



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Propuesta de diseño de pavimento flexible con geomallas en la  
carretera de Pomallucay – San Luis – Ancash – 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Gomez Romero, Gabriel Abdías (orcid.org/0000-0001-9155-6669)

**ASESOR:**

Msc. Marín Cubas, Percy Lethelier (orcid.org/0000-0001-5232-2499)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**HUARAZ – PERÚ**

2022

## **Dedicatoria**

A Dios por la fe y la bendición que brinda día a día.

A mis padres, por su constante apoyo, valores, trabajo, sacrificio y amor, para nuestro crecimiento profesional y personal.

A mis hermanos por brindar su apoyo, conocimiento, y por su ejemplo de superación y perseverancia.

Al asesor por el apoyo permanente en cuanto al desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

## **Agradecimiento**

Agradezco en primer lugar a Jehová por mantenerme bien de salud y así permitir cumplir mis objetivos profesionales.

A mis maestros por su aporte diario en cada uno de los cursos, por sus orientaciones y brindarnos su tiempo constante para una buena educación.

A mis padres que vienen apoyándome a lo largo de mi carrera con sus consejos, ánimos y su apoyo incondicional.

Finalmente, agradezco el apoyo y colaboración de mis familiares, amigos y compañeros de estudio, que brindaron su aliento y comprensión.

## Índice de contenidos

	Pág.
Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Indice de tablas.....	v
Indice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2 Variables y operacionalización .....	12
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5 Procedimientos .....	16
3.6 Método de análisis de datos .....	16
3.7 Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS .....	17
V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS .....	54
ANEXOS.....	61

## Indice de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Localización.....	17
<b>Tabla 2.</b> Índice medio diario semanal (IMDS).....	18
<b>Tabla 3.</b> Índice medio diario anual (IMDA).....	20
<b>Tabla 4.</b> Factor Vehículo Pesado (FVP).....	21
<b>Tabla 5.</b> Resumen PBI- Ancash.....	23
<b>Tabla 6.</b> Crecimiento parque vehicular Ancash.....	24
<b>Tabla 7.</b> Factor de crecimiento de tráfico.....	25
<b>Tabla 8.</b> Peso de la muestra de cada calicata.....	26
<b>Tabla 9.</b> Análisis Granulométrico por Tamizado.....	27
<b>Tabla 10.</b> Clasificación de suelos según AASHTO y SUCS.....	28
<b>Tabla 11.</b> Límites de consistencia.....	28
<b>Tabla 12.</b> Contenido de Humedad de Suelo.....	29
<b>Tabla 13.</b> Ensayo de Proctor Modificado y CBR.....	29
<b>Tabla 14.</b> Valor de CBR de cada una de las calicatas realizadas.....	30
<b>Tabla 15.</b> Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	31
<b>Tabla 16.</b> Confiabilidad.....	32
<b>Tabla 17.</b> Coeficiente estadístico de la desviación estándar.....	33
<b>Tabla 18.</b> Índice de serviciabilidad inicial (PIU).....	34
<b>Tabla 19.</b> Índice de serviciabilidad final.....	34
<b>Tabla 20.</b> Variación de serviciabilidad final.....	35
<b>Tabla 21.</b> Coeficiente estructural de las capas del pavimento.....	38
<b>Tabla 22.</b> Espesor de la carpeta asfáltica.....	40
<b>Tabla 23.</b> Cálculo del pavimento con geomalla.....	43
<b>Tabla 24.</b> Comparación de los espesores del pavimento flexible.....	46

## Índice de gráficos y figuras

	Pág.
<b>Gráfico 1.</b> Conteo Vehicular de Sábado a Viernes.....	19
<b>Gráfico 2.</b> Índice Medio Diario Anual.....	20
<b>Gráfico 3.</b> Composición del tráfico vehicular.....	22
<b>Gráfico 4.</b> Parque vehicular Ancash.....	24
<b>Gráfico 5.</b> Comparación de los espesores de pavimento flexible.....	47
<b>Figura 1.</b> SOFTWARE 93 SN3.....	36
<b>Figura 2.</b> SOFTWARE 93 SN2.....	37
<b>Figura 3.</b> SOFTWARE 93 SN1.....	38
<b>Figura 4.</b> Vista transversal del pavimento flexible.....	41
<b>Figura 5.</b> Relación del coeficiente de capa (LCR) CBR.....	42
<b>Figura 6.</b> Coeficiente de capa (LCR) CBR.....	44
<b>Figura 7.</b> Vista transversal del pavimento flexible con geomalla.....	47

## Resumen

El presente estudio de investigación titulado “PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY – SAN LUIS – ANCASH – 2022”, el cual tuvo como objetivo general elaborar el diseño en pavimento flexible, usando geomallas en la localidad de Pomallucay, Provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, Distrito de San Luis, Ancash. Como objetivos específicos tuvo: analizar la topografía del terreno en la carretera de la localidad de Pomallucay; Calcular el IMDA de la carretera de Pomallucay; Definir las propiedades mecánicas del suelo de la localidad de Pomallucay; y Determinar la resistencia del pavimento flexible usando las geomallas en las vías de Pomallucay.

De acuerdo a lo realizado en el proyecto de investigación y las características que presenta se definió como una investigación cuantitativa, el estudio realizado fue de carácter aplicativo ya que se hizo uso de los diversos tipos de tecnología y datos ya constituidos para conseguir satisfacer la problemática planteada, fue de enfoque cuantitativo. El desarrollo de proyecto de investigación fue de diseño no experimental-descriptivo, pues no se empleó la alteración de la variable independiente del estudio. Con respecto a los resultados se realizó el diseño de pavimento flexible mediante la metodología AASHTO 93, dándonos como resultado los espesores de la carpeta estructural: Carpeta asfáltica 5cm, capa base 22 cm y capa subbase 18 cm. Posteriormente Se desarrolló el diseño de pavimento flexible con el uso de geomalla biaxial Tensar BX 4100, dándonos como resultado los espesores de la carpeta estructural: Carpeta asfáltica 5cm, capa base 18 cm y la capa subbase 10 cm. Al comparar ambos diseños, se concluye que hay disminución de espesores en la capa base de un total de 18.18% y la reducción en el espesor de la subbase es de un total de 44.44%.

Palabras clave: Pavimento Flexible, Diseño, Geomalla.

## **Abstract**

The present research study entitled "PROPOSAL FOR THE DESIGN OF FLEXIBLE PAVEMENT WITH GEOGRIDS IN THE ROAD OF POMALLUCAY - SAN LUIS - ANCASH - 2022", which had as a general objective to develop the design in flexible pavement, using geogrids in the town of Pomallucay, Province of Carlos Fermín Fitzcarrald, District of San Luis, Ancash. As specific objectives, it had: to analyze the topography of the land on the highway of the town of Pomallucay; Calculate the IMDA of the Pomallucay highway; Define the mechanical properties of the soil in the town of Pomallucay; and Determine the resistance of the flexible pavement using the geogrids on the roads of Pomallucay.

According to what was done in the research project and the characteristics it presents, it was defined as a quantitative research, the study carried out was of an applicative nature since the various types of technology and data already equipped were used to satisfy the problem posed. , was quantitative approach. The development of the research project was of a non-experimental-descriptive design, since the deterioration of the independent variable of the study was not used.

Regarding the results, the flexible pavement design was carried out using the AASHTO 93 methodology, giving us as a result the thickness of the structural carpet: 5cm asphalt layer, 22cm base layer and 18cm sub-base layer. Subsequently, the flexible pavement design was introduced with the use of Tensar BX 4100 biaxial geogrid, giving us as a result the thickness of the structural mat: 5cm asphalt layer, 18cm base layer and 10cm sub-base layer. When comparing both designs, it is concluded that there is a decrease in thickness in the base layer of a total of 18.18% and the reduction in the thickness of the subbase is a total of 44.44%.

**Keywords:** Flexible Pavement, Design, Geogrid.

## I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática sobre la investigación se encuentra en el centro poblado de Pomallucay, Distrito de San Luis, Provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, Ancash; actualmente vía de acceso en mal estado que no se encuentra pavimentada ocasionando incomodidad en la población en clima lluvioso, pues se vuelve dificultoso transitar por lo de baches, lodo y cunetas que deterioran la carretera. Esto se debe a la falta de mantenimiento por parte de la municipalidad encargada, las condiciones de la vía generan un mayor tiempo al desplazarse y desperfectos mecánicos en los vehículos que circulan la carretera, es por ello que tomando en cuenta estos problemas de falta de comunicación rápida con hospitales, colegios, mercados, tránsito entre otros. Nos vemos en la necesidad de realizar la propuesta de un nuevo proyecto en pavimento flexible. Asimismo, la investigación está basado en el diseño **AASHTO 93**, ya que de este modo se logra reforzar el pavimento flexible, en el que utilizarán las geomallas para reducir las diferentes capas del pavimento, así como un estudio de tráfico y capacidades de carga, para garantizar el correcto tránsito de la localidad brindando un desarrollo social y económico, siendo el transporte la principal fuente económica del lugar en agricultura, ganadería y comercialización como fuentes principales que son embarcados a diferentes lugares de Huaraz. Teniendo en cuenta que actualmente es importante una red vehicular para el progreso de las comunidades como el intermediario que proporciona facilidad en el transporte diario y de acceso peatonal, facilitando a los sectores en desarrollo y entorno laboral. El ingeniero mexicano en infraestructura de transporte **Cedric Escalante Sauri**, en el XX congreso ibero latinoamericano del asfalto en México 2020, da a conocer los graves niveles de infraestructura presentando inconvenientes en varios estados para una adecuada red vial, mientras que en los lugares con falta de mantenimiento se duplica el costo de traslado, afirmando que la carretera no presenta buenas condiciones para realizar las actividades básicas, afrontando un decrecimiento económico, aumentando los indicadores de pobreza. Del autor **(Guerrero H. 2018, p. 24)**, la desproporción continua en la composición asfáltica y los constantes desperfectos en los pavimentos asfálticos, se impulsa la construcción en obras viales, ejecutándose más de 15,000

kilómetros de vías según el MTC, ante la necesidad de mejorar la vida útil, deformaciones, fallas por deterioro, y conocer sus causas en las etapas del proyecto y futuros mantenimientos. Realizando ensayos, análisis técnicos y de laboratorio para valorar los componentes en mezclas asfálticas y poder incluir modificaciones, polímeros, caucho y otros materiales componentes de la mezcla con la intención de mejorar el periodo de duración en los pavimentos asfálticos. Asimismo, del artículo **Alfredo Rojas Carrizales** (2021, p. 40), la constante filtración del agua y los altos cambios en temperatura en el entorno ambiental deterioran las propiedades del pavimento flexible; demuestra que es un factor que incide directamente en la deformación del asfalto, siendo necesario incluir el cambio climático, teniendo una relación directa con las fallas de la superficie flexible, realizando pruebas de envejecimiento en el asfalto en laboratorio con efectos del agua y temperatura sobre la mezcla, y la inyección de oxígeno sobre mezcla caliente, provocando mayor resistencia, permitiendo modificar las propiedades del asfalto a condiciones extremas, en uso de pavimento flexible. Según el lineamiento, en el actual trabajo relacionado a la indagación se **justifica teóricamente**, debido a que se utilizara a modo la aplicación teórica, con los antecedentes en una nueva investigación que tengan congruencia con la infraestructura de pavimentos asfálticos, sean en temas internacionales o nacionales o locales; asimismo, basándonos en las teorías presentadas en asfalto se utilizarán para sustentar las variables encontradas en la investigación, para corregir y proponer una respuesta al problema **de la carretera de Pomallucay – San Luis**. De tal manera, se **justifica socialmente** permitiendo ayudar a la localidad de Pomallucay, a mejorar el tránsito vehicular disminuyendo el tiempo de traslado de un lugar a otro con mayor acceso para las personas de este lugar, trasladándose de forma más sencilla la mercadería, la **justificación en el aspecto práctico**, se desarrolla la investigación con el fin de diseñar el pavimento flexible en la localidad de Pomallucay; según los procedimientos del AASHTO, terminando las carencias de la población mejorando de manera viable el tránsito vehicular. Con la sugerencia de geomallas, incrementando la duración y vida útil del pavimento en calidad y servicio, para lo cual desarrollamos la siguiente investigación en la elaboración de la vía de uso para peatones y vehículos. De similar forma, se **justifica ambientalmente** debido a que ocurren efectos climáticos

negativos afectando visiblemente al suelo, agua y aire; con contaminación significativa que son hechas por personas, por la mala manipulación de elementos, con efectos negativos tanto en flora y fauna, afectando el entorno natural, en la salud de la localidad de Pomallucay. Fundamentado de las investigaciones, de los resultados encontramos las mejores opciones para el buen diseño en pavimentación asfáltica, que en malas condiciones repercuten produciendo efectos perjudiciales al medio ambiente. En conclusión, **justificando económicamente** debido a que las entidades peruanas actuales, tienen dificultades para llegar a la sostenibilidad de pavimento, para ejecutar con recursos del estado, bajo esta explicación, y basado en lo que obtuvimos de los resultados logrados en el presente trabajo basados en los resultados, se busca diseñar medios de previsión para contrarrestar los peligros en materiales ambientales, salud, calidad, etc. Que pueda ser causante del mal estado de la vía, de esta forma reducir los peligrosos efectos ambientales negativos que lleguen a producirse bajo la correlación económica al pretender solucionar los perjuicios causados. En mención por lo indicado, previamente, planteamos abordar el siguiente tema, que nos lleva a formular con el sucesivo **problema de investigación**: ¿Cuál es el diseño en el pavimento flexible con geomallas con el transporte vehicular en la carretera de la localidad de Pomallucay, Provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald – San Luis - Ancash – 2022?; Basados según los problemas enunciados se plantea el **objetivo general**: **Elaborar el diseño en pavimento flexible, usando geomallas en la localidad de Pomallucay, Provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, Distrito de San Luis, Ancash – 2022**. Llegando a explicar de forma eficaz la investigación, teniendo en cuenta los sucesivos **objetivos específicos**: **a)** analizar la topografía del terreno en la carretera de la localidad de Pomallucay; **b)** Calcular el IMDA de la carretera de Pomallucay; **c)** Definir las propiedades mecánicas del suelo de la localidad de Pomallucay; y **d)** Determinar el diseño del pavimento flexible usando las geomallas en las vías de Pomallucay.

## II.MARCO TEÓRICO

En referencia a los antecedentes, se pudo contrastar diferentes investigaciones de múltiples repositorios, tanto a nivel internacionales, nacionales y locales, relacionados a nuestro estudio y tema de investigación, hallamos los siguientes estudios que coinciden con nuestras variables. De temas **Internacionales** se tiene a **Palomares y Mojica** (2021, p. 21), quienes presentaron: Implementación de geosintéticos en la ingeniería de pavimentos como solución de mejoramiento para la subrasante de pavimentos flexibles, como objetivo orientado, llevar a cabo el análisis de la estabilización de suelos arcillosos, usando geomallas, el cual se desempeña de forma correcta en el terreno de fundación en pavimentos flexibles. Mediante la investigación teórica y recolección de información, obteniendo así los resultados en los parámetros de diseño basados en el CBR, para generar las alternativas viables en costo – beneficio, con la reducción de espesores en diferentes capas de la estructura, con base a los datos. Del mismo modo, **Álvarez y Bermúdez** (2020, p. 37), presentaron: Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles, a manera de meta igualar los beneficios con componentes geosintéticos en específico membranas para pavimento, que brinde refuerzo, estabilidad u duración en infraestructura de pavimentos flexibles, proporcionándose sus semejantes usos, y comportamiento con niveles valiosos en resistencia generando capas de pavimento flexible para la base de la vía, subbase granular y capa asfáltica, como componentes que aportan beneficio a las estructuras viales, con el procedimiento AASHTO-93, siendo uno de los estándares y el nuevo llevando el refuerzo de membrana biaxial, asumiendo en el cálculo estos compuestos en obras viales. Obteniendo como resultados que sirve de gran apoyo, minimizando los volúmenes de las capas, tiempo y presupuestos en el cual se considera la contribución de las geomallas, aumentando su resistencia en la cimentación de estructuras en pavimentos flexibles. Asimismo, **Sicha** (2018, p. 13), en su investigación: Diseño con geosintéticos para la separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles, consistió en estudios técnicos y económicos en uso de geosintéticos en tres funciones específicas, evaluando la adaptación de membranas textiles no tejido en buena condición con material granular y terreno natural. Y su aplicación en subdrenajes cumpliendo con la función de filtración-, reforzando y

optimizando el pavimento en estudio. Según los parámetros de AASHTO m288-96 en cuanto a las medidas en diseño. Y se pudo concluir con una subbase de 0.5" llevando una disminución del 10% en servicios prestados en todos los tramos, en cuanto a la filtración se verifica un descenso del 0.1% en la capacidad de permeabilidad disminuyéndose en un 30% con un periodo de duración útil del geotextil no mínimo a 6 años empleado en subdrenajes. Finalmente, para el refuerzo, se realiza según el parámetro AASHTO r-50, para diseñar definitivamente con geomalla tx160 logrando optimizar el pavimento, comparando el servicio con geomalla y pavimento estándar que el uso de geomallas aumenta la serviciabilidad en 20% logrando superar el pavimento convencional con un ahorro de 10% en costos en el proyecto. Igualmente, en su investigación **Santacruz** (2018, p. 14), titulado: Suelo reforzado con geosintéticos: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto, a condición del objetivo reforzar los suelos y mejorar sus propiedades para un mejor comportamiento mecánico, con el uso de material geosintético como refuerzo dentro de las capas granulares, el cual se muestra que en confinamiento genera gran resistencia. Los análisis realizados fueron ensayos de compresión simple al suelo granular reforzado y el uso de geotextil. Asimismo, los ensayos muestran un gran aumento en la resistencia reforzando a medida que se incrementa en las cifras del refuerzo en toda la distancia del tramo, observando la influencia a la resistencia en conjunto. Constituyendo en estudios en influencia en la capacidad del confinamiento, en el diseño del proyecto. En el argumento **Nacional: Perales y Arce** (2021, p. 48), en su tesis: Aplicación de geomallas biaxiales en el refuerzo de pavimentos para mejorar el comportamiento mecánico del pavimento flexible de la avenida Cesar Canevaro, distrito de San Juan de Miraflores, Lima, primordialmente evitar los deterioros en las vías pavimentadas de acuerdo con su diseño, aplicando membranas en ambos sentidos como refuerzo, mejorando el procedimiento mecánico en pavimentos. Investigación en el análisis cuantitativo experimental, tipo descriptivo, evaluando cómo se comporta y aplicación de geomallas en la en la capa asfáltica. En el cual se realizó el mantenimiento empleando geomallas en la superficie fresada del pavimento, donde se evaluó mediante ensayos la resistencia a compresión y temperatura, conociendo su comportamiento. Con resultados obtenidos, que el comportamiento con geomallas

incrementa la firmeza del terreno en un 14% y la deformación disminuyó en 21% y la rigidez en 64%, corroborando que el comportamiento mecánico mejoro considerablemente. De igual manera, **Ojanama y Vela** (2020, p. 23), en su tesis: Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales, de llegar a la finalidad de optimizar la capacidad portante de la superficie con la norma AASHTO en un diseño de pavimento vehicular para la zona urbana aplicándose geomalla biaxial como propuesta en la ciudad de Morales. Siendo un estudio de tipo aplicado, de enfoque cuantitativo, en el que se usaron métodos y técnicas estadísticas para corroborar el diseño. Asimismo, concluyendo con un diseño experimental, hecho con estudios topográficos, estudio en suelos, los que admitieron los estudios comparativamente del pavimento asfáltico vial, donde también emplearon el método de observación, planeación y alcance del diseño. También resaltamos a **Aguado** (2020, p. 15), de su trabajo de tesis de título: Diseño de un pavimento flexible utilizando geomallas en suelos arenosos en el AA.HH. Virgen de las Mercedes, Ventanilla 2020, tuvo como objetivo examinar el procedimiento del pavimento elástico usando mallas triaxiales en las superficies arenosas y disminuir su volumen, maximizando la duración útil y regularizando los precios, realizando el cálculo del tráfico, con estudios de calicatas de los estratos de la superficie. Con investigaciones para determinar el CBR para la subrasante con 3.35%. con los parámetros de diseño con el software spectral pave el cual brinda los resultados de las dos secciones transversales con geomallas reduce la base en 30% y la subbase en 33.3%, reduciendo las capas granulares y pueda soportar una carga mayor. En conclusión, disminuyendo el costo por m<sup>2</sup> de pavimento incrementando la vida útil, con un ahorro en s/. 5.18 que representa un 6.37% del pavimentado estándar. Asimismo, del trabajo de **Llerena de los Ríos** (2021, p. 15), de su investigación: Implementación del nuevo sistema de pavimentos compuestos con diamond grid para el mantenimiento de vías deterioradas en el centro portuario Ilo, departamento de Moquegua, Perú, su objetivo, realizar una nueva fórmula compuesta en pavimentos con el agregado diamond grid, mejorando de forma sostenible las carreteras en mal estado en la localidad de Ilo. De metodología aplicada de nivel descriptivo, siendo su diseño experimental, con muestra de 18 geomallas triaxiales de los cuales se recolecto los datos según la NTP, determinando lo resistente

que se muestra ante la compresión, flexión y la semejanza que evidencia una gran diferencia significativa. En conclusión, los resultados obtenidos que sin el uso de la geomalla a 14 días de 295.18 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con geomalla diamond grid con 556.67 kg/cm<sup>2</sup>, con grandes diferencias significativas en resistencias de (flexión y compresión) de los pavimentos, considerándose un proyecto económico y factible. En el ámbito **Local**, tenemos a **Bedon y Coral** (2021, p. 18), en su trabajo de averiguación titulado: Diseño de pavimento flexible con geomallas en la carretera Chancos, Vicos – Marcará, Ancash, como principal objetivo proyectar la infraestructura del pavimento con el refuerzo de membrana en dos sentidos para mejorar el tránsito, usándose como componente de refuerzo en la edificación de obras pendientes. Basado en estudios realizados en estudio de tráfico con 254 vehículos por día, asimismo realizó análisis del terreno con la capacidad portante apreciable hacia el diseño según el método AASHTO 93, para hallar dimensiones del pavimento y su posterior diseño con geomalla biaxial con disminución de las capas granulares, y subrasante con 0.1 metros y el asfalto de 0.32 metros, base granulada de 20 centímetros y de 0.06 metros de subbase granular, con un diseño de espesor de 13.5 cm. De la misma manera, **Ames y Bustos** (2020, p. 21), en su investigación: Diseño comparativo entre pavimento flexible y pavimento con geomalla en el centro de Huanchac, Huaraz, Ancash, con la ecuanimidad de igualar los diseños en pavimentos con las muestras de pavimento estándar mediante los parámetros AASHTO, con la muestra del proyecto con refuerzo de membranas elaborados en la localidad de Huanchac. Obteniendo del cálculo en el estudio de tráfico vehicular, el número estructural, y realizado bajo los parámetros de AASHTO, en cuanto al diseño de la infraestructura del pavimento( subbase, base, carpeta asfáltica), con nuevas dimensiones en el diseño de las capas granulares, mediante la ayuda de la geomalla bx1100, post estudios y análisis comparativos en la reducción de dimensiones en las capas de pavimento en la base de un 20% y en la subbase en un 44.8% con el uso de geomalla. También los autores **Garay y Morales** (2020, p. 13), en su trabajo titulado: Uso de geotextil como propuesta para mejorar la subrasante en un pavimento asfáltico, Huaraz-Paltay, de meta instaurar el manejo que de forma el empleo de geotextil protegiendo la subrasante del pavimento asfáltico, con la técnica experimental, de tipo aplicado y transversal, buscando utilizar el geotextil como

