - 10:00	107	86	122	18	0	25	1	2	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	372
10:00 - 11:00	99	88	124	24	0	29	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	378
11:00 - 12:00	84	138	137	25	1	35	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	426
12:00 - 13:00	118	98	148	11	0	28	1	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	410
13:00 - 14:00	144	206	193	17	0	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	586
14:00 - 15:00	135	105	154	23	0	15	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	441
15:00 - 16:00	148	95	180	19	0	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	474
16:00 - 17:00	189	119	155	18	0	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511
17:00 - 18:00	199	144	152	21	0	35	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	555
18:00 - 19:00	165	173	157	7	3	31	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	545
19:00 - 20:00	175	85	124	13	0	25	1	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	431
20:00 - 21:00	144	108	188	11	0	26	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	481
21:00 - 22:00	128	69	184	8	1	28	0	2	0	5	4	0	0	0	0	0	0	5	434
22:00 - 23:00	171	85	188	9	0	22	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	460
TOTALES	2.611	2.193	2.766	292	9	496	52	14	7	24	12	7	0	7	3	6	0	24	8.523

RESPONSABLE DEL ENSAYO

 NOMBRE: CHAVEZ COJAL MIRIA / VEGA CALUA J.

ASESORA

 NOMBRE: Ing. LIZBETH MERMA GALLARDO

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 52

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022.
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

CONTEO VEHICULAR - SABADO 17 SEPTIEMBRE 2022

UBICACIÓN : Av. Via de Evitamiento Sur.
 TRAMO : Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
 CARRIL : NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
 NIVEL : Carpeta Asfáltica

TOMA DE DATOS 01



HORA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS			CAMIÓN			SEMI TRAILER			MAQUINARI A PESADA	TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3	3T2			3T3	
5:00 - 6:00	236	142	35	35	0	32	6	0	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	495
6:00 - 7:00	240	166	65	12	0	18	2	4	0	0	0	2	4	0	0	2	0	0	515	
7:00 - 8:00	260	170	168	36	0	35	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	8	687	
8:00 - 9:00	198	124	285	25	0	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	661	
9:00 - 10:00	156	87	135	11	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	403	
10:00 - 11:00	335	89	138	38	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	629	
11:00 - 12:00	183	139	166	22	3	22	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	536	
12:00 - 13:00	135	98	95	15	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	373	
13:00 - 14:00	198	209	25	26	0	19	6	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	487	
14:00 - 15:00	285	106	35	35	0	21	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	468	
15:00 - 16:00	138	86	95	11	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	347	
16:00 - 17:00	201	120	95	33	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	463	
17:00 - 18:00	158	145	88	18	0	15	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	6	436	
18:00 - 19:00	168	175	216	6	0	39	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	614	
19:00 - 20:00	135	86	65	5	1	28	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326	
20:00 - 21:00	138	109	85	6	0	21	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	363	
21:00 - 22:00	135	54	66	10	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	276	
22:00 - 23:00	98	66	95	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	269	
TOTALES	3.397	2.171	1.952	353	8	370	39	6	8	12	11	2	4	8	3	3	2	19	8.368	

RESPONSABLE DEL ENSAYO

 NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.

ASESOR

 NOMBRE: Ing. LIZBETH MERMA GALLARDO

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 53

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022.
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

UBICACIÓN :		Av. Vía de Evitamiento Sur.
TRAMO :		Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
CARRIL :		NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
NIVEL :		Carpetas Asfálticas

TOMA DE DATOS 01



HORA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER			3T2	3T3	MAQUINARIA PESADA	TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3				
5:00 - 6:00	146	65	68	25	0	28	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	338
6:00 - 7:00	148	98	52	19	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320
7:00 - 8:00	161	55	101	25	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	344
8:00 - 9:00	122	102	149	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375
9:00 - 10:00	96	116	78	8	2	8	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	315
10:00 - 11:00	207	95	68	6	0	7	2	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	391
11:00 - 12:00	113	65	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	258
12:00 - 13:00	83	135	110	25	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	356
13:00 - 14:00	122	99	108	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	331
14:00 - 15:00	176	135	86	25	0	21	0	2	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	453
15:00 - 16:00	85	139	78	6	0	19	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	329
16:00 - 17:00	124	99	71	8	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	316
17:00 - 18:00	98	39	66	15	0	11	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	234
18:00 - 19:00	104	35	78	33	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	268
19:00 - 20:00	83	98	81	18	0	2	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	287
20:00 - 21:00	85	66	60	6	0	26	0	2	0	0	3	0	0	0	5	0	1	0	254
21:00 - 22:00	83	68	66	17	0	15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	252
22:00 - 23:00	60	16	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
TOTALES	2.097	1.525	1.426	236	2	174	9	5	3	9	10	2	2	8	5	5	0	7	5.525

RESPONSABLE DEL ENSAYO

 NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.

ASESOR

 NOMBRE: Ing. LIZBETH MERMA GALLARDO

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 54

	PROYECTO :	"REFORZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE EN ZONAS CRITICAS CON PLANCHAS PET EN LA AV. VÍA DE EVITAMIENTO SUR, ENTRE AV. ATAHUALPA Y JR. GLADIOLOS, CAJAMARCA 2022"
	ENSAYO :	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO
	FECHA DE ENSAYO:	Septiembre de 2022,
	RESPONSABLES:	Chavez Cojal Miria. / Vega Calua Jorge Rolando.
	ASESORA:	Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo.

CONTEO VEHICULAR - DOMINGO 18 SEPTIEMBRE 2022

UBICACIÓN : Av. Via de Evitamiento Sur.
 TRAMO : Km. 00+000 INTERSECCIÓN AV. ATAHUALPA Y VIA EVITAMIENTO SUR.
 CARRIL : NORTE A SUR Y DE SUR A NORTE
 NIVEL : Carpeta Asfáltica

TOMA DE DATOS 01



DIA	MOTO	MOTO TAXI	AUTO	CAMIONETAS			MICROBUS	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER			3T2	3T3	MAQUINARI A PESADA	TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	>= 3S3				
LUNES	3.397	1.895	1.783	356	83	252	96	8	28	166	38	5	16	36	7	14	5	44	8.029
MARTES	3.226	1.840	1.839	312	78	230	61	11	33	82	41	26	13	15	9	9	8	44	7.877
MIÉRCOLES	3.102	2.050	2.050	281	71	154	85	55	19	39	52	21	11	7	7	5	5	26	8.040
JUEVES	2.434	1.713	2.100	1.048	36	585	121	35	5	94	12	3	3	3	4	4	2	16	8.218
VIERNES	2.611	2.193	2.766	292	9	496	52	14	7	24	12		0	7	2	6	0	24	8.515
SABADO	3.397	2.171	1.952	353	8	370	39	6	8	12	11	2	4	8	3	3	2	19	8.368
DOMINGO	2.097	1.525	1.426	236	2	174	9	5	3	9	10	2	2	8	5	5	0	7	5.525
TOTAL	20.264	13.187	13.917	2.877	286	2.261	463	134	103	426	176	59	49	84	37	46	22	180	54.572
PROMEDIO	2.895	1.884	1.988	411	41	323	66	19	15	61	25	8	7	12	5	7	3	26	7.814

RESPONSABLE DEL ENSAYO

 NOMBRE: CHAVEZ COJAL M./VEGA CALUA J.

ASESOR

 NOMBRE: Ing. LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO

Nota: Formato recopilado de la UPN

Anexo N° 55



Anexo N° 56



Anexo N° 57



15 ago. 2022 5:49:21 p. m.
322 Jiron Zoila Leon Ordoñez
Cajamarca