material alternativo en obras de pavimentado con el fin de mejorar su servicio en tránsito. Como resultados que el uso de geotextil en la subrasante obteniendo una mayor resistencia, capacidad de carga y mayor rigidez, con el incremento según el CBR de 7.45%: de misma forma una reducción en las capas con un espesor de 17.36 pulgadas y de subrasante estándar normal, con una subbase de 14.24 pulgadas. Concluyendo que el geotextil como material estabilizador se obtiene un incremento a la cantidad de ejes similares en un 242.37% de la subrasante estándar, demostrando la resistencia al desplazamiento y deformaciones mejorando la estabilidad y vida útil. Asimismo, **Chugnas y Flores** (2021, p. 24), presentaron: Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo 05+213km – 10+213km usando el método AASHTO 93 Cáceres del Perú, Jimbe; de finalidad una mejor calidad de vida mediante anteproyecto de un pavimento flexible empleando el método AASHTO 93, investigación experimental, constituido por 5 kilómetros, con análisis de 5 calicatas y 14 muestras con la variación del suelo con roca, arcilla y arena. Para el diseño del pavimento de manera manual a través del método AASHTO 93. La vía muestra fallas de baches, erosión y deformidades en la capa de rodadura con un ESAL de 433 930. Con estos estudios la nueva composición de la cobertura asfáltica será en 5 centímetros, con base 15 centímetros y la subbase en 15 centímetros, siendo viable y económico en su ejecución. En semejanza con las investigaciones que presentan para la siguiente investigación se da lugar a las teorías propuestas por autores que hacen mención al pavimento, definido como una armadura de diferentes capas construida en el lugar apropiado para proveer una superficie de rodadura, según el diseño de tráfico con velocidades controladas en circunstancias climáticas **Narro y Morales** (2018, p. 15). Asimismo, “El pavimento flexible es una composición de diversos estratos que facilita la flexibilidad en la parte superficial, transmitiendo las cargas al terreno de fundación disipando las fuerzas” (**Rojas T., 2021, p. 26**). Las geomalla son productos de polímero derivados del petróleo, con una aplicación en carreteras con impactos positivos reduciendo el impacto ambiental (**Kari y Benites, 2019, p. 11**). La superficie de rodadura: capa con capacidad resistente al desgaste con la adecuada estabilidad evitando el desperfecto o daños por las cargas del tránsito, que tiene como función impedir el paso del agua a las capas interiores, así prevenir la infiltración de la lluvia y generar saturación en el

pavimento (**Simón R., 2019, p. 213**). La armadura del pavimento flexible conformada por: a) capa asfáltica: encargada de impermeabilizar y proteger las capas además de soportar las cargas b) subbase: delegada de reducir el volumen de la capa base; y el suelo comprimido según especificaciones del Manual completo de diseño de pavimentos UMSS (2018, p. 11). Otro de los métodos AASHTO 93 hacia el proyecto en pavimento flexible para el procesamiento de datos ejecutándose modelos de los espesores y la resistencia de cargas, que se adecuará al tránsito con el servicio en el periodo de diseño (**MTC., 2022, p. 24**). De tal manera se tiene en cuenta los factores: 1) módulo de resiliencia: que determina la humedad de la subrasante, generando menor resistencia, en toda variable describiendo con un valor para encontrar la estimación anual, que se obtiene según el cbr, 2) tiempo de diseño: son las características de diseño que contara el pavimento, con un diseño superior a la vida útil del pavimento no mayor a 20 años, 3) índice de serviciabilidad: como función a beneficio una mejor calidad de manejo, calculando la servicio de inicio, que se halla a través de la calidad, diseño e indicadores menores permisivos en cuanto al pavimento con un valor en la carreteras de  $\geq 2.5$ ; 4) análisis de tráfico: encargada de determinar la carga del tránsito vehicular transferida de las ruedas al pavimento aminorando las deformaciones generadas. Los carriles se considerarán según el tiempo de utilidad de ejes y el IMDA de los diferentes vehículos, evaluando la proporción de transitabilidad, 5) nivel de confianza: encargada de cumplir la exigencia requerida de tiempo de vida útil, cargas, clima, e imperfecciones y falencias. Con el cálculo de las variables teniendo en balance la trascendencia de las carreteras, seguridad y finalmente el pronóstico del tráfico, 6) factor en drenajes: requerida según la velocidad fluvial que llegará a eliminarse y la proporción del pavimento expuesto a la humedad (**MTC., 2019, p. 118**). Las geomallas bidimensionales fabricadas de manera que cumplan con mejor función del suelo optimizando las características de sus propiedades, absorbiendo y repartiendo las fuerzas (tensión – compresión), con precaución en fallas del pavimento. Clasificándose en dos grupos: a) uniaxiales: elaboradas con la función de reforzar en una dirección a la estabilización del suelo, aplicado en diferentes campos; y b) biaxiales: con refuerzo en dos direcciones transversales y longitudinales, resistentes a las tensiones evitando deterioros, su uso basado en fortificar la base y subrasante en

carreteras pavimentadas o sin pavimento (**Guía tex delta, 2018, p. 24**). La utilidad de las geomallas con mayor tenacidad en tracción generando duración en la vía pavimentada conveniente para el uso, al presentarse fisuras que ayuda a la membrana de rodadura y repartir las cargas disminuyendo el deterioro superficial, evitando la filtración de agua y el deterioro por el cambio climático, importantes para estabilizar tramos pavimentados o no agregando resistencia y evitando hundimiento (**Pizarro y Pacheco, 2019, p. 16**). La geomalla como refuerzo en pavimentos flexibles asfálticos aporta beneficios incrementando el tiempo de los gesintéticos, además de disminuir los componentes requeridos para la subbase y base a usarse en la base y subbase evitando deformaciones, crean como componentes de ayuda en la confinación lateral en la base y subbase, aumentando propiedades físicas del terreno y tensión en la membrana (**Quispe A., 2021, p. 32**). Teniendo virtudes valiosas al usar geomallas biaxiales en vías: mayor tiempo de vida útil del sistema estructural del pavimento, menor espesor de capas al ser reemplazados mostrando un gran aporte que ofrece la geomalla, y la importante reducción en degradación del medio ambiente al reducir las capas granulares (**MTC., 2020, p. 24**). Asimismo, El **portal TDM- PERÚ** menciona que: Los Geosintéticos están formados por un grupo de hilos entrelazados y con aberturas que facilita la conexión del suelo, pues la función principal es de reforzar internamente el mejoramiento del suelo y a su vez, estabilizar la subrazante. Y por último el estudio de suelos: el cual es fundamental para determinar las características del suelo, que nos permitirá clasificar los estratos de las diferentes capas del suelo (**MTC., 2018, p. 21**).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación**

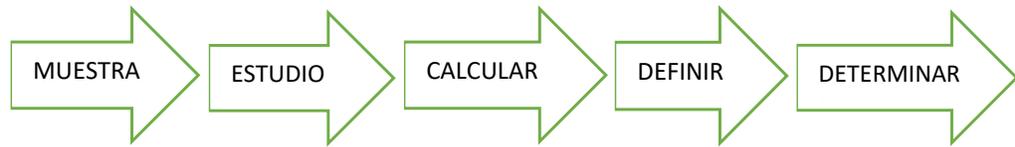
Se realizó exploración de tipo cuantitativa empleando la tecnología y aplicada a las teorías para solucionar los problemas reales en el campo de aplicación, que se aplicará al diseño en pavimentos con el refuerzo de geomallas de la carretera de Pomallucay basados en la necesidad social de resolver problemas.

Para realizar una investigación aplicada como tendencia principal la aplicación de conocimientos anteriores, que se fueron adquiriendo con la finalidad de brindar una respuesta a un problema con precisión, satisfaciendo las necesidades (Fernández et al., 2020, p. 128).

##### **Diseño de investigación**

El actual estudio de **diseño experimental y transversal** con base a la aplicación del uso de geomallas a modo componente de reemplazo en la construcción en obras de pavimentos flexible reforzados y lograr la resistencia requerida necesaria. En el cual los resultados que se utilizan son derivados de ejecutar los datos descriptivos de cálculo mostrados en forma numérica (**Baptista et al., 2019, p. 129**).

El procedimiento tendrá la siguiente medición de un grupo.



Dónde:

M = muestra.

V1 = pavimento flexible.

V2 = resistencia del pavimento flexible con uso de geomallas.

R = Nivel de coherencia entre variables.

### 3.2 Variables y operacionalización

- **Variable:** Diseño de pavimento flexible con uso de geomallas.

#### **Definición conceptual:**

Pavimento con geomalla: son pavimentos reforzados con geomallas utilizados para todo tipo de suelos, debido a las distribuciones de fuerza en ambos sentidos, absorbiendo y disminuyendo esfuerzos en el pavimento (**Mandujano Ch., 2020, p. 32**).

#### **Definición operacional:**

Con el fin de analizar el pavimento reforzado, se aplicó la geomalla, teniendo en cuenta parámetros del método AASHTO 93. Es preciso señalar que dichos datos sirvieron para la estructura del pavimento asfáltico.

**Indicadores:**

- ✓ Ficha topográfica
- ✓ Índice medio diario anual (IMDA)
- ✓ Granulometría
- ✓ Límites de Attemberg
- ✓ CBR

**Escala de medición:**

- ✓ Razón
- ✓ Porcentaje
- ✓ Intervalo

**3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis****3.3.1 Población**

La localidad tomada para la investigación quedó constituida por la carretera de Pomallucay en San Luis con 2100 km de longitud.

Mencionando a la población como una cantidad de personas que se toman como muestra del estudio de la investigación, en el que se incorpora a todos sin omisión (**Sánchez V., 2019, p. 18**).

**Criterio de exclusión:**

La población excluida será, la zona aledaña fuera de los límites de la carretera.

### **Criterio de inclusión:**

La población incluida en la investigación será, la zona del tramo total de la carretera con acceso a la localidad de Pomallucay.

### **3.3.2 Muestra**

Para la siguiente indagación estará establecida por la carretera de Pomallucay de San Luis, siendo el proyecto de investigación una muestra de 2.100 km de longitud.

Mencionando a la población como una cantidad de personas que se toman como muestra del estudio de la investigación, en el que se incorpora a todos sin omisión **(Sánchez V., 2019, p. 19)**.

### **3.3.3 muestreo**

La técnica por emplearse será no probabilística por conveniencia, debido a que el método no emplea el uso de la estadística en la consideración del criterio del número del muestreo, empleado según el criterio del investigador, del cual para el muestreo será determinado por el kilometraje del tramo de la carretera con acceso a la localidad de Pomallucay.

Definiendo el muestreo como la selección de los individuos como objetivo de estudio según el criterio del autor, destacando en los resultados según los datos obtenidos **(Vargas y Limaco. 2019, p. 70)**.

### **3.3.4 Unidad de análisis**

Como componente en el estudio será el tramo de 2km + 100m de longitud de la carretera de Pomallucay – San Luis.

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

### **3.4.1 Técnicas**

Acerca de la unidad empleada fue la recaudación de datos, significativo para encontrar la calidad y efectividad ya que van de la mano con la tecnología en investigación. Según la situación y el conjunto de categorías, llevándose a cabo el proyecto en la investigación de la red vial, con diseñar el pavimento flexible y su adición de geomallas, el respectivo análisis de suelos y el conteo de tráfico diario. Desarrollándose la investigación según los parámetros requeridos, y fichas del MTC, y el manual AASTHO 93.

### **3.4.2 Instrumentos**

- Manual AASTHO 93.
- Autocad civil 3D.
- Estudios de laboratorio.
- Manual de geomallas en diseño vial.

### **3.4.3 Validez**

La investigación para el siguiente proyecto se llevará a cabo por la recolección de información y resultados encontrados según las normas del MTC para describir los resultados más relevantes de la investigación determinándose de forma efectiva y confiable de los estudios hechos.

### **3.4.4 Confiabilidad**

La investigación es verídica debido a las muestras realizadas en el lugar de estudio por las calicatas hechas, y la certificación de los laboratorios proporcionando la confiabilidad de los resultados.

### **3.5 Procedimientos**

Se realizó el estudio de tráfico según las normas MTC, para el cálculo del tráfico vehicular (imda), levantamiento topográfico, para el diseño final del tramo vial. El estudio de suelos y analizar las diferentes capas portantes, analizando el material granular, límites (líquido y plástico), densidades de campo, CBR, analizando el pavimento según AASTHO 93.

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

Como alcance de rastreo hecho y de los datos conseguida en las diferentes conclusiones de las pruebas realizadas en laboratorio y campo acerca del tramo de 2.1km de la vía según las normas, se procesa mediante AASHTO 93 en pavimento flexible. A fin de obtener las densidades de las capas reales del manto asfáltico mediante software en ingeniería: AutoCAD 3D, fichas de conteo vehicular y Excel.

### **3.7 Aspectos éticos**

Teniendo en cuenta la ética tenemos como compromiso, tener cuidado con el entorno ecológico y la consideración del centro poblado, para la recolección de los datos e información necesaria, respetando las normas para brindar con certeza resultados íntegros, viendo cuál de ellos será más viable para su correcto desarrollo del lugar para una buena comunicación vial.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Resultado con respecto al primer objetivo:

**Analizar la topografía del terreno en la carretera de la localidad de Pomallucay**

#### a) Estudio topográfico

En esta primera parte de la investigación, como parte del desarrollo se ejecutó el levantamiento topográfico del lugar, logrando el análisis de la carretera. Se tomaron datos que sirvieron para diseñar la geometría de la carretera. De tal manera que se pudo conocer analizar las características físicas y geológicas de la vía.

#### b) Localización

**Tabla 1.** Localización

Distrito	Provincia	Región	Altitud
San Luis	Carlos Fermín Fitzcarrald	Ancash	2131 msnm

**Fuente:** Elaboración propia

#### c) Jornaleros

- Ingeniero topógrafo
- Asistente de ingeniero topógrafo

#### d) Equipos utilizados

- Estación total
- Prisma
- Cuaderno de apuntes
- GPS

Teniendo en cuenta el anexo 3, se pudo determinar que por su orografía, presenta terreno accidentado, pues la pendiente transversal oscila entre 51-100%.

## 4.2 Resultado con respecto al segundo objetivo:

### Calcular el IMDA de la carretera Pomallucay

#### a) Estudio de tráfico vehicular

Se llevo a cabo mediante la visualización diaria (7 días) de los vehículos transitados por la carretera, siendo separados según el tipo de vehículo, tales como: auto, pick up, station w., camion 2e y combi. Cabe señalar que el formato de estudio de tráfico se encuentra en el anexo 4.

#### b) Indice medio diario semanal

Los valores recopilados mediante el estudio de tráfico vehicular, sirvieron para hallar el IMDS, siendo ordenados en la siguiente tabla.

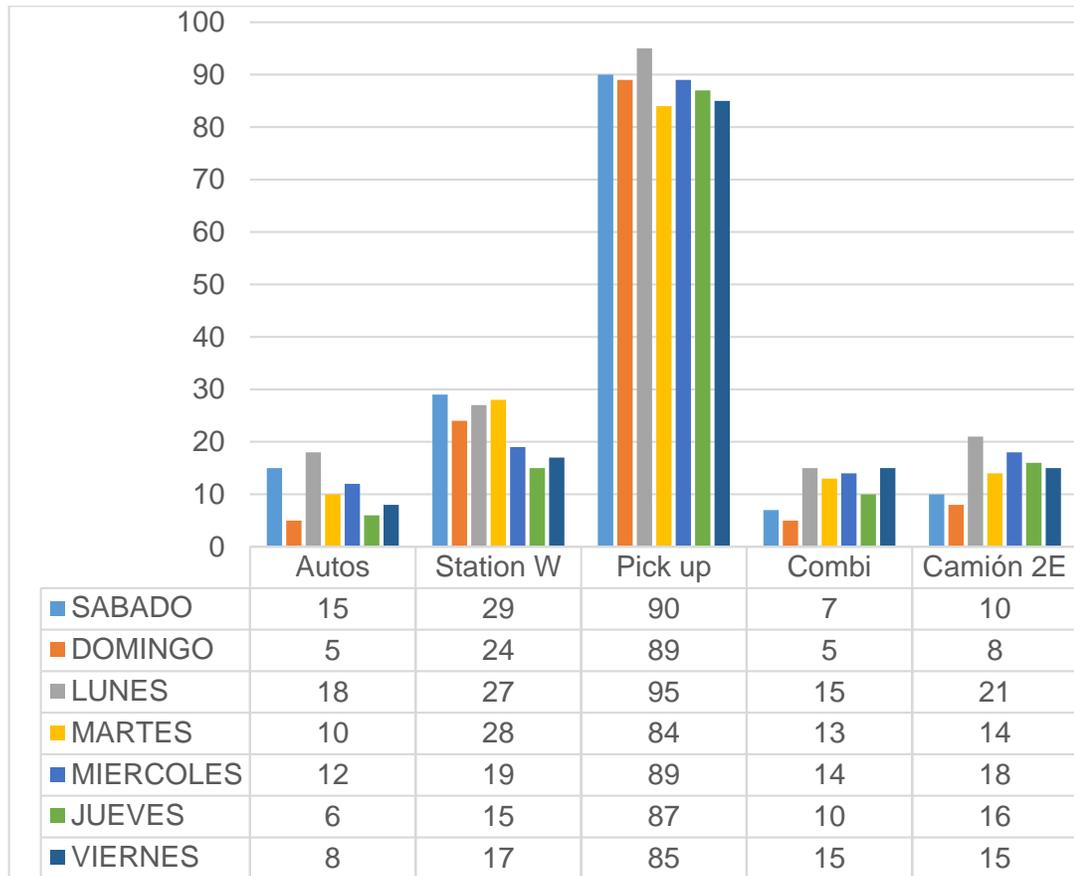
**Tabla 2.** Indice medio diario semanal (IMDS)

	Autos	Station W	Pick up	Combi	Camión 2E	TOTAL
SABADO	15	29	90	7	10	151
DOMINGO	5	24	89	5	8	131
LUNES	18	27	95	15	21	176
MARTES	10	28	84	13	14	149
MIERCOLES	12	19	89	14	18	152
JUEVES	6	15	87	10	16	134
VIERNES	8	17	85	15	15	140
TOTAL	11	23	88	11	15	148

**Fuente:** Datos del propio investigador; setiembre 2022.

Interpretación: Muestra el promedio de vehiculos que recorren la carretera durante los días de la semana. Obteniendo que en promedio 11 autos, 23 station w., 88 pick, 11 combis y 15 camiones 2E transitan por dicho lugar. Siendo los pick up los vehículos con mayor transitabilidad.

**Gráfico 1. Conteo Vehicular de Sábado a Viernes.**



**Fuente:** Datos del propio investigador; setiembre 2022.

Interpretación: Mediante el gráfico se puede apreciar que en mayor número los pick up (90) transitan los días sábados y en menor número las combis (11) y autos (5) los días domingos

### c) Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Se determinó con multiplicando IMDS x los factores de corrección estacional tanto como liviano(0.9632) como para pesado (0.9719); dichos datos fueron tomados del peaje CATAC, publicados por el MTC.

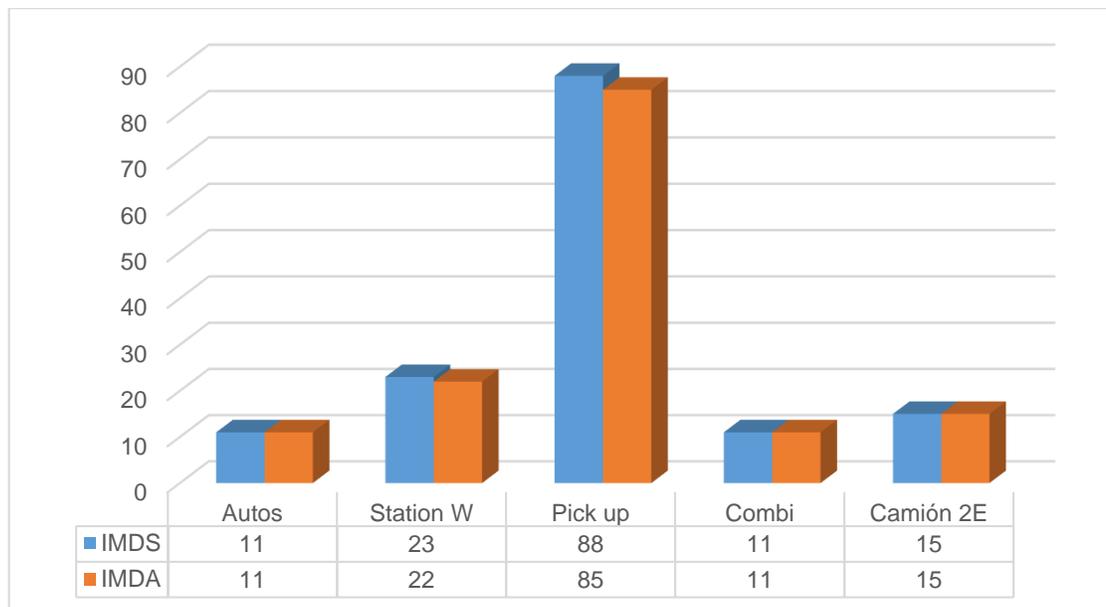
**Tabla 3. Índice medio diario anual (IMDA)**

Peaje	Catac		
Vehículo	IMDS	FCE	IMDA
Auto	11	0.9632	11
Station w.	23	0.9632	22
Pick up	88	0.9632	85
Combi	11	0.9632	11
Camión 2E	15	0.9719	15
	148		144

**Fuente:** Elaboración propia, setiembre 2022.

Interpretación: Se puede indicar que la variación es mínima en el IMDA, esto debido a los bajos números de vehiculos que suelen transitar por la carretera. Siendo notorio la diferencia de 4 entre el IMDS y el IMDA.

**Gráfico 2: Índice Medio Diario Anual.**



**Fuente:** Datos del mismo investigador, setiembre 2022.

Interpretación: El gráfico muestra que en autos, combi y camión 2E no hay variación entre el IMDS y el IMDA. Caso contrario en station w. y pick up, donde señala se ve una diferencia entre el IMDS (23 y 88) y el IMDA (22 y 85) respectivamente para cada vehículo.

#### d) Factor vehículo pesado (FVP)

Este factor permite tener noción de cuánto daño puede sufrir el pavimento por cada vehículo pesado que interfiera en él. Siendo de gran aporte los factores emitidos por el MTC. Los valores adquiridos son propios del Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos, el cual se detalla en el anexo 7.

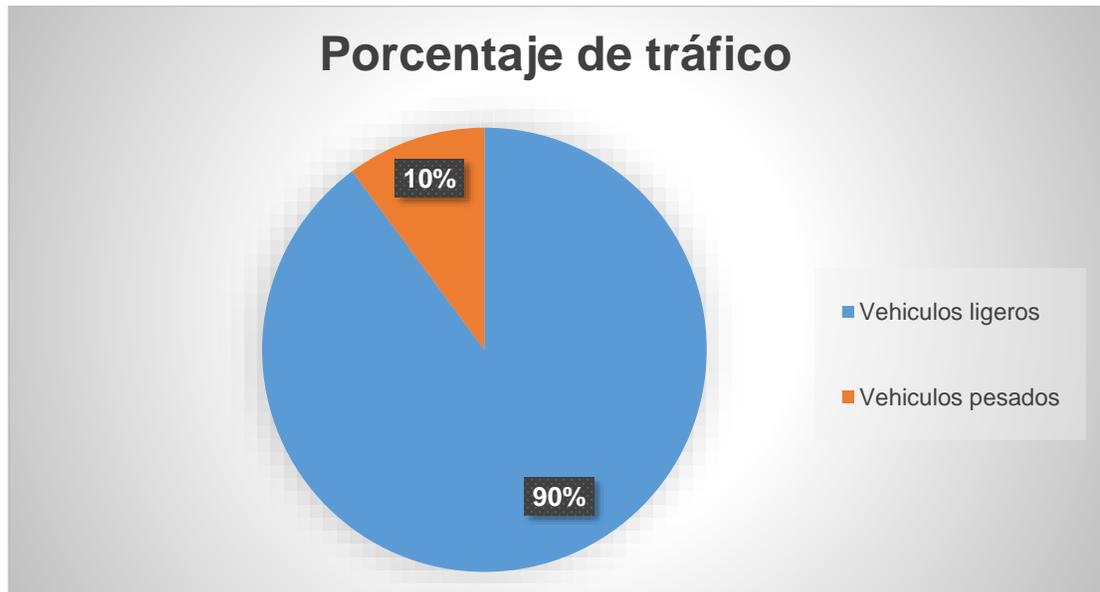
**Tabla 4.** Factor Vehículo Pesado (FVP)

Clasificación vehicular	Autos, Station w., Camionetas y Combis	Camión de 2E (C-2E)	
		7 tn	10 tn
Peso	0	7 tn	10 tn
Factor EE	0	1.265	2.212
Factor Vehículo pesado	0	3.477	
Composición del tráfico - total	133	15	
	89.86	10.14	

**Fuente:** Datos del mismo investigador, setiembre 2022.

Interpretación: Los vehículos ligeros no presentan valores en la tabla, caso contrario con el camión 2E, el cual presenta un FVP de 3.477 tn.

**Gráfico 3.** Composición del tráfico vehicular



**Fuente:** Datos del mismo investigador, setiembre 2022.

Interpretación: Se puede indicar que la mayor cantidad de la composición del tráfico es para vehículos pesados (90 %) y en menor cantidad los vehículos ligeros (10 %).

#### e) N° de ejes equivalentes

Se determina mediante:

$$EE_{dia-carril} = IMDA_{pi} * F_d * F_c * F_{vp} * F_p$$

Dónde:

- ✓ IMDA = Índice medio diario anual
- ✓  $F_d$  = Factor direccional
- ✓  $F_c$  =Factor Carril
- ✓  $F_{vp}$  =Factor vehicular pesado
- ✓  $F_p$  = Factor de presión neumático

$$EE_{dia-carril} = 15 * 05 * 1 * 3.447 * 1$$

$$EE_{dia-carril} = 25.8525$$

**f) Tasa anual de crecimiento de tránsito**

La siguiente tabla detalla el resumen del aumento de PBI en Ancash, datos extraídos del **Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI**.

**Tabla 5.** Resumen PBI- Ancash

AÑO	VALOR DE PBI	PROMEDIO
2007	2.4 %	3.7
2008	2.8 %	
2009	3.2 %	
2010	3.1 %	
2011	3.1 %	
2012	3.4 %	
2013	3.6 %	
2014	4.5 %	
2015	4.9 %	
2016	4.8 %	
2017	4.3 %	
2018	3.7 %	
2019	4.2 %	
2020	3.5 %	
2021	3.5 %	

**Fuente:** Elaboración propia.

Interpretación: Se detalla el valor poncual del PBI, indicando por cada año su crecimiento. Asimismo, se obtuvo como promedio 3.7 de PBI.

**Gráfico 4.** Parque vehicular Ancash



**Fuente:** Elaboración propia.

La siguiente tabla presenta valores extraídos del **Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI**.

**Tabla 6.** Crecimiento parque vehicular Ancash

AÑO	PBI	RESTA	%CRECIMIENTO	PROMEDIO
2007	20354			5.23
2008	21001	S/ 647.00	3.08%	
2009	21309	S/ 308.00	1.45%	
2010	22086	S/ 777.00	3.52%	
2011	23322	S/ 1,236.00	5.30%	
2012	25418	S/ 2,096.00	8.25%	
2013	27542	S/ 2,124.00	7.71%	
2014	29573	S/ 2,031.00	6.87%	
2015	31213	S/ 1,640.00	5.25%	
2016	33542	S/ 2,329.00	6.94%	
2017	34923	S/ 1,381.00	3.95%	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 7.** Factor de crecimiento de tráfico

Crecimiento poblacional	PBI Regional	Parque vehicular	Factor de crecimiento de tráfico
1.1%	3.7%	5.2%	3.3%

**Fuente:** Elaboración propia.

**g) Factor de crecimiento acumulado**

Para ello se tuvo en cuenta la siguiente fórmula brindada por el MTC

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$Fca = \frac{(1 + 0.033)^{20} - 1}{0.033} = 27.71$$

**h) ESAL de diseño**

Tomando como referencia los valores obtenidos, se procede a desarrollar la fórmula:

$$Nrep EE = (EEdía - carril) * Fca * 365$$

Dónde:

- ✓ NrepEE = Número de repeticiones de ejes equivalentes
- ✓ EEdía-carril = Número de ejes equivalentes
- ✓ Fca =Factor de crecimiento acumulado

$$Nrep EE = 25.8525 * 27.71 * 365$$

$$Nrep EE = 261 476.06$$

### 4.3 Resultado con respecto al tercer objetivo:

#### Definir las propiedades mecánicas del suelo de la localidad de Pomallucay

##### a) Estudio de mecánica de suelos

Permite obtener las propiedades del terreno, puesto que en dicho estudio se determinó los límites, tanto plástico como líquido e índice de plasticidad. Además, granulometría y humedad del terreno. Asimismo, se desarrolló el proctor modificado y CBR. Para la ejecución de esta investigación, se tomaron muestra de 03 calicatas a lo largo de la carretera.

##### b) Granulometría de suelo

El laboratorio GEOCYP SRL, fue la encargada de los ensayos correspondientes para esta investigación, se puede apreciar los ensayos en el anexo 10, los mismos que se muestran en forma de resumen en las siguientes tablas:

**Tabla 8.** Peso de la muestra de cada calicata

PESO	CALICATA N°1	CALICATA N°2	CALICATA N°3
Masa inicial seca (gr)	3600.00	3680.00	3700.00
Masa Lavada y seca (gr)	2961.02	2991.20	3024.60

**Fuente:** Datos del propio investigador, octubre 2022.

Interpretación: Se indica los pesos de cada muestra tomada, tales como: calicata 1: masa inicial seca de 3600 gr y 2961.01gr de masa lavada y seca; calicata 2: masa inicial seca de 36800 gr y 2991.20gr de masa lavada y seca y calicata 3: masa inicial seca de 3700 gr y 3024.60gr de masa lavada y seca.

**Tabla 9.** Análisis Granulométrico por Tamizado

Abertura de Tamices	Calicata N°1	Calicata N°2	Calicata N°3
Abertura de Tamices	Porcentaje que pasa	Porcentaje que pasa	Porcentaje que pasa
3"	100	100	100.00
1 1/2"	96.24	96.23	96.06
3/4"	81.02	81.23	81.24
3/8"	63.84	64.38	64.39
#4	49.21	49.80	49.74
#10	38.03	38.52	38.29
#20	32.60	33.43	33.09
#40	30.47	31.38	31.03
#60	27.91	28.9	28.53
#100	18.55	19.51	19.16
#200	17.75	18.72	18.25
<200	0	0	0

**Fuente:** Datos del propio investigador, octubre 2022.

Interpretación: Indica datos obtenidos a través del análisis granulométrico, señalando que: C-01 el 50.80% grava, 31.47% arena y 17.75% finos. Asimismo, C-02 el 50.19% grava, 31.09% arena, y 18.72% finos. Del mismo modo, C-03 el 50.25% grava, 31.49% arena, y 18.25% finos.

### c) Clasificación de suelos

El suelo fue clasificado según AASHTO Y SUCS, para mejor apreciación se puede observar en el anexo 10, el cual detalla todos los ensayos correspondientes, tales como la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Clasificación de suelos según AASHTO y SUCS

Calicata	Método	
	Clasificación	
	AASHTO	SUCS
C-01	A-1-b	GM
C-02	A-1-b	GM
C-03	A-1-b	GM

**Fuente:** Datos del propio investigador, octubre 2022.

Interpretación: Se puede apreciar que la C-01, C-02 y C-03 presenta clasificación A-1-b según ASSHTO y GM mediante SUCS.

### d) Límites de Consistencia

En el anexo 10 se aprecia los ensayos correspondientes, tales como:

**Tabla 11.** Límites de consistencia

Límites de consistencia	Calicatas		
	C-01	C-02	C-03
L.L(%)	26.69	26.33	26.16
L.P(%)	22.88	22.43	22.19
I.P(%)	3.81	3.90	3.97

**Fuente:** Datos del propio investigador, octubre 2022.

Interpretación: Se aprecia que la muestra 01 tiene 26.69% de límite líquido, de 22.88% límite plástico y 3.81% índice de plasticidad; la muestra 02 tiene 26.33% límite líquido, 22.43% límite plástico y 3.90% índice de plasticidad. La muestra 03 tiene 26.16% límite líquido, 22.19% límite plástico, 3.97% índice de plasticidad.

## e) Determinación del Contenido de Humedad

**Tabla 12.** Contenido de Humedad de Suelo

Contenido de Humedad Promedio	Calicatas		
	C-01	C-02	C-03
Contenido de Humedad ASTM D2216 (%)	5.13	4.05	4.07

**Fuente:** Datos del propio investigador, octubre 2022.

Interpretación: Señala que C-01 tiene 5.13% contenido de humedad ASTM D2216; la C-02 tiene 4.05% contenido de humedad ASTM D2216 y C-03 tiene 4.07% contenido de humedad ASTM D2216.

## f) Ensayo de Proctor Modificado y CBR

En el anexo 10 se encuentran los ensayos correspondientes, otorgados por el laboratorio GEOCYM SRL.

**Tabla 13.** Ensayo de Proctor Modificado y CBR

Ensayo		Calicatas		
		C-01	C-02	C-03
Proctor modificado	Máxima Densidad Seca(gr/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.08	2.09
	Contenido de humedad óptima	4.26	4.05	4.07
CBR	CBR 100%	37.17	38.83	39.67
	CBR 95%	32.09	33.98	33.14

**Fuente:** Datos del propio investigador, octubre 2022.

Interpretación: Señala los valores tanto del proctor modificado como del CBR, obteniendo que el CBR de la primera calicata es de 37.17 (excelente), el de la segunda calicata es de 38.83 (Excelente) y la tercera calicata 39.67 (excelente).

#### 4.4 Resultado con respecto al cuarto objetivo:

**Determinar el diseño del pavimento flexible usando las geomallas en las vías de Pomallucay.**

##### a) Diseño del pavimento flexible (AASHTOO 93)

###### Diseño del pavimento:

Mediante el análisis realizado durante la recopilación de vehículos que se realizó y en base al manual de carreteras del MTC, se determinó que es una carretera de tercera clase que presenta IMDA de 144 vehículos. Asimismo, al ser una carretera de 3ra clase, se recomienda realizar la calicata cada 2 km.

Por otro lado, se efectuó la mecánica de suelos, ensayo de proctor modificado y estudio de plasticidad para las 3 muestras tomadas en campo. Obteniendo como resultado que el terreno presencia y destaca arena grava limosa con arena.

Asimismo, mediante los estudios mencionados, el laboratorio GEOCYM SRL otorgó los resultados que se encuentran en el anexo 10, tales como:

**Tabla 14.** Valor de CBR de cada una de las calicatas realizadas.

CALICATA	PROGRESIVA	CBR %
C-1	0+000 km	37.17
C-2	1+200 km	38.83
C-3	2+100 km	39.67

**Fuente:** Laboratorio GEOCYM SRL, 2022.

Al realizar el diseño, se considera el valor de CBR más crítico:

C-01: CBR = 37.17

### Periodo de diseño:

**Tabla 15.** Periodos de diseño en función del tipo de carretera.

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

**Fuente:** LAASHTO, Guía para Diseño de estructuras de pavimento-1993.

Mediante el estudio de tráfico se pudo observar que es un pavimento de baja intensidad de tránsito, teniendo un periodo de diseño que oscila entre 15 – 25 años, del cual consideramos 20 años.

### Nº acumulado de ejes simples equivalentes (ESAL):

Mediante los formatos de estudio y clasificación de tráfico vehicular (realizado por 7 días), otorgados por el manual de carreteras del MTC, se pudo determinar que el tipo de pavimento según el nº de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes es de TP1. (ver anexo 13)

Del mismo modo se indica el número acumulado de ejes equivalentes:

$$\text{ESAL} = 261,476.06$$

### Módulo de resiliencia (Mr.):

Se realiza lo siguiente (teniendo en cuenta el CBR crítico).

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

$$Mr(psi) = 2555 * 37.17^{.64}$$

$$Mr(psi) = 25,841.29 \text{ psi}$$

### Confiabilidad:

**Tabla 16.** Confiabilidad

Tipos de caminos	Caminos de bajo volumen de tránsito				
	Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
Tráfico					
Ejes equivalentes acumulados	100,001	150,001	300,001	500,001	750,001
	-	-	-	-	-
	150,000	300,000	500,000	750,000	10,000.00
Nivel de confiabilidad (R)	65%	70%	75%	80%	80%

**Fuente:** Manual de Carreteras – MTC

Según la tabla se aprecia que para tipo de pavimento 1, se tiene nivel de confianza de:

$$R\% = 70\%$$

Este porcentaje de confianza sirvió para hallar el número estructural del pavimento.

### Coeficiente de desviación estándar (Zr):

Tabla 17. Coeficiente estadístico de la desviación estándar.

Tipos de caminos	Caminos de bajo volumen de tránsito				
	Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
Tráfico					
Ejes equivalentes acumulados	100,001 - 150,000	150,001 - 300,000	300,001 - 500,000	500,001 - 750,000	750,001 - 10,000.00
Nivel de confiabilidad (R)	-0.385	-0.524	-0.674	-0.842	-0.842

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

A través de la tabla se aprecia que para TP1 se tiene una desviación estándar de:

$$Z_i = 0.524$$

El coeficiente de desviación estándar sirvió para servir como dato para hallar el número estructural del pavimento.

### Desviación estándar (So):

Según el manual de carreteras del MTC, para pavimento flexible, la desviación estándar oscila entre 0.40 – 0.50, siendo seleccionado 0.45 por ser construcción nueva:

$$S = 0.45$$

### Indice de Serviciabilidad (PSI):

### Indice de Serviciabilidad inicial (PI)

Se tuvo en cuenta la baja transitabilidad de vehículos y que es una carretera de TP1, mediante la tabla del manual de carreteras del MTC, se tiene:

**Tabla 18.** Indice de Serviciabilidad inicial (PI)

Tipos de caminos	Caminos de bajo volumen de tránsito				
	Tráfico	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
Índice de serviciabilidad inicial (pi)		3.8	3.8	3.8	3.8

**Fuente:** Manual de Carreteras – MTC

**Pi = 3.8**

### Indice de serviciabilidad final (Pt)

**Tabla 19.** Indice de serviciabilidad final (pt)

Tipos de caminos	Caminos de bajo volumen de tránsito				
	Tráfico	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
Índice de serviciabilidad inicial (pi)		2	2	2	2

**Fuente:** Manual de Carreteras – MTC

Se tuvo en cuenta la baja transitabilidad de vehículos y que es una carretera de TP1, mediante la tabla del manual de carreteras del MTC, se tiene:

$$P_t = 2.00$$

### Variación de serviciabilidad final ( $\Delta PSI$ )

**Tabla 20.** Variación de serviciabilidad final

Tipos de caminos	Caminos de bajo volumen de tránsito				
	Tráfico	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
Ejes equivalentes acumulados		150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-10,000.00
Índice de serviciabilidad inicial ( $P_i$ )		3.8	3.8	3.8	3.8

**Fuente:** Manual de Carreteras – MTC

A continuación se resuelve:

$$\Delta PSI = P_i - P_t$$

$$\Delta PSI = 3.80 - 2.00 = 1.80$$

### Número estructural propuesto (SNR):

- Valores para hallar el n° estructural de la subrasante (SN3)

$$W_{18} = 261,476.06$$

$$CBR\% = 37.17$$

$$M_r.(psi) = 25,841.29 \text{ psi}$$

**R%** = 70  
**Zr** = -0.524  
**So** = 0.45  
 $\Delta PSI$  = 1.80

Mediante el software AASHTO 93, teniendo en cuenta el CBR del 37.17% se obtuvo:

**Figura 1.** SOFTWARE AASHTO 93 SN3

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It contains several input fields and calculated results:

- Tipo de Pavimento:**  Pavimento flexible,  Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 70 % Zr=-0.524, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 3.8, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 25841.29 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
  - Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): [Empty]
  - Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): [Empty]
  - Coefficiente de transmisión de carga - (J): [Empty]
  - Coefficiente de drenaje - (Cd): [Empty]
- Tipo de Análisis:**  Calcular SN,  Calcular W18
- Número Estructural:** SN = 1.49
- Calculated Values:** W18 = 261476.06

**Fuente:** Datos del mismo investigador, noviembre 2022.

**SN3 = 1.49**

- Datos para hallar el n° estructural de la subbase (SN2)

**W18** = 261,476.06  
**CBR%** = 40  
**Mr.(psi)** = 27,083.78 psi

**R%** = 70  
**Zr** = -0.524  
**So** = 0.45  
 $\Delta PSI$  = 1.80

Mediante el software AASHTO 93, usando CRB 40%:

**Figura 2. SOFTWARE AASHTO 93 SN2**

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. It is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu set to '70 % Zr=-0.524' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (3.8) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '27083.78 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box shows 'W18 = 261476.06'.
- Número Estructural:** A text box shows 'SN = 1.46'.

At the bottom, there are two buttons: 'Calcular' and 'Salir'.

**Fuente:** Datos del mismo investigador, noviembre 2022.

**SN2 = 1.46**

- Datos para hallar n° estructural de la base (SN1)

**W18** = 261,476.06

**CBR%** = 70

**Mr.(psi)** = 42,205.45 psi

**R%** = 70

**Zr** = -0.524

**So** = 0.45

**$\Delta PSI$**  = 1.80

Mediante el software AASHTO 93, teniendo en cuenta el CBR del 80% se obtuvo:

**Figura 3.** SOFTWARE AASHTO 93 SN1

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It contains several input fields and sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu set to '70 % Zr=-0.524' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (3.8) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '42205.45 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box shows 'W18 = 261476.06'.
- Número Estructural:** A text box shows 'SN = 1.20'.
- Buttons for 'Calcular' and 'Salir' are at the bottom.

**Fuente:** Datos del mismo investigador, noviembre 2022.

**SN1 = 1.20**

### Coeficiente estructural para capas del pavimento

Se presenta la siguiente tabla con valores extraídos del manual de carreteras del MTC:

**Tabla 21.** Coeficiente estructural de las capas del pavimento

Capa superficial	a1 = 0.17 cm	a1 = 0.432 pulg
base granular	a2 = 0.052 cm	a2 = 0.132 pulg
sub base	a3 = 0.047 cm	a3 = 0.119 pulg

**Fuente:** Manual de carreteras MTC.

## Espesores para la capa estructural

Capa asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{1.20}{0.17} = 7.06$$

$$\mathbf{D1 = 2.78''}$$

Según el manual de carreteras del MTC, el máximo espesor para TP1 es de 2", es por ello que se consideró:

$$D1=2''$$

De tal manera que, modificando en SN1:

$$SN1 = a1 * D1$$

$$SN1 = 0.17 * 2$$

$$\mathbf{SN1 = 0.34}$$

Luego se obtiene el espesor de la base granular

$$D_2 = \frac{SN2 - SN1}{a2 * m2}$$

$$D_2 = \frac{1.46 - 0.34}{0.052 * 1.00} = 21.54$$

$$\mathbf{D2 = 8.48''}$$

Según el manual de carreteras del MTC, 6" es el mínimo, es por ello que se consideró el valor encontrado:

De tal manera que, modificando el SN2 tenemos:

$$SN2 = a2 \times D2 \times m2$$

$$SN2 = 0.052 \times 8.48 \times 1.00$$

$$SN2 = 0.44$$

**Espesor de la subbase granular:**

$$D_3 = \frac{SN_3 - SN_2 + SN_1}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{1.49 - (0.44 + 0.34)}{0.047 * 1.00} = 15.11$$

$$D3 = 5.95"$$

Según el manual de carreteras del MTC, 7" es el mínimo, es por ello que se consideró mínimo (7"):

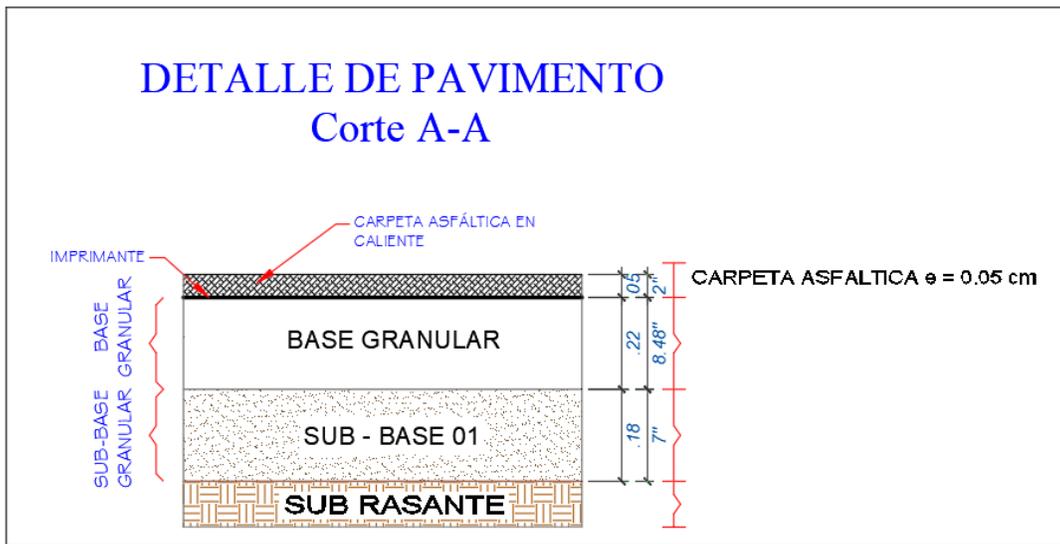
**Espesor final de la carpeta asfáltica**

**Tabla 22.** Espesor de carpeta asfáltica

Capa asfáltica	2"	5.04 cm	5 cm
Base granular	8.48"	21.54 cm	22 cm
Subbase granular	7"	17.78 cm	18 cm

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.** Vista transversal del pavimento flexible.



**Fuente:** Propia del investigador.

Interpretación: Se aprecia el detalle del pavimento, teniendo como capa asfáltica: 0.05m; base: 0.22m y subbase: 0.18m.

## b) Diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla

La geomalla biaxial BX4100 sirvió para reforzar y reducir el tamaño de las capas para el asfalto y otorgar mayor tiempo de vida al pavimento flexible. Cabe señalar que, para el diseño de este pavimento con geomalla se añade el coeficiente LCR mediante:

$$SN_1 = a_1 * D + a_2 * LCR * D_2 * m_2 + a_3 * D_3$$

Entonces:

- Coeficientes capas:  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$
- Grosor de capas:  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$
- Coeficiente drenaje:  $m_1$  y  $m_2$

Para determinar LCR, se tiene:

$$LCR = \frac{SN_r - SN_u}{a_2 D_2} + 1$$

Para disminuir las capas con refuerzo de geomalla, se tuvo en cuenta que no presenta subbase, tal como muestra:

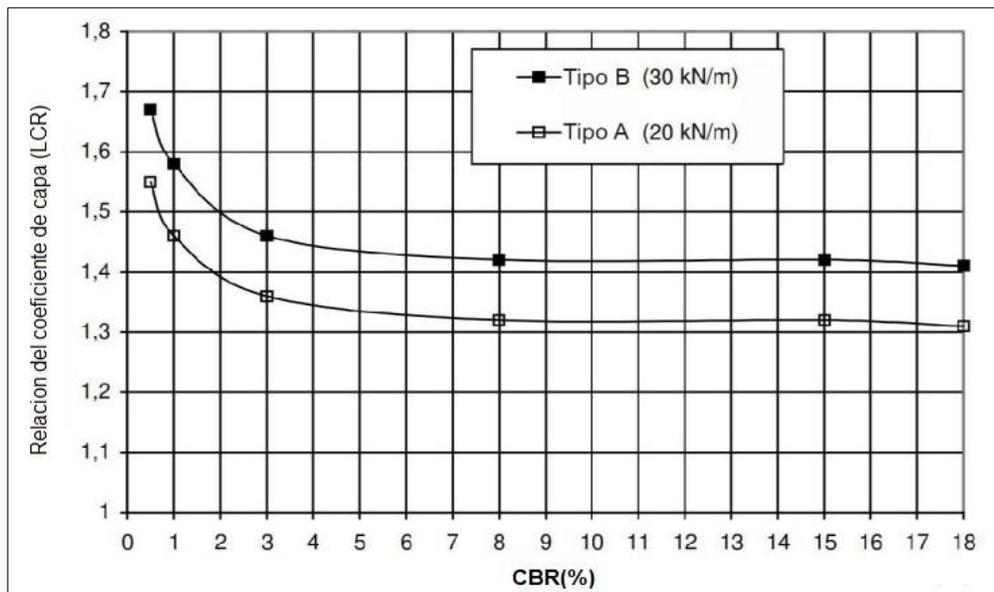
$$D_2 = \frac{SN_r - a_1 D_1 m_2}{LCR a_2 m_2}$$

Se debe considerar la siguiente ecuación para disminuir el grosor de la capa asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN_r - LCR * a_2 D_2}{a_1}$$

Teniendo en cuenta la estructura reforzada, es necesario usar el CBR de la subrasante, para tener facilidad al hallar el LCR, tal como muestra:

**Figura 5.** Relación del coeficiente de capa (LCR) CBR.



**Fuente.** Geomallas Tensar.

## Pavimento flexible utilizando geomalla:

### Capas de pavimento según diseño:

Se empieza por el cálculo de  $n^{\circ}$  estructural a través del método AASHTO 93. A continuación, se aplica la ecuación del mismo. Posteriormente se consiguen los valores para la estructura sin geomalla. Cabe señalar que los valores  $a_1, a_2$  y  $a_3$  son datos extraídos del manual de carreteras del MTC.

**Tabla 23.** Cálculo para el pavimento con geomalla

Descripción	Fórmula	Datos			Resultado
SN1	$SN1 = a_1 * D1$	$a_1 = 0.432$	$D1 = 2$		0.864
SN2	$SN2 = a_2 m_2 D2$	$a_2 = 0.132$	$m_2 = 1$	$D2 = 8.48$	1.119
SN3	$SN3 = a_3 m_3 D3$	$a_3 = 0.119$	$m_3 = 1$	$D3 = 7$	0.833
SN	$SN1 + SN2 + SN3$	$S1=0.864$	$S2=1.119$	$SN3=0.833$	2.816

**Fuente:** Elaboración propia del investigador.

Posterior a ello, se procedió a sustituir la base añadida con el  $n^{\circ}$  estructural que se halló, ello para hallar la estructura. De igual manera, se hizo el reemplazo entre la base granular por la subbase. Al conseguir estos valores, se determinó un número estructural, denominado  $D_3$ .

$$SN = 2.816$$

$$SN = a_1 D_1 + a_3 m_3 D_3$$

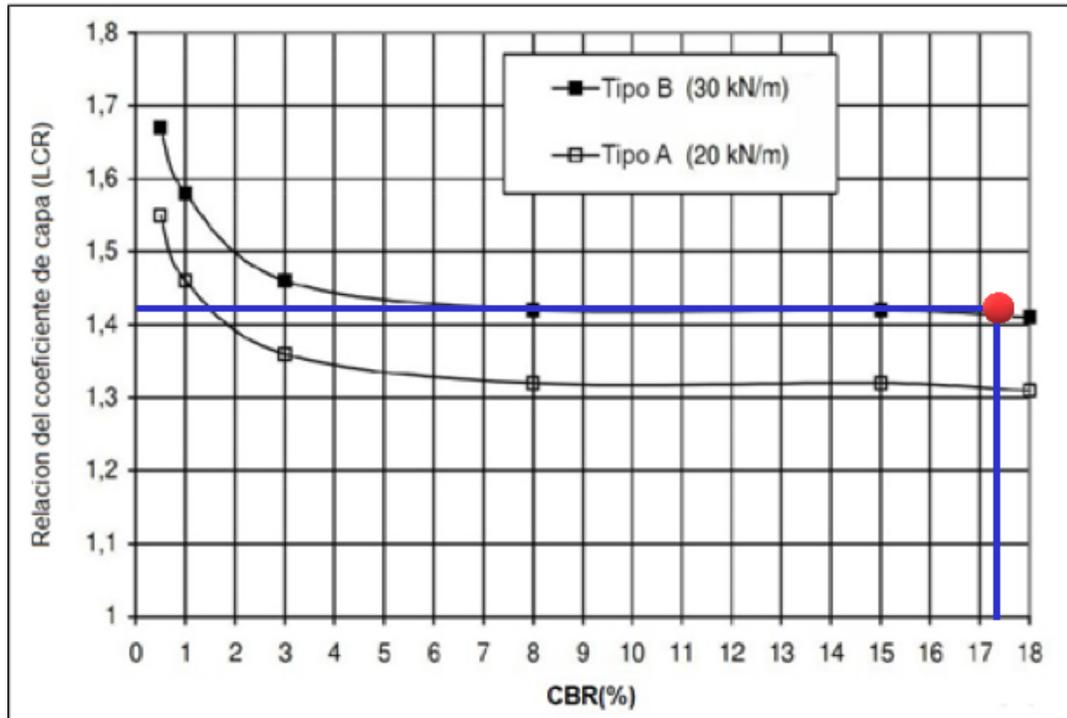
$$2.816 = (0.432) (2) + (0.119) * D_3 * 1.00$$

$$D_3 = \frac{1.952}{(0.119)(1.00)}$$

$$D_3 = 16.403 \text{ pulg.}$$

Se continuó con buscar el nuevo grosor para la subbase con el uso de geomalla de 30kn/m que es de tipo B, se aplicó un CBR=17%.

**Figura 6.** Coeficiente de capa (LCR) CBR.



**Fuente.** Geomallas Tensar.

Para tener una idea concisa sobre el funcionamiento de la geomalla en el pavimento, se determinó la reducción de espesor, teniendo en cuenta que el número estructural debe ser continuo

$$SN_r = SN$$

$$SN_r = 2.816$$

A continuación se calculó el nuevo espesor, siendo la geomalla un fragmento de la estructura, mediante la ecuación de nº estructural según el AASHTO 93 (SN). Teniendo en cuenta el valor de coeficiente LCR hallado anteriormente.

$$SN_r = a_1 D_1 + a_3 * LCR * D_3 m_3$$

$$D_{3r} = \frac{(SN_r - a_1 D_1)}{a_3 * LCR * m_3}$$

$$D_{3r} = \frac{(2.816 - (0.432)(2))}{0.119 * 1.41 * 1.00}$$

$$D_{3r} = 11.634 \text{ pulg.}$$

Con la obtención del reciente grosor de la capa con refuerzo, se vuelve a realizar lo siguiente:

$$a_3 D_{3r} * m_3$$

Obteniendo el siguiente resultado:

$$(0.119) (11.634) (1.00) = 1.384$$

La conformación del pavimento se mantiene con datos logrados, a continuación se desarrolla:

$$SN_{gr} = (a_2 \times D_{2r} \times m_2) + (a_3 \times D_{3r} \times m_3)$$

$$1.384 = (0.132 \times D_{2r} \times 1.00) + (0.119 \times D_{3r} \times 1.00)$$

Para obtener espesores viables para la estructuración del pavimento flexible. Se realizan iteraciones, comenzando por la base, teniendo en cuenta que el valor debe ser mayor a 15 cm o 6 pulg; para este caso se tomó el valor de 18 cm, esto con el fin de despejar la siguiente ecuación:

$$D_{2r} = 18\text{cm} = 7.08 \text{ pulg.}$$

$$D_{2r} = 7\text{pulg.}$$

$$SN_{gr} = a_2 * D_{2r} * m_2 + a_3 * D_{3r} * m_3$$

$$1.384 = 0.132 * (7) * (1.00) + (0.119) * D_{3r} * (1.00)$$

$$D_{3r} = 3.866 \text{ pulg.} = 9.82 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$$

De tal manera, se pudo corroborar que el cambio no generará ningún tipo de inconveniente en relación al pavimento. Es por ello que, el n° de aporte estructural:

$$(0.132) (7) (1.00) + (0.119) (3.866) (1.00) = 1.384$$

### Comparación del diseño de pavimento

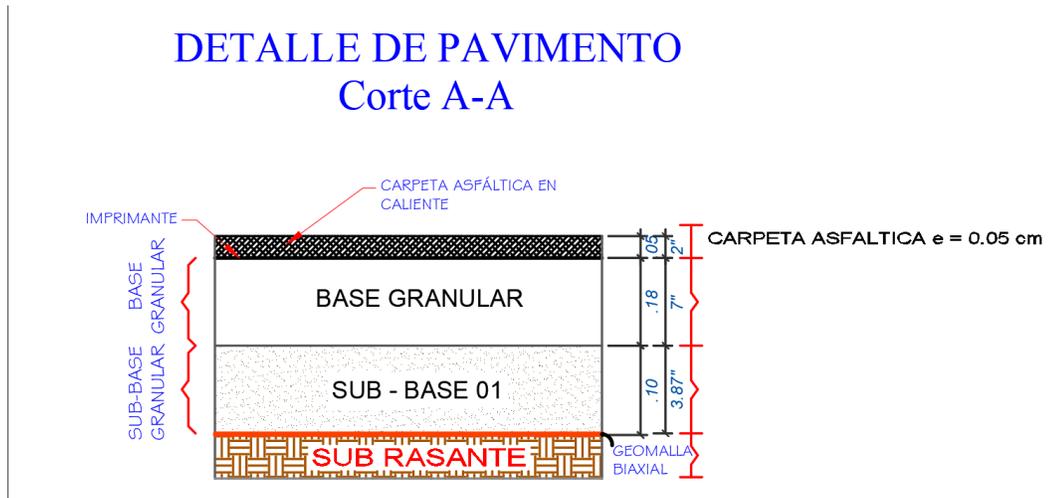
**Tabla 24.** Comparación de los espesores del pavimento flexible

Capa	Pavimento flexible (espesor)	Pavimento con geomalla (espesor)	Disminución de espesor (%)
Carpeta asfáltica	5 cm	5cm	0
Capa base	22 cm	18cm	18.18%
Capa subbase	18 cm	10 cm	44.44%

**Fuente:** Propia de los investigadores

Interpretación: Se aprecia la comparación entre el pavimento flexible sin geomalla y el pavimento flexible con geomalla, obteniendo una disminución del 18.18% en la capa base y disminución de 44.44% en la capa subbase.

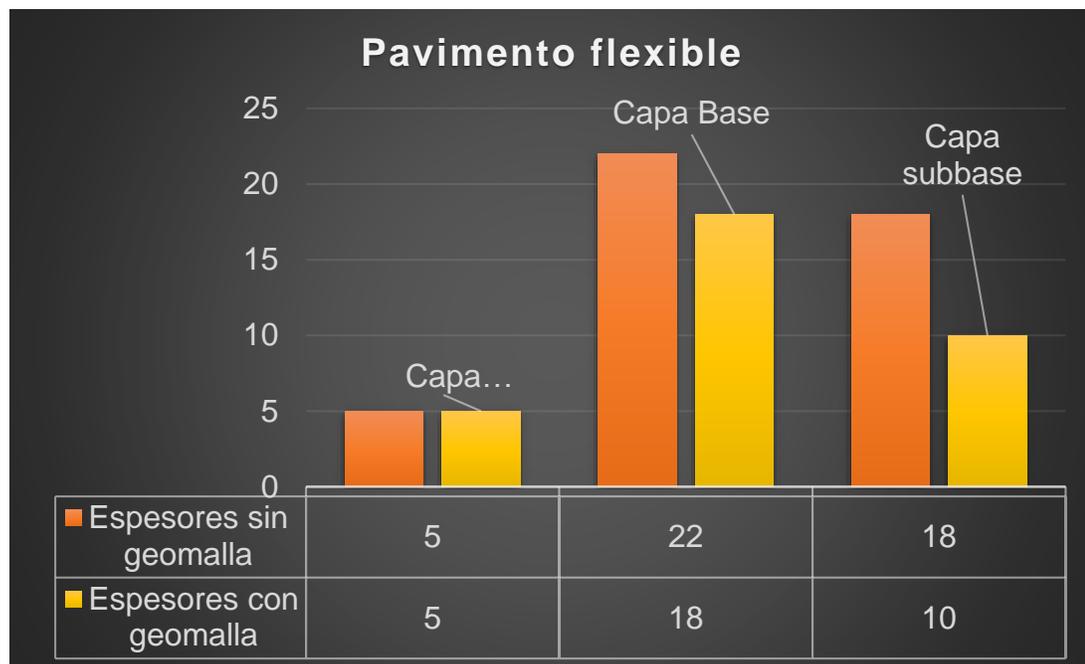
**Figura 7.** Vista transversal del pavimento flexible con geomalla.



**Fuente:** Propia de los investigadores

Interpretación: Se aprecia el detalle del pavimento con la geomalla Tensar BX 4100, siendo 0.18 m de capa base y 0.10 m de subbase.

**Gráfico 5.** Comparación de los espesores de pavimento flexible



**FUENTE:** Elaboración propia.

Interpretación: Se indica la diferencia entre el pavimento con y sin geomalla, habiendo una disminución de 4cm en la capa base y 8cm en la capa subbase.

## V. DISCUSIÓN

En esta investigación se tuvo en cuenta los objetivos, marco teórico, metodología. Asimismo, se tomaron los resultados logrados durante el proceso de investigación. Luego constituyó una serie de semejanzas y similitudes entre diversas investigaciones realizadas por diferentes autores, teniendo en cuenta la cercanía del objetivo general: Elaborar el diseño en pavimento flexible, usando geomallas en la localidad de Pomallucay, Provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, Distrito de San Luis, Ancash – 2022.

Para mayor apreciación, se recomienda observar las tablas 1, 2, 9, 15, las cuales detallan los resultados desde la primera fase, tales como: estudio de tráfico vehicular, análisis topográfico, mecánica de suelo. Ello con el fin de desarrollar un adecuado diseño del pavimento; cabe señalar que cada resultado obtenido se mantuvo dentro de los parámetros señalados por el manual de carreteras del MTC y las normas necesarias para cada paso dado. Cabe señalar que el diseño del pavimento se llevó a cabo con el método ASHTO 93.

Por otro lado, en el anexo 16 se encuentran detallados los resultados, siendo: 216,476 de ESAL, 25,841.29 en módulo de resiliencia. Asimismo, presentó un 70% de confiabilidad, -0.524 coeficiente de desviación estándar normal y 0.45 en desviación estándar combinada. Además, 3.8 de servicio al inicio, y 2 al final, presentando una diferencia de 1.8. Teniendo 1.87 de  $n^{\circ}$  estructural requerido SNR.

## Objetivos Específicos:

**Objetivo a.** Analizar la topografía del terreno: la carretera para el centro poblado de Pomallucay tuvo una longitud de km 2+100 metros lineales, posterior a ello se hizo uso del CIVIL 3D para generar el diseño geométrico, al desarrollar el diseño geométrico conforme al Manual DG 2018, se obtuvo que la superficie presenta 49% - 90% de pendiente transversal y 7% de longitudinal, datos que se obtuvieron durante el desarrollo de los cortes transversales, detallados en el anexo 3, obteniendo entonces un terreno accidentado. Además, la velocidad que se tomó en cuenta es de 40 km/h. Del mismo modo, **Quispe y Vargas (2020)**, señalan que al efectuar la topografía del terreno, determinaron que la superficie presenta 51% a 100% de pendiente transversal y 8% la longitudinal. Además, la velocidad de diseño fue 30 km/h. Es preciso indicar que en ambos casos los resultados son similares, puesto que ambos estudios fueron aplicados en vías de baja transitabilidad de vehículos.

**Objetivo b.** Calcular el índice medio diario anual de la carretera, en el transcurso del desarrollo, se aprecia en la tabla 1 que 148 vehículos es el IMDS, a continuación se multiplica por el factor de corrección estacional, siendo 148 en vehículo liviano y 144 en vehículo pesado. Luego se tiene 261,476.06 de ejes equivalentes. Siendo determinado como tipo de pavimento 1. Los resultados logrados tienen semejanza con **Veramendi (2018)**, quien halló un IMDS a 149 vehículos y su índice medio diario anual fue de 145 vehículos, 261,589.74 de ejes equivalentes, clasificándose como tipo de pavimento 1. Por otro lado, **Caballero y Yauri (2021)** presentaron un tipo de pavimento 2, puesto que obtuvieron índice medio diario semanal de 214 vehículos e índice medio diario anual de 205 vehículos, además de 313,771.2755 de ejes equivalentes. Resaltando la importancia del estudio de tráfico en la investigación, para luego dar paso al índice medio diario semanal e índice medio diario anual, para poder seleccionar el correcto tipo de pavimento y el número de ejes equivalentes.

**Objetivo c.** Definir las propiedades mecánicas del suelo, se realizaron 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) con el fin de determinar la mecánica de suelos que son: Granulometría para C-01 es 17.75%, C-02 es 18.72% y para C-03 es 18.25%. Además se mantuvo la clasificación A-1-b para las 3 calicatas. Por otro lado, C-01 presenta: 26.69% de límite líquido, 22.88% de límite plástico y 3.81 de plasticidad; C-02: 26.33% de límite líquido, 22.43% de límite plástico y 3.90% de plasticidad; C-03: 26.16% de límite líquido, 22.19 de límite plástico y 3.97% de plasticidad. Asimismo, el CBR para la C-01, C-02 y C-03 son de: 37.17%, 38.83% y 39.67% respectivamente. Del mismo modo, **Cruz y Figueroa (2020)**, realizaron 3 calicatas como muestra de estudio, puesto que la longitud de su carretera presentó 1.580 km, siguiendo lo estipulado por el manual de carreteras del MTC (cada 500m). Obteniendo que la C-01 es de tipo: A-1-b (0); la C-02 es: A-6(0) y la C-03 es de A-2-6(1), siendo entonces que, el terreno presenta grava arcillosa, co arena gruesa y arcilla plástica. Además, está constituido por CBR de: 35.28%, 32.34% y 23.52% para C-01, C-02 Y C-03 respectivamente. De diferente forma, **Caballero y Jauri (2021)** realizaron dos calicatas (C-01 y C-02), logrando: Granulometría para C-01: 35.96% y C-02 : 27.32%. Para la clasificación de suelos en C-01 se determinó que es de A-4 y C-02 es A-2-4. Para los límites de consistencia de la calicata 01: El límite líquido es de 25.10, plástico es 16.30 e índice plasticidad es 8.80. Los límites de consistencia para C-02: límite líquido es de 21.30, límite plástico de 15.20 e índice de plasticidad es 6.10. El CBR para la C-01 es de 17.4% y para la calicata C-02 es de 22.4%. Señalando entonces, la importancia de la mecánica de suelo en cada proyecto, puesto que, se puede diferir entre las investigaciones que terreno presenta diferentes propiedades físicas.

**Objetivo d.** Determinar el diseño del pavimento flexible usando las geomallas en las bvías de Pomallucay; para el diseño del pavimento sin geomalla fueron: 0.05m de capa asfáltica, 0.22m de espesor en la capa base y 0.18m de subbase. Por otro lado, para el pavimento con geomalla, se sostuvo que: 0.05m de capa asfáltica, 0.18m de capa base y 0.10m de subbase. No obstante, al

diferir entre ambos pavimentos (tabla 25), se apreció la reducción del 18.18% en la capa base y 44.44% en subbase. Por otro lado, **Ames y Bustos** (2020) escogieron otro modelo de geomalla, siendo este: Tensar BX 1100 (mientras que el nuestro fue Tensar BX 4100), obteniendo resultados favorables en cuestión de reducción de capas para el pavimento con geomalla, tales como: 0.05m en capa asfáltica, 0.20m de base y 0.16m de subbase; mientras que sin el refuerzo obtuvo: 0.30m de subbase, 0.25m de base y 0.05 de capa asfáltica. Cabe recalcar que al discernir entre ambos pavimentos, se indica la reducción del 20% en la base y 44.8% en la subbase. Asimismo, cabe precisar que al hacer uso de la geomalla, no solo reduce el espesor en capas, sino que también mejora la estabilidad del suelo.

## VI. CONCLUSIONES

**Primero.** Se analizó la topografía del terreno, siendo este la vía de acceso al centro poblado de Pomallucay que tiene 2.100 km, el diseño geométrico conforme al Manual DG 2018, concluyó que el lugar presenta pendientes en porcentaje de 49 al 90%, por otro lado la pendiente longitudinal presenta 7%. Siendo considerado como un terreno accidentado. Asimismo, se concluyó que la velocidad es de 40 km/h.

**Segundo.** Se desarrolló el conteo vehicular, concluyendo que el índice medio diario semanal es de 148 vehículos, asimismo, el índice medio diario anual (IMDA) es de 144. Además el número de ejes equivalentes es 261,589.74, lo cual hace que sea un tipo de pavimento 1.

**Tercero.** Se definió las propiedades mecánicas del suelo, donde se realizaron 3 calicatas (C-01, C-02 y C-03) concluyendo que: Granulometría para C-01 es 17.75%, C-02 es 18.72% y para C-03 es 18.25%.. Asimismo, la C-01: límite líquido de 26.69, límite plástico de 22.88 e índice de plasticidad de 3.81. Para C-02: El límite líquido de 26.33, límite plástico es de 22.43 e índice de plasticidad es de 3.90. Para C-03: límite líquido de 26.16, límite plástico de 22.19 e índice de plasticidad es de 3.97. El CBR para la C-01 es 37.17%, para la calicata C-02 es 38.83% y la C-03 es 39.67%. De tal manera que, la clasificación de suelos para C-01, C-02 y C-03 es A-1-b (fragmentos de roca, grava y arena) según AASHTO y GM (grava limosa con arena) según SUCS.

**Cuarto.** Se determinó el diseño del pavimento con la geomalla, concluyendo que la carpeta asfáltica es de 5cm, capa base 18 cm y capa subbase 10 cm y del pavimento sin geomalla, concluyendo que la carpeta asfáltica es de 5cm, capa base 22 cm y capa subbase 18 cm.

## VII. RECOMENDACIONES

**Primero.** Es recomendable hacer el estudio topográfico del terreno para calcar en plano la realidad de la carretera, teniendo ello se podrá hacer el diseño adecuadamente.

**Segundo.** Para un correcto diseño, se recomienda tomar como base el estudio de tráfico vehicular para poder determinar el índice medio diario semanal e índice medio diario anual, teniendo así el tipo de carretera que se debe considerar.

**Tercero.** Se recomienda efectuar la mecánica de suelos para determinar las características del terreno y las propiedades físicas con las cuales se proyectará el diseño.

**Cuarto.** Para un correcto diseño de pavimento flexible con el uso de la geomalla, se recomienda visualizar los diferentes tipos de geomallas que se encuentran en el mercado, a fin de elegir el material idóneo de acuerdo a la necesidad del proyecto.

## REFERENCIAS

1. AASHTO93. Standard Specifications for Highway Bridges, 16th ed. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1996. 446 pág. ISBN: 1560510404  
Disponible en: [AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges - 16th Edition - 1996.pdf - Free Download PDF \(kupdf.net\)](#)
2. Escalante S. (2020). congreso ibero latinoamericano del asfalto en México 2020, México. México: CD México, 27 pp.
3. Guerrero H. (2018). La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú, Lima. Santiago de Surco: Lima, 33 pp.  
Disponibile en: [https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Perfiles\\_Ingenieria/article/view/402](https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Perfiles_Ingenieria/article/view/402)
4. Rojas C. (2021). Evaluación del estado situacional del pavimento flexible de la vía principal tramo Huancavelica – Izcuchaca, en la provincia de Huancavelica, 2021: Perú, 41 pp. Universidad Nacional de Huancavelica.  
Disponibile en: <https://repositorio.unh.edu.pe/items/14be3aea-3763-47ea-a1be-e2fe1dc5c0e8>
5. Palomares y Mojica. (2021). Implementación de geosintéticos en la ingeniería de pavimentos como solución de mejoramiento para la subrasante de pavimentos flexibles, 2021: Colombia, 30 pp. Universidad Católica de Colombia.  
Disponibile en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/27101>
6. Álvarez y Bermúdez. (2020). Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles, 2020: Colombia, 31 pp. Universidad Piloto de Colombia.  
Disponibile en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9344>
7. Sicha F. (2018). Diseño con geosintéticos para la separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles, 2018: Perú, 28 pp. Universidad Católica del Perú.  
Disponibile en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/11730>

8. Santacruz R. (2018). Suelo reforzado con geosintéticos: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto, 2018, Cuenca: Ecuador, 26 pp. Universidad de Cuenca.  
Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30241>
9. Perales y Arce. (2021). Aplicación de geomallas biaxiales en el refuerzo de pavimentos para mejorar el comportamiento mecánico del pavimento flexible de la avenida Cesar Canevaro, distrito de San Juan de Miraflores, Lima, 2021, Miraflores: Perú, 35 pp. Universidad San Martín de Porres.  
Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8799>
10. Ojanama y Vela. (2020). Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales, 2020, Tarapoto: Perú, 21 pp. Universidad César Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50528>
11. Aguado B. (2020). Diseño de un pavimento flexible utilizando geomallas en suelos arenosos en el AA.HH. Virgen de las Mercedes, Ventanilla 2020, Lima: Perú, 23 pp. Universidad César Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50324>
12. Llerena de los Ríos. (2021). Implementación del nuevo sistema de pavimentos compuestos con diamond grid para el mantenimiento de vías deterioradas en el centro portuario Ilo, departamento de Moquegua, Perú, Moquegua: Perú, 26 pp. Universidad Ricardo Palma.  
Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4409?locale-attribute=en>
13. Bedon y Coral. (2021). Diseño de pavimento flexible con geomallas en la carretera Chancos, Vicos – Marcará, Ancash, Huaraz: Perú, 22 pp. Universidad César Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77440>
14. Ames y Bustos. (2020). Diseño comparativo entre pavimento flexible y pavimento con geomalla en el centro de Huanchac, Huaraz, Ancash, Huaraz: Perú, 20 pp. Universidad César Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48295>

15. Garay y Morales. (2020). uso de geotextil como propuesta para mejorar la subrasante en un pavimento asfaltico, Huaraz - Paltay, Huaraz: Perú, 22 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60091>
16. Chugnas y Flores. (2021). Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo 05+213km – 10+213km empleando el método AASHTO 93 Caceres del Perú, Jimbe, Chimbote: Perú, 24 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79077>
17. Narro y Morales. (2018). Estudio de tráfico y tendencias de movilidad urbana en lima - 2018, Lima: Perú, 18 pp.  
Disponibile en: <http://willardmanrique.pe/wp-content/uploads/2021/02/Estudio-de-Trafico-y-Tendencias-de-Movilidad-Urbana-2018.pdf>
18. Kari y Benites. (2019). Propuesta de diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla en la interfaz subrasante - subbase utilizando la metodología Giroud – Han, para mejorar el tramo de la carretera(vía), Lima: Perú, 26 pp. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas  
Disponibile en: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/04ed1752-3d45-4057-8cf7-ae2307e8b4f3/0000199659ESes%2BPetroleum-based%2BPolymers%2BMnfg%2Brev%2Bcc.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nPtiB7z>
19. Simon R. (2019). Comportamiento hidráulico, beneficios y limitaciones de la aplicación de un SDGA a una estructura de pavimento flexible, Bogotá: Colombia, 18 pp. Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Colombia.  
Disponibile en: <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-ComportamientoHidraulicoBeneficiosYLimitacionesDeL-5051939.pdf>
20. Manual de Diseño de Pavimentos UMSS. (2018). Manual Completo Diseño de Pavimentos – UMSS, Lima: Perú, 72 pp. Universidad Mayor de San Marcos.  
Disponibile en: <https://www.libreriaingeniero.com/2019/06/manual-completo-diseno-de-pavimentos-umss.html>
21. M.T.C. (2022). Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima: Perú, 25 pp.  
Disponibile en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/tipos/9-decreto-supremo>

22. M.T.C. (2019). Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima: Perú, 32 pp.  
Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)
23. Guía tex delta. (2018). Geomallas para el refuerzo de pavimentos, revista, 15 pp.  
Disponible en: <https://texdelta.com/clase/geomallas/>
24. Pizarro y Pacheco. (2019). Beneficio técnico económico del pavimento flexible empleando la geomalla fibra de vidrio Av. Lima, San Juan de Lurigancho - Lima - 2019, Lima: Perú, 22 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48969>
25. Quispe A. (2021). Diseño y evaluación de pavimento rígido con incorporación de fibra de vidrio en el Jr. Andres Razuri – Puno 2021, Puno: Perú, 24 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74195>
26. M.T.C. (2018). Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima: Perú, 30 pp.  
Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
27. Fernandez et al. (2020). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. 1.<sup>a</sup> ed. Costa Rica: ed. Mc Graw Hill, 155 pp.  
ISBN: 0379-7082
28. Baptista et al. (2019). Metodología de la investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México: Mc Graw Hill, 127 pp.
29. Baena P. (2021). Metodología de la investigación. 3.<sup>a</sup> ed. México: Patria S.A., 131 pp.  
ISBN: 978-607-744-748-1
30. Sampieri et al. (2020). Metodología de la investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México: ed. Mc Graw Hill, 175 pp.  
ISBN: 978-1-4562-2396-0

31. Porras R. (2020). Evaluación funcional del pavimento flexible aplicando el Índice Global del Pavimento (OPI), avenida Los Eucaliptos, San Juan de Miraflores, 2020, Miraflores: Perú, 21 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponibile en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57761>
32. Mandujano Ch. (2020). Uso de geomallas biaxiales en pavimento flexible para alargar vida útil en suelos de la Asociación Nuevo Amanecer, Lima 2020, Lima: Perú, 24 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponibile en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57761>
33. Sanchez V. (2019). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. 1.a ed. Perú: Bussiness Support Aneth S.R.L., 120 pp.  
ISBN N° 978-612-47351-4-1  
Disponibile en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57761>
34. Vargas y Limaco. (2019). análisis comparativo de métodos superficiales pci y vizir aplicados sobre el pavimento en la av. collpa - tramo av. costanera hasta ovalo cuzco de la ciudad de tacna., Tacna: Perú, 20 pp. Universidad Privada de Tacna.  
Disponibile en: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1168/Vargas-Calle%20Limaco-Aguilar.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
35. Caballero y Yauri. (2021). Diseño De Pavimento Flexible Con El Uso De Geomallas en la carretera del Centro Poblado de Llactash, Independencia, Huaraz- 2021, Huaraz: Perú, 21 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponibile en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77173>
36. Rojas F. (2018). Suelo reforzado con geosintéticos: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto, Cuenca: Ecuador, 28 pp. Universidad de la Cuenca.  
Disponibile en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30241>
37. Rojas T. (2021). Análisis de alternativas para el diseño de pavimentos en las calles de acceso al mercado mayorista José Olaya, distrito de nueva Cajamarca, departamento san martín, 2020, Cajamarca: Perú, 32 pp. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

- Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4226>
38. Sáez V. (2020). Asfalto y pavimentación, 2020, 7<sup>ma</sup> ed. Madrid: España, 9 pp.  
ISSN: 2174-2189  
Disponible en: <https://asefma.es/wp-content/uploads/2020/09/Asfalto-y-Pavimentaci%C3%B3n-38.pdf>
39. Limberg. et al. (2019). ecomateriales: aplicación de materiales reciclados en pavimentos, 689 pp.  
Disponible en <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5e3067399826d330d5ca3c96/1580230522019/Memorias+del+Congreso+Morelia+2019+-+Academia+Journals+-+Tomo+05.pdf>
40. Matta y Pulido. (2019). Evaluación estructural del pavimento flexible de la Avenida Arica en el tramo jirón Camino Real - jirón Santa Lucía, P.J. Dos de mayo, distrito Chimbote, Ancash 2019, Chimbote: Perú, 23 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39927>
41. Baque Solís. (2020). Assessment of the state of flexible pavement using the pci method of the portairport highway (Section II). Blanket. Manabí Province, 206 pp.  
ISSN: 2477-8818  
Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398457>
42. Rojas et al. (2021). Action of water and extreme ambient temperature on flexible pavements, 39 pp.  
ISSN: 2789-4282  
Disponible en <https://journal.gnosiswisdom.pe/index.php/revista/article/view/17>
43. Guzmán et al. (2020). Use of recycled asphalt pavement aggregate for a rigid pavement, 4 pp.  
ISSN: 2594-0732  
Disponible en [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432021000100005&script=sci\\_abstract&tlng=en](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432021000100005&script=sci_abstract&tlng=en)

44. Guerrero y Chang. (2020). The permanent deformation in the asphalt mixtures and the consequent deterioration of asphalt pavements in Perú, 23 pp.  
Disponible en <https://www.aecarretera.com/en/servicios/publicaciones/revista-carreteras/revista183/1659-la-deformacion-permanente-en-las-mezclas-asfalticas-y-el-consecuente-deterioro-de-los-pavimentos-asfalticos-en-el-peru>
45. Aguado y Bravo. (2019). Diseño de un pavimento flexible utilizando geomallas en suelos arenosos en el AA.HH. Virgen de las Mercedes – Ventanilla 2020, Lima: Perú, 21 pp. Universidad Cesar Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50324>
46. Parga et al. (2020). Evaluación del estado del pavimento rígido en el segmento de vía de la carrera 2a entre calles 23 y 28 de la ciudad de Ibagué Tolima: Colombia, 28 pp. Universidad Cooperativa de Colombia.  
Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/33553?mode=full>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# ANEXOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# ANEXO 1.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE  
VARIABLES

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA</b>
Diseño del pavimento con uso de geomallas	Son pavimentos reforzados con geomallas usado para todo tipo de suelos, por la resistencia y distribución de las fuerzas en ambos sentidos disminuyendo esfuerzos (Mandujano Ch., 2020).	Para el diseño de los pavimentos asfálticos con uso de geomallas, procediendo según los detalles técnicos para la geomalla biaxial a usarse.	Estudio topográfico	Ficha topográfica	Razón
			Estudio de tráfico	IMDA	Porcentaje
			Ensayos de mecánica de suelos	Granulometría Límites de Atterberg CBR	Razón Porcentaje Intervalo
			Estructura de pavimento flexible	Carpeta asfáltica Base Subbase	Razón

# ANEXO 2.

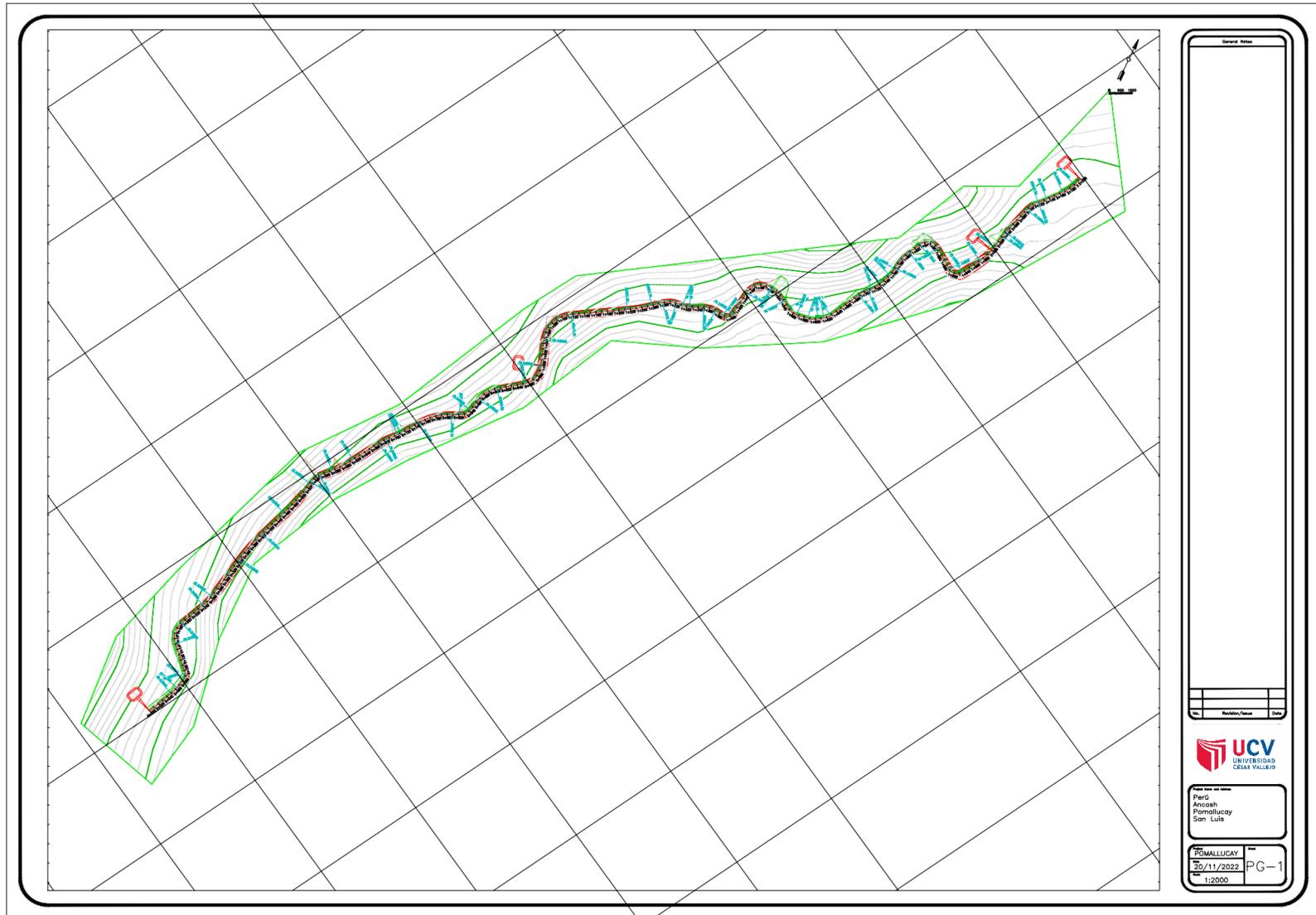
MATRIZ DE CONSISTENCIA.

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p>¿Cuál es el diseño en el pavimento flexible con geomallas con el transporte vehicular de la localidad de Pomallucay, San Luis - Huari - Ancash - 2022?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo general</b></p> <p><b>Elaborar</b> el diseño en pavimento flexible, usando geomallas en la localidad de Pomallucay, Provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, Distrito de San Luis, Ancash – 2022.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p><b>(a) Estudio</b> topográfico del lugar de la localidad de Pomallucay.</p> <p><b>(b) Calcular</b> el IMDA de la carretera de Pomallucay.</p> <p><b>(c) Definir</b> las propiedades mecánicas del suelo de la localidad de Pomallucay.</p> <p><b>(d) Determinar</b> el diseño del pavimento flexible usando las geomallas en las vías de Pomallucay.</p>	<p>Diseño del pavimento con uso de geomallas</p>	<p style="text-align: center;"><b>Tipo de investigación</b></p> <p style="text-align: center;">Enfoque cuantitativo</p> <p style="text-align: center;">De tipo aplicada</p> <p style="text-align: center;"><b>Nivel y diseño de investigación</b></p> <p style="text-align: center;">Nivel aplicativo</p> <p style="text-align: center;">Diseño experimental y de corte transversal.</p>	<p>La población estará conformada por la carretera de Pomallucay en San Luis con 2.100 km de longitud.</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>MUESTRA</b></p> <p>La muestra de 2.100 km de longitud.</p>

# ANEXO 3.

ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE LA  
LOCALIDAD DE POMALLUCAY

# PLANO EN PLANTA DISEÑO GEOMETRICO



## PARAMETROS DE CURVAS

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR									
CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
PC30	28°46'31"	39.795	9.47	18.60	1.11	1+586.25	1+604.85	8998068.510	241474.514
PC29	44°42'20"	26.866	11.05	20.96	2.18	1+546.07	1+567.03	8998044.426	241442.900
PC34	30°15'17"	58.395	15.79	30.84	2.10	1+501.39	1+532.22	8998049.869	241402.559
PC32	20°21'26"	70.487	12.66	25.04	1.13	2+165.52	2+190.56	8998587.790	241537.483
PC32	4°30'20"	212.133	8.35	16.68	0.16	2+119.31	2+135.99	8998518.167	241527.948
PC31	28°09'43"	47.060	11.80	23.13	1.46	2+098.17	2+119.30	8998498.731	241522.601
PC30	6°27'04"	87.708	4.94	9.88	0.14	2+031.40	2+041.27	8998428.862	241538.448
PC29	19°20'02"	105.652	18.00	35.65	1.52	1+972.20	2+007.86	8998384.974	241553.758
PC28	96°46'36"	16.273	18.32	27.49	8.23	1+908.57	1+936.06	8998312.511	241553.627
PC27	98°12'07"	20.713	23.91	35.50	10.92	1+831.19	1+866.69	8998322.587	241470.116
PC25	26°18'54"	82.762	19.35	38.01	2.23	1+769.64	1+807.85	8998255.805	241471.657
PC23	18°36'03"	46.421	7.60	15.07	0.62	1+754.10	1+769.18	8998231.523	241484.371
PC24	23°46'02"	46.727	9.83	19.38	1.02	1+713.88	1+733.27	8998193.726	241490.382
PC23	16°19'38"	63.354	9.09	18.05	0.65	1+688.88	1+706.94	8998168.708	241483.804
PC22	27°31'13"	27.997	6.86	13.45	0.83	1+614.66	1+628.11	8998092.016	241485.941
PC21	89°28'44"	30.839	30.56	48.16	12.58	1+451.07	1+499.23	8998030.834	241357.861
PC20	91°47'18"	12.671	13.28	20.62	5.62	1+386.65	1+407.26	8997949.765	241391.157
PC19	32°49'28"	40.268	11.86	23.07	1.71	1+349.69	1+372.76	8997936.072	241354.611
PC18	18°46'31"	39.973	6.61	13.10	0.54	1+312.64	1+325.74	8997902.036	241329.301
PC17	34°52'06"	42.068	13.21	25.60	2.03	1+276.74	1+302.34	8997884.934	241304.500
PC16	9°03'25"	273.784	21.68	43.28	0.86	1+214.75	1+258.03	8997834.736	241285.689
PC15	78°15'58"	52.574	42.78	71.82	15.20	1+045.33	1+117.14	8997693.822	241205.641
PC14	72°35'45"	36.564	26.86	46.33	8.80	0+952.35	0+998.68	8997617.025	241292.956
PC13	40°22'17"	52.777	19.40	37.19	3.45	0+867.37	0+904.55	8997531.053	241254.806
PC12	52°03'41"	23.302	11.38	21.17	2.63	0+821.59	0+842.76	8997477.930	241270.484
PC11	30°40'31"	110.187	30.22	58.99	4.07	0+747.93	0+806.92	8997432.189	241237.714
PC10	6°17'21"	63.815	3.51	7.00	0.10	0+705.28	0+712.28	8997363.069	241231.735
PC9	95°4'42"	84.704	7.34	14.65	0.32	0+669.01	0+683.67	8997331.230	241225.411
PC8	11°33'36"	206.643	20.92	41.69	1.06	0+574.32	0+616.02	8997249.992	241223.537
PC7	32°09'37"	34.709	10.01	19.48	1.41	0+532.62	0+552.10	8997198.185	241211.690
PC6	9°17'58"	429.577	34.94	69.72	1.42	0+459.19	0+528.91	8997152.263	241227.753
PC5	9°16'43"	384.595	31.21	62.28	1.26	0+342.83	0+405.11	8997033.857	241248.588
PC4	13°47'42"	93.479	11.31	22.51	0.68	0+240.56	0+263.07	8996918.419	241288.919
PC3	67°02'31"	34.983	23.17	40.93	6.98	0+151.11	0+192.05	8996835.802	241296.821
PC2	56°40'45"	11.197	6.04	11.08	1.52	0+083.72	0+094.80	8996810.091	241378.391
PC1	10°12'57"	82.714	7.39	14.75	0.33	0+049.12	0+063.67	8996778.070	241387.468



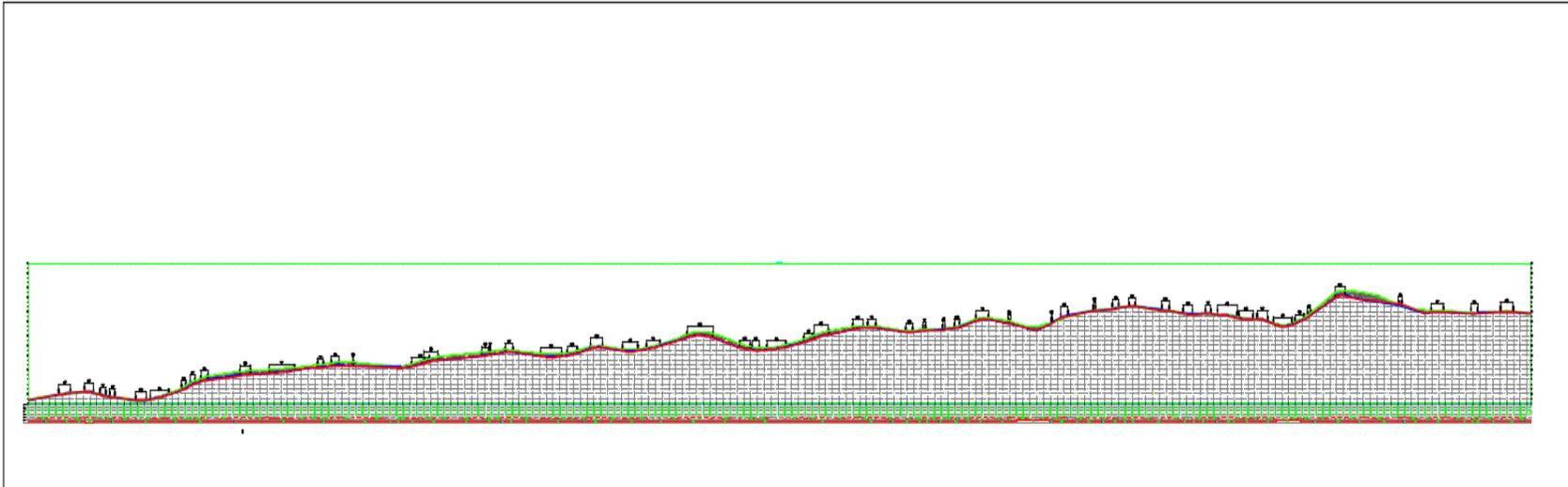
Proyecto: Propuesta de diseño de pavimento flexible con geomallas en la carretera de Pomallucay-San Luis-Ancash-2022

Parámetros de curva

Lámina: PC

Esc 1:200

## PLANO DE PERFIL DISEÑO GEOMETRICO

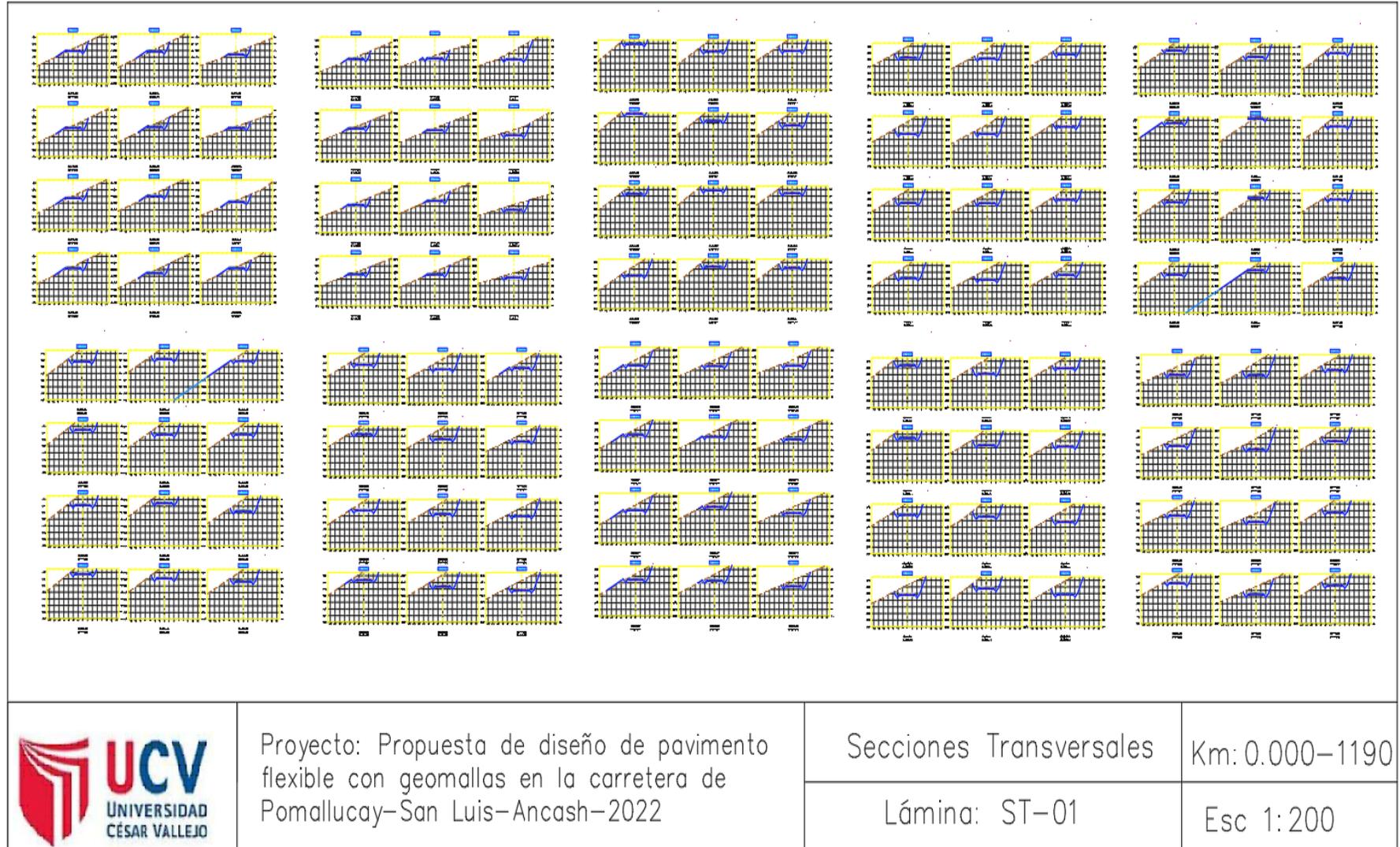


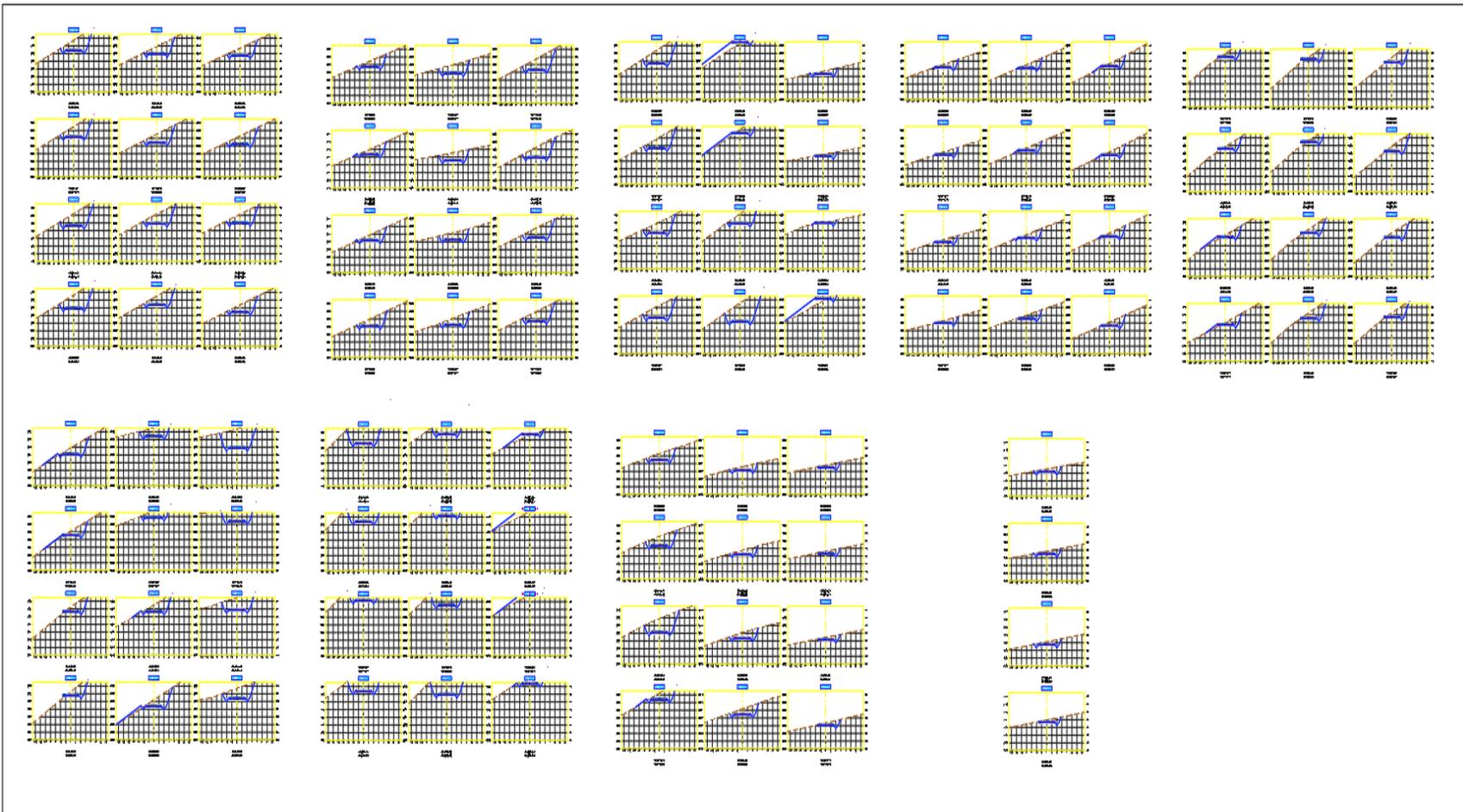
Proyecto: Propuesta de diseño de pavimento flexible con geomallas en la carretera de Pomallucay-San Luis-Ancash-2022

Perfil de Diseño Geométrico

Lámina: PG-01

## PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES





	Proyecto: Propuesta de diseño de pavimento flexible con geomallas en la carretera de Pomallucay-San Luis-Ancash-2022	Secciones Transversales	Km:1200-2160
		Lámina: ST-02	Esc 1:200

# ANEXO 4.

FORMATO DE CLASIFICACION  
DE VEHICULOS-MTC

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Entrada -C.P. Pomallucay			
SENTIDO	Vía de acceso	E	C.P. Pomallucay	S
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso al -C.P. Pomallucay KM 0+00			
DÍA	1			

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-1		
DÍA Y FECHA	SABADO	24	09 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
07-08	AS	2	5	15	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
08-09	AS	3	3	7	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
09-10	AS	1	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
10-11	AS	1	2	3	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
11-12	AS	2	2	8	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
12-13	AS	2	5	11	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
13-14	AS	2	2	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
14-15	AS	1	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
15-16	AS	1	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
16-17	AS	-	2	5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
17-18	AS	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
18-19	AS	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<b>TOTAL:</b>		<b>15</b>	<b>29</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>151</b>									

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_

FUENTE: Propia de los investigadores.

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Entrada -C.P. Pomallucay			
SENTIDO	Vía de acceso	E	C.P. Pomallucay	S
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso al -C.P. Pomallucay KM 0+00			
DÍA	2			

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-1		
DÍA Y FECHA	DOMINGO	25	09 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA.VEH.																					
07-08	AS	-	1	13	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
08-09	AS	1	2	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
09-10	AS	1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
10-11	AS	-	2	5	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
11-12	AS	-	2	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
12-13	AS	-	5	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
13-14	AS	2	6	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
14-15	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
15-16	AS	1	1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
16-17	AS	-	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
17-18	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
18-19	AS	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<b>TOTAL:</b>		<b>5</b>	<b>24</b>	<b>89</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>131</b>								

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_

FUENTE: Propia de los investigadores.

ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Entrada -C.P. Pomallucay			
SENTIDO	Vía de acceso	E	C.P. Pomallucay	S
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso al -C.P. Pomallucay KM 0+00			
DÍA	3			

ESTACIÓN		VIA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN		E-1		
DÍA Y FECHA	LUNES	26	09	2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA.VEH.																						
07-08	AS	-	1	13	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
08-09	AS	1	2	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
09-10	AS	1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
10-11	AS	-	2	5	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
11-12	AS	-	2	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
12-13	AS	-	5	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
13-14	AS	2	6	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
14-15	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
15-16	AS	1	1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
16-17	AS	-	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
17-18	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
18-19	AS	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<b>TOTAL:</b>		<b>18</b>	<b>27</b>	<b>95</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>176</b>									

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_

FUENTE: Propia de los investigadores.



FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Entrada -C.P. Pomallucay			
SENTIDO	Vía de acceso	E	C.P. Pomallucay	S
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso al -C.P. Pomallucay KM 0+00			
DÍA	4			

ESTACIÓN		VIA DE ACCESO		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN		E-1		
DÍA Y FECHA	MARTES	27	09	2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA.VEH.																						
07-08	AS	-	1	13	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
08-09	AS	1	2	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
09-10	AS	1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
10-11	AS	-	2	5	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
11-12	AS	-	2	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
12-13	AS	-	5	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
13-14	AS	2	6	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
14-15	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
15-16	AS	1	1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
16-17	AS	-	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
17-18	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
18-19	AS	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<b>TOTAL:</b>		<b>10</b>	<b>28</b>	<b>84</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>149</b>

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_

FUENTE: Propia de los investigadores.

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Entrada -C.P. Pomallucay			
SENTIDO	Vía de acceso	E	C.P. Pomallucay	S
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso al -C.P. Pomallucay KM 0+00			
DÍA	5			

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO			
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-1			
DÍA Y FECHA	MIÉRCOLES	28	09	2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA.VEH.																					
07-08	AS	-	1	13	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
08-09	AS	1	2	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
09-10	AS	1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
10-11	AS	-	2	5	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
11-12	AS	-	2	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
12-13	AS	-	5	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
13-14	AS	2	6	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
14-15	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
15-16	AS	1	1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
16-17	AS	-	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
17-18	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
18-19	AS	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<b>TOTAL:</b>		<b>12</b>	<b>19</b>	<b>89</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>152</b>									

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_

FUENTE: Propia de los investigadores.

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Entrada -C.P. Pomallucay			
SENTIDO	Vía de acceso	E	C.P. Pomallucay	S
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso al -C.P. Pomallucay KM 0+00			
DÍA	6			

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO			
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-1			
DÍA Y FECHA	JUEVES	29	09	2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA.VEH.																						
07-08	AS	-	1	13	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
08-09	AS	1	2	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
09-10	AS	1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
10-11	AS	-	2	5	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
11-12	AS	-	2	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
12-13	AS	-	5	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
13-14	AS	2	6	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
14-15	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
15-16	AS	1	1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
16-17	AS	-	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
17-18	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
18-19	AS	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<b>TOTAL:</b>		<b>6</b>	<b>15</b>	<b>87</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>134</b>									

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_

FUENTE: Propia de los investigadores.

**FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRÁFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Entrada -C.P. Pomallucay			
SENTIDO	Vía de acceso	E	C.P. Pomallucay	S
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso al -C.P. Pomallucay KM 0+00			
DÍA	7			

ESTACIÓN	VÍA DE ACCESO			
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	E-1			
DÍA Y FECHA	VIERNES	30	09	2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA.VEH.																					
07-08	AS	-	1	13	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
08-09	AS	1	2	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
09-10	AS	1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
10-11	AS	-	2	5	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
11-12	AS	-	2	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
12-13	AS	-	5	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
13-14	AS	2	6	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
14-15	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
15-16	AS	1	1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
16-17	AS	-	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
17-18	AS	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
18-19	AS	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<b>TOTAL:</b>		<b>8</b>	<b>17</b>	<b>85</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>140</b>									

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_

FUENTE: Propia de los investigadores.

# ANEXO 5.

FORMATO DE INDICE MEDIO  
DIARIO SEMANAL -MTC

**FORMATO RESUMEN SEMANAL- CLASIFICACIÓN VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRÁFICO

**INDICE MEDIO DIARIO**  
**SEMANAL**

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso -C.P.Pomallucay		
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Pomallucay S →
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO Vía de acceso -C.P. Pomallucay KM 0+00		

DÍA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
																					
SABADO	15	29	90	-	7	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	151
DOMINGO	5	24	89	-	5	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131
LUNES	18	27	95	-	15	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176
MARTES	10	28	84	-	13	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149
MIERCOLES	12	19	89	-	14	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152
JUEVES	6	15	87	-	10	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134
VIERNES	8	17	85	-	15	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>148</b>									

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_ SUPERV.MTCC: \_\_\_\_\_

FUENTE: Propia de los investigadores.

# ANEXO 6.

FORMATO DE INDICE MEDIO  
DIARIO ANUAL -MTC

FORMATO RESUMEN ANUAL- CLASIFICACIÓN VEHICULAR



ESTUDIO DE TRÁFICO

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

TRAMO DE LA CARRETERA	Vía de acceso -C.P. Pomallucay		
SENTIDO	Vía de acceso	E ←	C.P. Pomallucay → S
UBICACIÓN	INICIO DEL TRAMO vía de acceso -C.P. Pomallucay KM 0+00		

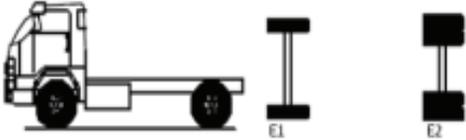
IMDA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E		>=3 E	C2	C3	C4	T2S1/2S2	T2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
IMDS	11	23	88	0	11	0	-	0	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148	
FCE	0.9632					0.9719															
	11	22	85	0	11	0	-	0	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144	

FUENTE: Propia de los investigadores.

# ANEXO 7.

PESO DE LOS EJES DE CAMION  
C2

## Peso de los ejes de Camion C2

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)	
C2								12.30	
	$EE_{E1} = [P / 6.6]^4$		$EE_{E2} = [P / 12]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	10							
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple							
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C2	
Peso	7	10						3.477	
Factor E.E.	1.265	2.212							

FUENTE: Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos.

## Peso de los ejes de Camion C2

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)	
C3								13.20	
	$EE_{E1} = [P / 6.6]^4$		$EE_{E2} = [P / 15.1]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8						
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16							
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem							
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C3	
Peso	7	16						2.526	
Factor E.E.	1.265	1.261							

FUENTE: Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos.

# ANEXO 8.

TASA DE CRECIMIENTO  
REGIONAL Y PROVINCIAL

## Tasa de Crecimiento PBI – Áncash

Actividades	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	3.3	4.1	4.5	4.1	4.2	4.4	4.3	5.6	5.6	5.2	4.5	4.3	4.8	5.0
Pesca y Acuicultura	3.3	3.2	4.1	3.2	3.2	1.7	3.8	1.2	2.4	3.4	2.3	4.7	2.8	3.0
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	55.0	46.5	40.7	44.7	46.9	46.0	40.0	33.2	33.2	32.3	38.8	36.0	33.4	36.0
Manufactura	9.2	11.2	10.1	9.6	10.2	9.4	11.6	10.2	10.7	11.1	9.0	11.1	10.5	11.3
Electricidad, Gas y Agua	1.9	2.1	2.3	1.9	1.7	1.8	1.7	2.2	2.6	3.2	2.8	2.6	2.9	2.9
Construcción	4.3	6.3	7.5	7.9	6.4	6.3	6.7	8.3	6.7	5.9	5.8	6.5	6.9	6.7
Comercio	4.4	5.5	5.8	5.7	5.7	6.2	6.3	7.4	7.0	7.0	6.4	6.0	6.6	5.7
Transporte, Almacén., Correo y Mensajería	2.4	2.8	3.2	3.1	3.1	3.4	3.6	4.5	4.9	4.8	4.3	3.7	4.2	3.5
Alojamiento y Restaurantes	1.8	2.1	2.5	2.4	2.5	2.9	3.2	3.9	3.9	4.0	3.9	3.8	4.2	2.2
Telecom. y Otros Serv. de Información	1.1	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6
Administración Pública y Defensa	2.6	3.1	4.1	3.8	3.6	4.1	4.4	5.7	5.7	5.7	5.4	5.0	5.4	5.6
Otros Servicios	10.7	11.8	13.9	12.4	11.3	12.6	13.1	16.2	15.9	16.0	15.4	14.9	16.8	16.5

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

### Tasa de Crecimiento Poblacional según Provincia.

POBLACIÓN	2007		2017		Variación intercensal 2007 - 2017		Tasa de Crecimiento
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Promedio Anual
<b>Total</b>	1 063 459	100,0	1 083 519	100,0	20 060	1,9	0,2
<b>Huaraz</b>	147 463	13,9	163 936	15,1	16 473	11,2	<b>1,1</b>
Aija	7 995	0,8	6 316	0,6	- 1 679	-21,0	-2,3
Antonio Raymondi	17 059	1,6	13 650	1,3	- 3 409	-20,0	-2,2
Asunción	9 054	0,9	7 378	0,7	- 1 676	-18,5	-2,0
Bolognesi	30 725	2,9	23 797	2,2	- 6 928	-22,5	-2,5
Carhuaz	43 902	4,1	45 184	4,2	1 282	2,9	0,3
Carlos Fermín Fitzcarrald	21 322	2,0	17 717	1,6	- 3 605	-16,9	-1,8
Casma	42 368	4,0	50 989	4,7	8 621	20,3	1,9
Corongo	8 329	0,8	7 532	0,7	- 797	-9,6	-1,0
Huani	62 598	5,9	58 714	5,4	- 3 884	-6,2	-0,6
Huarmey	27 820	2,6	30 560	2,8	2 740	9,8	0,9
Huaylas	53 729	5,1	51 334	4,7	- 2 395	-4,5	-0,5
Mariscal Luzuriaga	23 292	2,2	20 284	1,9	- 3 008	-12,9	-1,4
Ocros	9 196	0,9	7 039	0,6	- 2 157	-23,5	-2,6
Pallasca	29 454	2,8	23 491	2,2	- 5 963	-20,2	-2,2
Pomabamba	27 954	2,6	24 794	2,3	- 3 160	-11,3	-1,2
Recuay	19 102	1,8	17 185	1,6	- 1 917	-10,0	-1,1
Santa	396 434	37,0	435 807	40,2	39 373	9,9	1,0
Sihuas	30 700	2,9	26 971	2,5	- 3 729	-12,1	-1,3
Yungay	54 963	5,2	50 841	4,7	- 4 122	-7,5	-0,8

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

# ANEXO 9.

PARQUE VEHICULAR  
ESTIMADO 2007 - 2017

### Parque Vehicular Estimado 2007-2017.

DEPARTAMENTO	2007 <sup>R</sup>	2008 <sup>R</sup>	2009	2010	2011	2012	2013 <sup>R</sup>	2014	2015	2016	2017
<b>TOTAL</b>	<b>1 534 303</b>	<b>1 640 970</b>	<b>1 732 834</b>	<b>1 849 690</b>	<b>1 979 865</b>	<b>2 137 837</b>	<b>2 287 875</b>	<b>2 423 696</b>	<b>2 544 133</b>	<b>2 661 719</b>	<b>2 786 101</b>
Amazonas	2 168	2 218	2 292	2 390	2 407	2 400	2 351	2 314	2 275	2 273	2 227
Ancash	20 354	21 001	21 309	22 086	23 322	25 418	27 542	29 573	31 213	33 542	34 923
Apurímac	3 916	3 934	3 973	3 969	3 966	4 039	4 083	4 139	4 192	4 216	4 177
Arequipa	84 829	91 674	98 270	106 521	118 985	134 533	149 892	164 302	176 315	187 929	200 560
Ayacucho	4 153	5 404	5 572	5 716	5 784	5 941	5 968	6 021	6 022	6 041	6 015
Cajamarca	11 255	12 383	13 563	15 107	17 320	19 673	21 461	22 664	23 740	24 943	26 224
Cusco	37 592	39 688	42 175	45 090	48 491	53 675	59 459	64 820	69 213	73 997	79 874
Huancavelica	1 103	1 216	1 291	1 319	1 317	1 323	1 300	1 315	1 286	1 286	1 259
Huánuco	10 892	11 255	11 382	11 864	12 576	13 476	14 261	14 911	15 648	16 382	16 915
Ica	23 170	25 498	25 691	26 135	26 419	26 551	26 398	26 439	26 715	27 092	27 423
Junín	46 091	47 769	49 404	51 094	53 118	56 237	59 019	61 933	64 576	67 049	69 760
La Libertad	153 251	155 411	156 646	158 672	162 026	167 325	172 968	178 433	183 931	190 073	196 040
Lambayeque	39 930	41 920	43 689	45 881	49 440	53 902	58 142	61 896	65 160	68 261	71 328
Lima y Callao	957 368	1 036 850	1 106 444	1 195 353	1 287 454	1 395 576	1 498 037	1 590 755	1 674 145	1 752 919	1 837 347
Loreto	5 154	5 132	5 089	5 089	5 211	5 313	5 443	5 533	5 501	5 501	5 489
Madre de Dios	870	913	941	986	1 027	1 062	1 123	1 136	1 161	1 223	1 308
Moquegua	11 418	12 202	12 692	13 348	14 003	14 608	14 944	14 979	14 931	14 931	14 887
Pasco	6 075	6 807	7 187	7 351	7 292	7 238	7 108	6 956	6 804	6 804	6 660
Piura	32 314	33 497	34 650	36 367	39 099	42 404	46 029	49 576	52 390	55 060	57 740
Puno	28 062	29 889	31 645	34 169	37 074	40 543	43 477	45 056	46 200	47 696	49 387
San Martín	9 969	9 917	9 977	10 151	10 418	10 926	11 271	11 648	12 047	12 358	12 669
Tacna	33 944	35 911	38 457	40 465	42 318	44 430	45 960	47 180	48 201	49 382	50 858
Tumbes	3 042	3 040	3 054	3 086	3 119	3 257	3 320	3 372	3 415	3 451	3 423
Ucayali	7 383	7 441	7 441	7 481	7 679	7 987	8 319	8 745	9 052	9 310	9 608

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI

# ANEXO 10.

MECÁNICA DE SUELOS

# 10.1 MECÁNICA DE SUELO – CALICATA 01



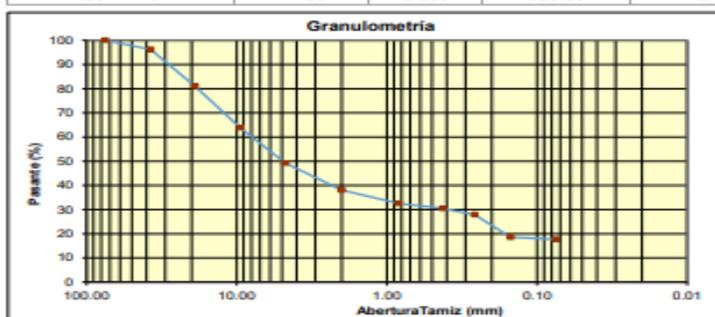
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128-1999)

<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	<b>Solicitud N°</b>	J-030-2021
<b>Solicitante</b>	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	<b>Fecha</b>	: 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b>	: Consultor
		<b>Técnico</b>	: M.E.C

<b>Cantera</b>	: CARRETERA	<b>Muestra</b>	: Mab-01	<b>Material</b>	: GM
<b>Calicata</b>	: C-01	<b>Coordenadas</b>	: X=241393.62; Y=8996722.64	<b>Profundidad</b>	: 1.50

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>			
Masa inicial seca(gr)	= 3600.00	% que pasa N°200	= 17.75
Masa Lavada y Seca(gr)	= 2961.02	Tamaño Max	= 3"
Masa Retenido 3"(gr)	= 0.00		

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO		
	ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante	
<b>BOLONES</b>	3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00	
<b>GRAVA</b>	1 1/2"	37.500	135.20	3.76	3.76	96.24	
	Gruesa	3/4"	19.000	548.00	15.22	18.98	81.02
		3/8"	9.500	618.70	17.19	36.16	63.84
	Fina	# 4	4.750	526.70	14.63	50.79	49.21
Gruesa		# 10	2.000	402.30	11.18	61.97	38.03
<b>ARENA</b>	Media	# 20	0.840	195.60	5.43	67.40	32.60
		# 40	0.426	76.42	2.12	69.53	30.47
	Fina	# 60	0.260	92.50	2.57	72.10	27.91
		# 100	0.150	336.90	9.36	81.45	18.55
		# 200	0.075	28.70	0.80	82.25	17.75
		< 200	0.000	638.98	17.75	100.00	0.00



<b>DESCRIPCIÓN DE DATOS</b>	
Limite Líquido, LL :	26.69
Limite Plástico, LP :	22.88
Ind. de plasticidad, IP :	3.81
Cont. Humedad (%) :	5.13
Clasificación SUCS :	Grava limosa con arena GM
Clasificación AASHTO :	A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

% GRAVA	50.80	% Gruesa :	18.98	D60 (mm) =	8.25
		% Fina :	31.82	D30 (mm) =	0.40
% ARENA	31.47	% Gruesa :	11.18	D10 (mm) =	0.04
		% Media :	7.56	Coefficiente uniformidad (Cu) =	195.35
		% Fina :	12.73	Coefficiente compacidad (Cc) =	0.45
% FINOS	17.75				



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com

INGENIERA SANDY GARCÉS ENRIQUETA  
R.N.P. N° 71956  
CONSULTORA DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NTP 339.127-1998)

		<b>Solicitud N°</b>	J-030-2021
<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"		
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO		<b>Fecha</b> : 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash		<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Tecnico</b> : M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b> : CARRETERA	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-01	<b>Coordendas</b> : X=241393.62; Y=8996722.64	<b>Profundidad</b> : 1.50

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	286.00	286.30
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	275.80	278.90
Peso Contenedor	Mc	105.53	105.32
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	170.27	173.58
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	10.20	7.40
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	5.99	4.26

<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>5.13</b>
-----------------------------	-------------



**GEOCYP S.R.L.**  
Celso Manrique Córnelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / ✉ celman50@hotmail.com

REGISTRO NACIONAL DE ENTIDADES REGULADAS  
RNEE N° 11956  
CONSULTOR DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (NTP 339.129-1999)

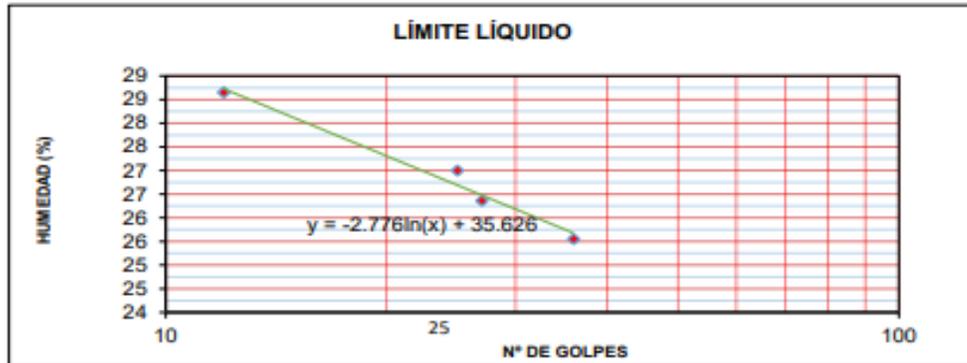
<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	Solicitud N°	J-030-2021
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDÍAS GÓMEZ ROMERO	Fecha	: 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	Muestreado por	: Consultor
		Técnico	: M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b>	: CARRETERA	<b>Muestra</b>	: Mab-01	<b>Material</b>	: GM
<b>Calicata</b>	: C-01	<b>Coordendas</b>	: X=241393.62; Y=8996722.64	<b>Profundidad</b>	: 1.50

### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	12	25	27	36
N° de golpes	12	25	27	36
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	32.56	33.46	33.68	32.54
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	28.50	29.55	29.62	29.52
(3) Peso del Recipiente (gr)	14.33	15.07	14.22	17.70
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	4.06	3.91	4.06	3.02
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	14.17	14.48	15.40	11.82
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	28.65	27.00	26.36	25.55



### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3
N° de frasco	1	2	3
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	26.87	29.86	30.60
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	24.85	27.82	28.35
(3) Peso del Recipiente (gr)	15.94	18.76	18.76
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	2.02	2.04	2.25
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	8.91	9.06	9.59
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	22.67	22.52	23.46

Límite Líquido (L.L.) =	26.69	Límite Plástico (L.P.) =	22.88	Índice Plasticidad (I.P.) =	3.81
-------------------------	-------	--------------------------	-------	-----------------------------	------



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO (NTP 339.131-1998)

Solicitud N° J-030-2021

<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	<b>Fecha</b> : 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor
		<b>Tecnico</b> : M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b> :	CARRETERA	<b>Muestra</b> :	Mab-01	<b>Material</b> :	GM
<b>Calicata</b> :	C-01	<b>Coordenadas</b> :	X=241393.62; Y=8996722.64	<b>Profundidad</b> :	1.50

MUESTRA DE ENSAYO		M-01	M-02
Porcion de muestra de ensayo		Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado		Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua	gr (Ma)	153.40	150.20
Masa picnometro + agua + suelo	(Mb)	175.70	171.40
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	88.20	86.80
Masa recipiente	gr (B)	49.80	50.20
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	gr (Mo)	38.40	36.60
Peso Especifico Relativo de Solidos ( $G_s = Mo / (Mo + (Ma - Mb))$ )		2.39	2.38

<b>PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)</b>	<b>2.38</b>
---	-------------



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

*[Handwritten signature]*

Celmar: 975489080 - 992512283 / ✉ celman50@hotmail.com

PROFESOR MANRIQUE CORNELIO ENRIQUE  
R.N.P. N° 7196  
CONSULTOR DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

Solicitud N° J-030-2021

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY - SAN LUIS-ANCASH-2022"

Solicitante : GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO  
Lugar : C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash

Fecha : 23/09/2022  
Muestreado por : Consultor  
Tecnico: M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : CARRETERA Muestra : Mab-01 Material : GM  
Calicata : C-01 Coordenadas : X=241393.62; Y=8996722.64 Profundidad : 1.50

N° GOLPES/CAPA: = 56.00  
N° CAPAS: = 5.00  
Peso Martillo: = 4.54

### DIMENSIONES DEL MOLDE

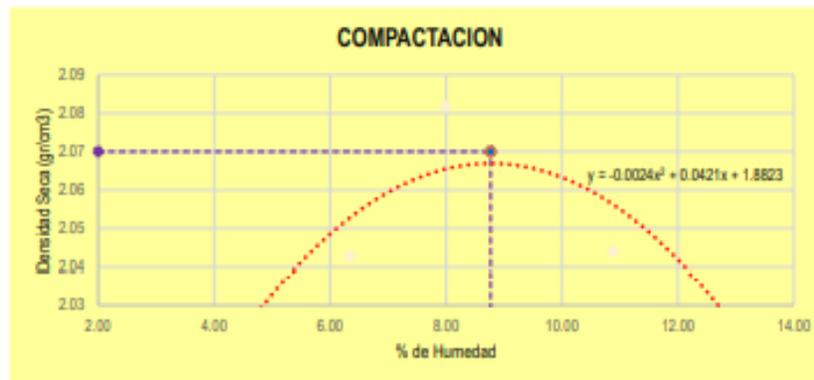
Altura: 11.60 cm Volumen: 2124 cm<sup>3</sup>  
Diámetro: 15.34 cm  
Peso Molde: 2636.0 kg

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°01	M-01		M-02		M-03		M-04		M-05	
PESO DEL TARRO (grs)	47.18	47.23	46.29	46.07	47.35	47.26	48.13	48.27	49.41	49.24
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	206.34	206.67	207.12	208.61	212.67	212.63	215.61	215.77	220.01	220.43
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	199.15	200.77	197.18	199.28	200.29	200.55	199.28	199.22	200.04	201.17
PESO DEL AGUA (grs)	7.19	5.91	9.94	9.33	12.38	12.08	16.33	16.55	19.97	19.26
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	152.0	153.5	150.9	153.2	152.9	153.3	151.2	151.0	150.6	151.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.73	3.85	6.59	6.09	8.09	7.88	10.80	10.96	13.26	12.68
<b>% PROMEDIO</b>	<b>4.29</b>		<b>6.34</b>		<b>7.99</b>		<b>10.88</b>		<b>12.97</b>	

### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.29	6.34	7.99	10.88	12.97
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7110.00	7250.00	7411.00	7450.00	7505.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2836.00	2636.00	2836.00	2636.00	2636.00
PESO DEL SUELO (grs)	4474.00	4614.00	4775.00	4814.00	4869.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.17	2.25	2.27	2.29
Densidad Seca (gr/cc)	<b>2.02</b>	<b>2.04</b>	<b>2.08</b>	<b>2.04</b>	<b>2.03</b>



%Humedad optima: **8.770**  
Densidad Maxima Seca (kg/cm<sup>3</sup>): **2.07**



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / [celman50@hotmail.com](mailto:celman50@hotmail.com)

INGENIERO CAMILO GUILLERMO ENRIQUE  
RUBEN A. TORRES  
CONSULTORIA DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) (ASTM - D 1883)

Solicitud N°		J-030-2021
Proyecto	"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	
Solicita	GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	Fecha: 23/09/2022
Lugar	C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	Muestreado por: Consultor Técnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	CARRETERA	Muestra	Mab-01
Calicata	C-01	Coordenadas	X=241393.62; Y=8996722.64
		Material	GM
		Profundidad	1.50

COMPACTACION			
Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8650	8780	8940
Peso del molde (gramos)	4700	4710	4700
Peso del suelo húmedo (grs.)	3950	4070	4240
Volumen del molde (cc)	1894	1894	1894
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.09	2.15	2.24
Densidad seca (grs./cm3)	1.94	1.98	2.06
Tarro N°	1	2	3
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	85.16	83.40	84.15
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	81.19	79.20	79.79
Peso del agua (grs.)	3.97	4.20	4.37
Peso del tarro (grs.)	29.20	29.01	28.14
Peso del suelo seco (grs.)	51.99	50.19	51.65
% de humedad	7.65	8.37	8.45

EXPANSIÓN												
TIEMPO	FECHA	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.			
00.00.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
24.00.00		0.010	0.010	0.219	0.015	0.015	0.328	0.018	0.018	0.394		
48.00.00		0.012	0.012	0.263	0.020	0.020	0.438	0.021	0.021	0.460		
72.00.00		0.015	0.015	0.328	0.021	0.021	0.480	0.024	0.024	0.526		
96.00.00		0.018	0.018	0.394	0.024	0.024	0.526	0.026	0.026	0.569		

PENETRACION											
PENETRACION	MOLDE Nº01-N° de Golpes			MOLDE Nº02-N° de Golpes			MOLDE Nº03-N° de Golpes				
	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION			
		DIAL	Libras.		Libras./pulg	DIAL		Libras.	Libras./pulg	DIAL	Libras.
0.000			0.00			0.00			0.00		
0.025	212	528	178	227	565	188	127	318	108		
0.050	327	812	271	367	911	304	203	728	243		
0.075	342	850	283	407	1010	337	423	1050	350		
0.100	382	900	300	411	1020	340	440	1115	372		
0.150	616	1529	425	487	1210	403	837	2073	650		
0.200	795	1970	657	946	2345	782	1151	2852	951		
0.250	858	2125	708	1009	2500	833	1216	3011	1004		
0.300	940	2329	776	1153	2856	952	1427	3533	1178		
0.400	1143	2830	943	1356	3357	1119	1711	4234	1411		
0.50	1181	2876	959	1492	3694	1231	1893	4888	1582		



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

*[Handwritten signature]*



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ENSAYO (C.B.R.) (ASTM - D 1883)

Solicitud N° J-030-2021

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"

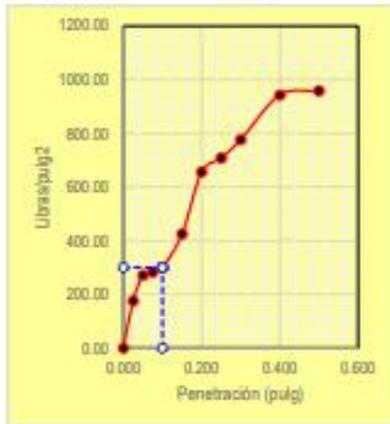
Solicita : GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO  
Lugar : C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash

Fecha : 23/09/2022  
Muestreado por : Consultor  
Tecnico: M.E.C

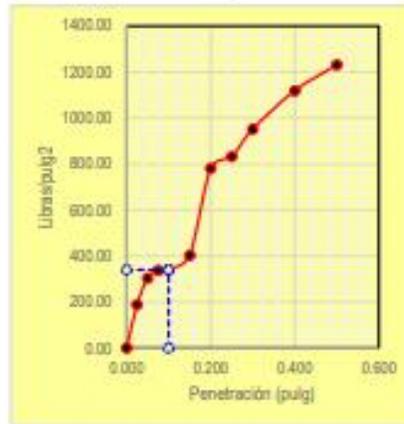
### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : CARRETERA Muestra : Mab-01 Material : GM  
Calicata : C-01 Coordenadas : X=241393.62; Y=8996722.64 Profundidad : 1.50

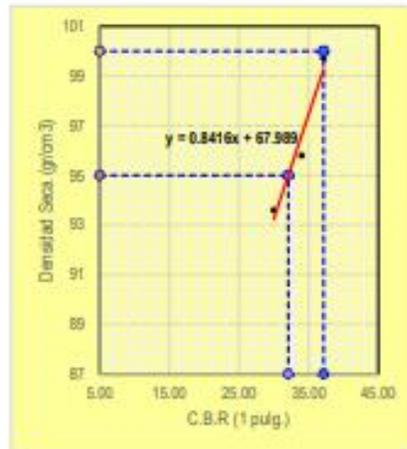
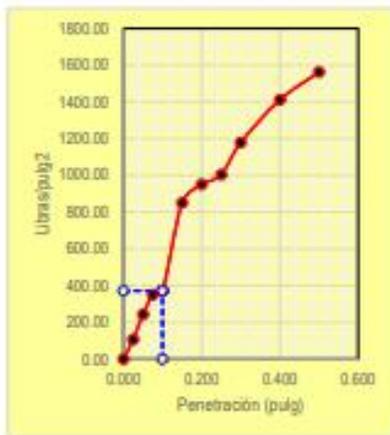
12 Golpes-C.B.R. 1":30%-&=1.94gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1":34%-&=1.98gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":37.17%-&=2.06gr/cm3



GOLPES	W. %	&gr/cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	7.65	1.94	0.39	94	30.00		35%	100%
25	8.37	1.98	0.53	96	34.00		32.09%	
56	8.45	2.06	0.57	100	37.17			37.17%



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

## 10.2 MECANICA DE SUELO – CALICATA 02



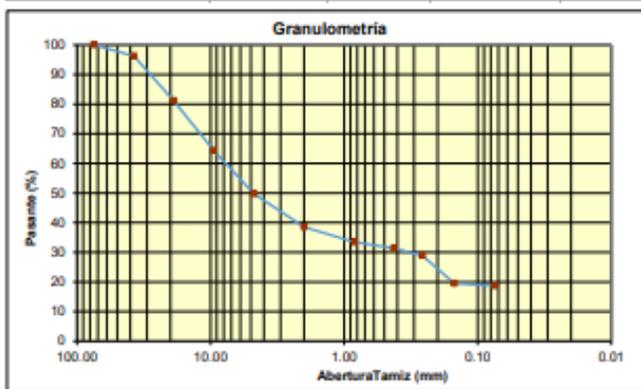
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128-1999)

<b>Proyecto</b> : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	<b>Solicitud N°</b> : J-030-2021
<b>Solicita Lugar</b> : GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO : C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Fecha</b> : 23/09/2022 <b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Tecnico</b> : M.E.C

<b>Cantera</b> : CARRETERA	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-02	<b>Coordenadas</b> : X=241210.33; Y=8997703.15	<b>Profundidad</b> : 1.50

<b>Masa inicial seca (gr)</b> = 3680.00	<b>% que pasa N°200</b> = 18.72
<b>Masa Lavada y Seca (gr)</b> = 2991.20	<b>Tamaño Max</b> = 3"
<b>Masa Retenido 3" (gr)</b> = 0.00	

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO		
	ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante	
BOLONES	3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00	
GRAVA	Gruesa	1 1/2"	37.500	138.70	3.77	3.77	96.23
		3/4"	19.000	552.10	15.00	18.77	81.23
	Fina	3/8"	9.500	620.00	16.85	35.62	64.38
		# 4	4.750	536.40	14.58	50.20	49.80
ARENA	Gruesa	# 10	2.000	415.20	11.28	61.48	38.52
		# 20	0.840	187.50	5.10	66.57	33.43
	Fina	# 40	0.426	75.20	2.04	68.62	31.38
		# 60	0.260	91.20	2.48	71.10	28.90
		# 100	0.150	345.60	9.39	80.49	19.51
		# 200	0.075	29.30	0.80	81.28	18.72
LIMOS Y ARCILLA	< 200	0.000	688.80	18.72	100.00	0.00	



DESCRIPCION DE DATOS	
Limite Líquido, LL :	26.33
Limite Plástico, LP :	22.43
Ind. de plasticidad, IP :	3.90
Cont. Humedad (%) :	4.05
Clasificación SUCS :	Grava limosa con arena GM
Clasificación AASHTO :	A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

<b>% GRAVA</b>	50.19	<b>% Gruesa :</b>	18.77	<b>D60 (mm) =</b>	8.07
		<b>% Fina :</b>	31.42	<b>D30 (mm) =</b>	0.33
<b>% ARENA</b>	31.09	<b>% Gruesa :</b>	11.28	<b>D10 (mm) =</b>	0.04
		<b>% Media :</b>	7.14	<b>Coefficiente uniformidad (Cu) =</b>	201.46
<b>% FINOS</b>	18.72	<b>% Fina :</b>	12.67	<b>Coefficiente compacidad (Cc) =</b>	0.34





# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NTP 339.127-1998)

Solicitud N° J-030-2021

<b>Proyecto</b>	:"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	<b>Fecha</b> : 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Tecnico</b> : M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b> :	CARRETERA	<b>Muestra</b> :	Mab-01	<b>Material</b> :	GM
<b>Calicata</b> :	C-02	<b>Coordendas</b> :	X=241210.33; Y=8997703.15	<b>Profundidad</b> :	1.50

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	291.50	297.40
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	284.50	289.70
Peso Contenedor	Mc	105.53	105.32
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	178.97	184.38
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	7.00	7.70
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	3.91	4.18

<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>4.05</b>
-----------------------------	-------------



GEOCYP S.R.L.  
 Celso Manrique Cornelio  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / ✉ celman50@hotmail.com

PAVIMENTOS Y OBRAS EN SUELO  
FUND. Y PAVES  
CONSULTOR DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

(NTP 339.129-1999)

Solicitud N° J-030-2021

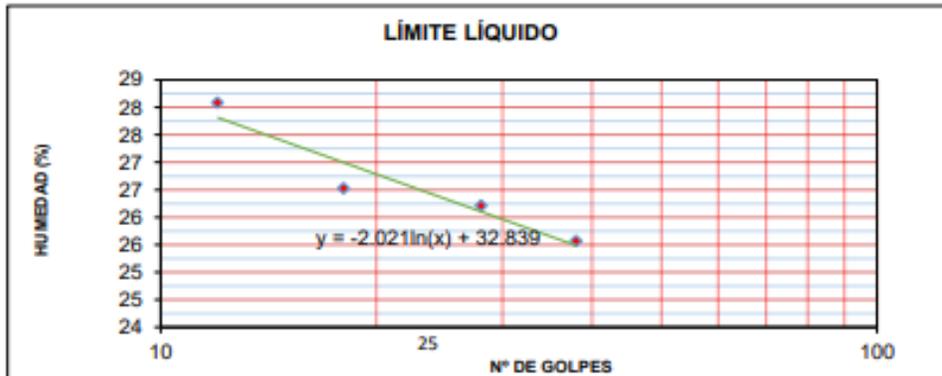
<b>Proyecto</b>	"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"		
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDÍAS GÓMEZ ROMERO		<b>Fecha</b> : 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash		<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b> : CARRETERA	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-02	<b>Coordenadas</b> : X=241210.33; Y=8997703.15	<b>Profundidad</b> : 1.50

### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	12	18	28	38
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	32.57	33.48	33.72	32.58
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	28.57	29.62	29.67	29.55
(3) Peso del Recipiente (gr)	14.33	15.07	14.22	17.70
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	4.00	3.86	4.05	3.03
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	14.24	14.55	15.45	11.85
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	28.09	26.53	26.21	25.57



### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3
N° de frasco	1	2	3
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	26.91	29.87	30.66
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	24.92	27.88	28.41
(3) Peso del Recipiente (gr)	15.94	18.76	18.76
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	1.99	1.99	2.25
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	8.98	9.12	9.65
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	22.16	21.82	23.32

Límite Líquido (L.L.) = 26.33    Límite Plástico (L.P.) = 22.43    Índice Plasticidad (I.P.) = 3.90



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO (NTP 339.131-1998)

Solicitud N° J-030-2021

<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	<b>Fecha</b> : 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Tecnico</b> : M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b> : CARRETERA	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-02	<b>Coordendas</b> : X=241210.33; Y=8997703.15	<b>Profundidad</b> : 1.50

MUESTRA DE ENSAYO	M-01	M-02
Porcion de muestra de ensayo	Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado	Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua	gr (Ma) 155.20	154.80
Masa picnometro + agua + suelo	(Mb) 176.90	175.80
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A) 88.20	86.80
Masa recipiente	gr (B) 49.80	50.20
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	gr (Mo) 38.40	36.60
Peso Especifico Relativo de Solidos ( $G_s = Mo / (M0 + (Ma - Mb))$ )	2.30	2.35

<b>PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)</b>	<b>2.32</b>
---	-------------



GEOCYP S.R.L.  
 Celso Manrique Córdello  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com

REGISTRO NACIONAL DE ENTIDADES  
INTEGRADAS  
CONSULTORA DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

<b>Proyecto</b> : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"		<b>Solicitud N°</b>	J-030-2021
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	<b>Fecha</b>	: 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b>	: Consultor
		<b>Tecnico</b>	: M.E.C

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>Cantera</b>	: CARRETERA	<b>Muestra</b>	: Mab-01
<b>Calicata</b>	: C-02	<b>Coordenadas</b>	: X=241210.33; Y=8997703.15
		<b>Material</b>	: GM
		<b>Profundidad</b>	: 1.50

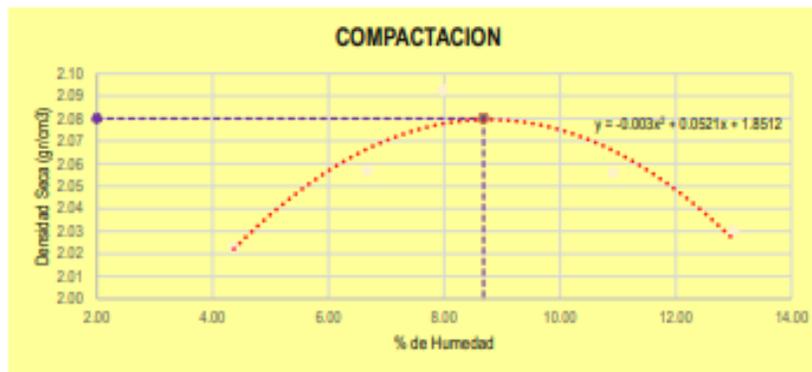
<b>N° GOLPES/CAPA:</b>	= 56.00	<b>DIMENSIONES DEL MOLDE</b>	
<b>N° CAPAS:</b>	= 5.00	<b>Altura:</b>	11.60 cm
<b>Peso Martillo:</b>	= 4.54	<b>Diametro:</b>	15.34 cm
		<b>Peso Molde:</b>	2636.0 kg
		<b>Volumen:</b>	2124 cm <sup>3</sup>

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°01	M-01		M-02		M-03		M-04		M-05	
PESO DEL TARRO (grs)	47.20	47.25	46.33	46.08	47.38	47.29	48.15	48.30	49.45	49.33
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	206.55	206.78	207.18	209.66	212.69	212.68	215.87	215.89	220.16	220.45
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	199.18	200.81	197.22	199.33	200.41	200.56	199.33	199.41	200.08	201.22
PESO DEL AGUA (grs)	7.37	5.97	9.96	10.33	12.28	12.12	16.54	16.48	20.08	19.23
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	152.0	153.6	150.9	153.3	153.0	153.3	151.2	151.1	150.6	151.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.85	3.89	6.60	6.74	8.02	7.91	10.94	10.91	13.33	12.66
<b>% PROMEDIO</b>	<b>4.37</b>		<b>6.67</b>		<b>7.97</b>		<b>10.92</b>		<b>13.00</b>	

### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.37	6.67	7.97	10.92	13.00
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7120.00	7296.00	7436.00	7480.00	7508.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2636.00	2636.00	2636.00	2636.00	2636.00
PESO DEL SUELO (grs)	4484.00	4660.00	4799.00	4844.00	4872.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.19	2.26	2.26	2.29
<b>Densidad Seca (gr/cc)</b>	<b>2.02</b>	<b>2.06</b>	<b>2.09</b>	<b>2.06</b>	<b>2.03</b>



<b>%Humedad optima:</b>	<b>8.680</b>
<b>Densidad Maxima Seca (kg/cm<sup>3</sup>):</b>	<b>2.08</b>



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
Ingeniero Civil  
CIP 90276

Celular: 975489080 - 992512263 / celman50@hotmail.com

INGENIERIA CIVIL  
REG. N° 11586  
CONSULTORIA DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) (ASTM - D 1883)

Solicitud N°		J-030-2021
Proyecto	"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	
Solicita	GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	Fecha: 23/09/2022
Lugar	C. Pomallucay, San Luis, Reg. Ancash	Muestreado por: Consultor M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA		
Cantera : CARRETERA	Muestra : M3b-01	Materia : GM
Calicata : C-02	Coordenadas : X=241210.33; Y=8997703.15	Profundidad : 1.50

COMPACTACION			
Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs.)	8690	8810	8980
Peso del molde (gramos)	4700	4710	4700
Peso del suelo húmedo (grs.)	3990	4100	4280
Volumen del molde (cc)	1894	1894	1894
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.11	2.16	2.26
Densidad seca (grs./cm3)	1.94	1.99	2.08
Tarro N°	1	2	3
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	85.66	83.60	84.35
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	81.19	79.20	79.79
Peso del agua (grs.)	4.47	4.40	4.57
Peso del tarro (grs.)	29.20	29.01	28.14
Peso del suelo seco (grs.)	51.99	50.19	51.65
% de humedad	8.61	8.77	8.84

EXPANSION												
TIEMPO	FECHA	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%		
00.00.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
24.00.00		0.010	0.010	0.219	0.015	0.015	0.328	0.018	0.018	0.394		
48.00.00		0.012	0.012	0.263	0.020	0.020	0.438	0.021	0.021	0.460		
72.00.00		0.015	0.015	0.328	0.021	0.021	0.460	0.024	0.024	0.526		
96.00.00		0.018	0.018	0.394	0.024	0.024	0.526	0.026	0.026	0.569		

PENETRACION									
PENETRACION	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION	
		DIAL	Libras.		Libras./pulg"	DIAL		Libras.	Libras./pulg"
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	236	568	196	239	595	198	147	368	129
0.050	351	872	291	379	941	314	313	778	259
0.075	368	910	303	419	1040	347	443	1100	367
0.100	386	960	320	423	1050	350	460	1165	388
0.150	441	1080	425	500	1240	413	457	1123	450
0.200	419	2030	677	958	2375	792	1172	2902	967
0.250	462	2185	728	1021	2530	843	1236	3061	1020
0.300	464	2380	798	1165	2888	962	1447	3583	1194
0.400	1167	2690	963	1368	3387	1129	1731	4284	1428
0.50	1188	2936	979	1504	3724	1241	1914	4736	1579



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ENSAYO (C.B.R.) (ASTM - D 1883)

Solicitud N° J-030-2021

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"

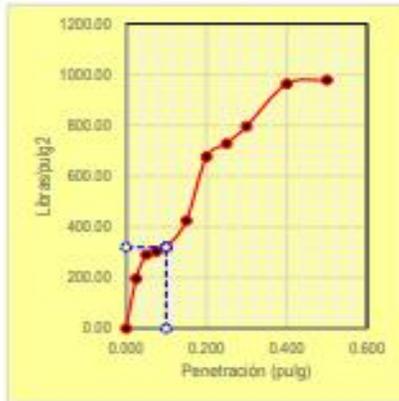
Solicita : GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO  
Lugar : C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash

Fecha : 23/09/2022  
Muestreado por : Consultor  
Tecnico: M.E.C

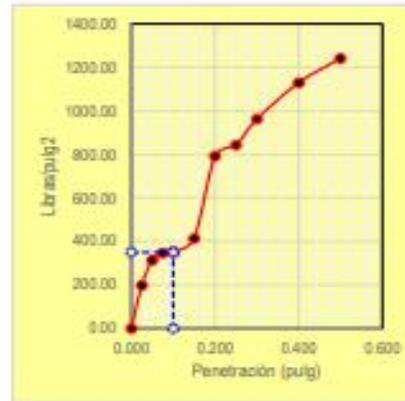
### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : CARRETERA Muestra : Mab-01 Material : GM  
Calicata : C-02 Coordenadas : X=241210.33; Y=8997703.15 Profundidad : 1.50

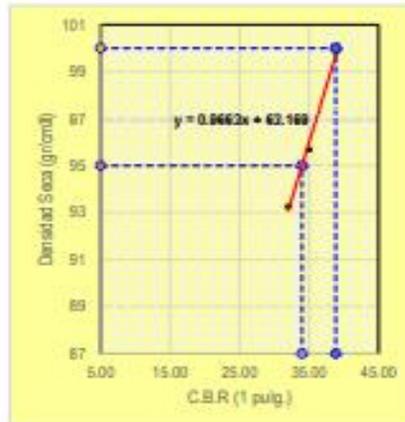
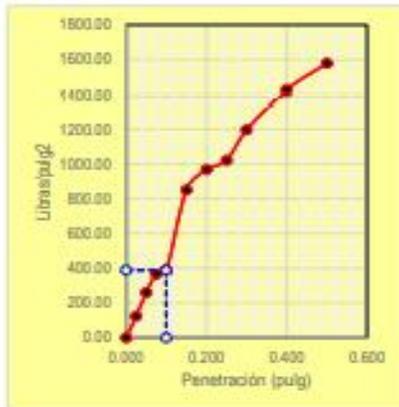
12 Golpes-C.B.R. 1" : 32% -  $\delta = 1.94 \text{ gr/cm}^3$



25 Golpes-C.B.R. 1" : 35% -  $\delta = 1.99 \text{ gr/cm}^3$



56 Golpes-C.B.R. 1" : 38.83% -  $\delta = 2.08 \text{ gr/cm}^3$



GOLPES	W. %	$\delta$ gr/cm <sup>3</sup>	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	8.61	1.94	0.39	93	32.00		95	100%
25	8.77	1.99	0.53	96	35.00		33.98%	
56	8.84	2.08	0.57	100	38.83		38.83%	



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

*Celso Manrique Cornelio*

# MECANICA DE SUELO - CALICATA 03



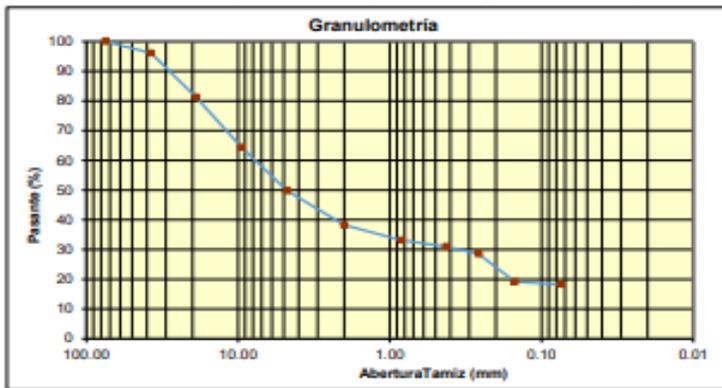
## ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128-1999)

<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	<b>Solicitud N°</b>	J-030-2021
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	<b>Fecha</b>	: 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b>	: Consultor
		<b>Tecnico</b>	: M.E.C

<b>Cantera</b>	: CARRETERA	<b>Muestra</b>	: Mab-01	<b>Material</b>	: GM
<b>Calicata</b>	: C-03	<b>Coordendas</b>	: X=241478.26; Y=8998219.10	<b>Profundidad</b>	: 1.50

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	
Masa inicial seca(gr)	= 3700.00
Masa Lavada y Seca(gr)	= 3024.60
Masa Retenido 3"(gr)	= 0.00
% que pasa N°200	= 18.25
Tamaño Max	= 3"

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO		
	ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante	
BOLONES	3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00	
GRAVA	Gruesa	1 1/2"	37.500	145.60	3.94	3.94	96.06
		3/4"	19.000	548.70	14.83	18.76	81.24
	Fina	3/8"	9.500	623.10	16.84	35.61	64.39
		# 4	4.750	542.10	14.65	50.26	49.74
ARENA	Gruesa	# 10	2.000	423.60	11.45	61.71	38.29
		# 20	0.840	192.60	5.21	66.91	33.09
	Media	# 40	0.426	76.30	2.06	68.97	31.03
		# 60	0.260	92.40	2.50	71.47	28.53
	Fina	# 100	0.150	346.70	9.37	80.84	19.16
		# 200	0.075	33.50	0.91	81.75	18.25
LIMOS Y ARCILLA	< 200	0.000	675.40	18.25	100.00	0.00	



<b>DESCRIPCIÓN DE DATOS</b>	
Limite Líquido, LL :	26.16
Limite Plástico, LP :	22.19
Ind. de plasticidad, IP :	3.97
Cont. Humedad (%) :	4.07
Clasificación SUCS :	Grava limosa con arena GM
Clasificación AASHTO :	A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

% GRAVA	50.25	% Gruesa :	18.76	D60 (mm) =	8.08
		% Fina :	31.49	D30 (mm) =	0.36
% ARENA	31.49	% Gruesa :	11.45	D10 (mm) =	0.04
		% Media :	7.27	Coefficiente uniformidad (Cu) =	196.54
		% Fina :	12.77	Coefficiente compacidad (Cc) =	0.39
% FINOS	18.25				



GEOCYP S.R.L.  
Celso Maprique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com

INGENIERO CAMILO GARCÉS ENRIQUETA  
RUC 11 21166  
CONSULTORA DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NTP 339.127-1998)

		Solicitud N°	J-030-2021
Proyecto	:"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"		
Solicita	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	Fecha	: 23/09/2022
Lugar	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	Muestreado por	: Consultor
		Tecnico	: M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: CARRETERA	Muestra	: Mab-01	Material	: GM
Calicata	: C-03	Coordendas	: X=241478.26; Y=8998219.10	Profundidad	: 1.50

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	293.40	298.70
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	285.60	291.60
Peso Contenedor	Mc	105.53	105.32
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	180.07	186.28
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	7.80	7.10
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	4.33	3.81

<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>4.07</b>
-----------------------------	-------------



GEOCYP S.R.L.  
 Celso Manrique Cornelio  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / ✉ celman50@hotmail.com

PROFESOR CAMPOS GUARDIA ENRIQUE  
 INEP 11 1996  
 CONSULTOR DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (NTP 339.129-1999)

Solicitud N° J-030-2021

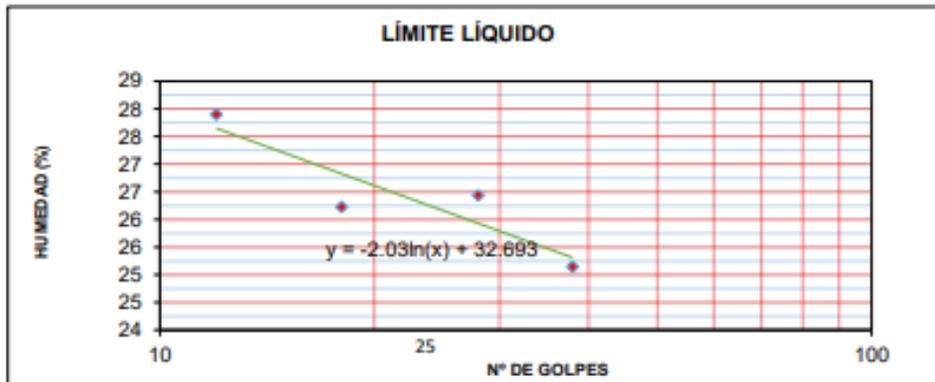
<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDÍAS GÓMEZ ROMERO	<b>Fecha</b> : 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b> : CARRETERA	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-03	<b>Coordenadas</b> : X=241478.26; Y=8998219.10	<b>Profundidad</b> : 1.50

### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	12	18	28	38
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	32.62	33.55	33.78	32.63
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	28.63	29.71	29.69	29.63
(3) Peso del Recipiente (gr)	14.33	15.07	14.22	17.70
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	3.99	3.84	4.09	3.00
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	14.30	14.64	15.47	11.93
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	27.90	26.23	26.44	25.15



### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3
N° de frasco	1	2	3
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	29.99	29.94	30.69
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	27.05	27.96	28.82
(3) Peso del Recipiente (gr)	15.94	18.76	18.76
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	2.94	1.98	1.87
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	11.11	9.20	10.06
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	26.46	21.52	18.59

Límite Líquido (L.L.) = 26.16    Límite Plástico (L.P.) = 22.19    Índice Plasticidad (I.P.) = 3.97



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO (NTP 339.131-1998)

Solicitud N° J-030-2021

<b>Proyecto</b>	:"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"	
<b>Solicita</b>	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	<b>Fecha</b> : 23/09/2022
<b>Lugar</b>	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Tecnico</b> : M.E.C

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cantera</b> : CARRETERA	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-03	<b>Coordendas</b> : X=241478.26; Y=8998219.10	<b>Profundidad</b> : 1.50

MUESTRA DE ENSAYO	M-01	M-02
Porcion de muestra de ensayo	Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado	Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua gr (Ma)	158.60	157.30
Masa picnometro + agua + suelo (Mb)	180.20	177.10
Masa muestra seco al horno + recip. gr (A)	88.20	86.80
Masa recipiente gr (B)	49.80	50.20
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B) gr (Mo)	38.40	36.60
Peso Especifico Relativo de Solidos ( $G_s = Mo / (Mo + (Ma - Mb))$ )	2.29	2.18

<b>PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)</b>	<b>2.23</b>
---	-------------



GEOCYP S.R.L.  
 Celso Manrique Cornelio  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / ✉ celman50@hotmail.com

INGENIERA CAMPOS UNIDAD ENRIQUE  
RNEP. N° 11986  
CONSULTORA DE OBRAS



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

		Solicitud N°	J-030-2021
Proyecto	"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE SAN LUIS-ANCASH-2022"		POMALLUCAY.
Solicita	: GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO		Fecha : 23/09/2022
Lugar	: C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash		Muestreado por : Consultor
			Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	: CARRETERA	Muestra	: Mab-01
Calicata	: C-03	Coordenadas	: X=241478.26; Y=8998219.10
		Material	: GM
		Profundidad	: 1.50

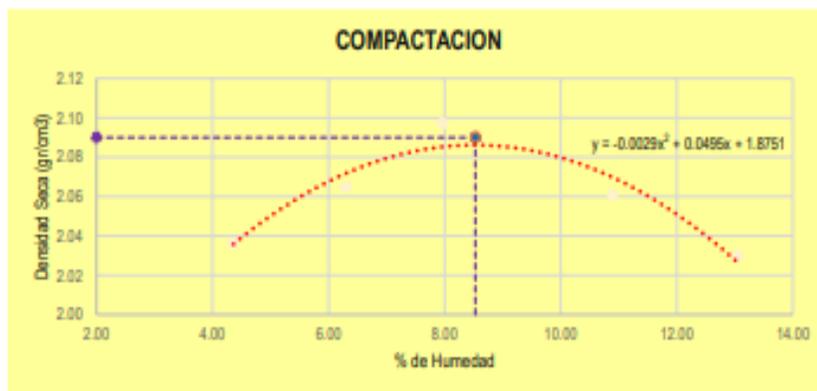
N° GOLPES/CAPA:	= 56.00	DIMENSIONES DEL MOLDE	
N° CAPAS:	= 5.00	Altura:	11.60 cm
Peso Martillo:	= 4.54	Diametro:	15.34 cm
		Peso Molde:	2636.0 kg
		Volumen:	2124 cm3

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°01	M-01		M-02		M-03		M-04		M-05	
PESO DEL TARRO (grs)	47.26	47.28	46.36	46.12	47.42	47.33	48.20	48.36	49.48	49.36
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	206.58	206.81	207.22	209.71	212.75	212.71	215.92	215.87	220.26	220.58
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	199.22	200.86	198.33	199.36	200.48	200.59	199.38	199.48	200.10	201.25
PESO DEL AGUA (grs)	7.36	5.95	8.89	10.35	12.27	12.12	16.54	16.39	20.16	19.33
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	152.0	153.6	152.0	153.2	153.1	153.3	151.2	151.1	150.6	151.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.84	3.87	5.85	6.75	8.02	7.91	10.94	10.85	13.38	12.73
% PROMEDIO	4.36		6.30		7.96		10.89		13.06	

### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.36	6.30	7.96	10.89	13.06
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7150.00	7298.00	7445.00	7490.00	7510.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2636.00	2636.00	2636.00	2636.00	2636.00
PESO DEL SUELO (grs)	4514.00	4662.00	4809.00	4854.00	4874.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.13	2.19	2.26	2.29	2.29
Densidad Seca (gr/cc)	2.04	2.06	2.10	2.06	2.03



%Humedad optima:	8.530
Densidad Maxima Seca (kg/cm3):	2.09



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90276



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) (ASTM - D 1883)

Solicitud N°		J-030-2021
Proyecto	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022*	
Solicita	GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO	Fecha : 23/09/2022
Lugar	C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash	Muestreado por : Consultor Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	CARRETERA	Muestra	Mab-01
Calicata	C-03	Coordenadas	X=241478.26; Y=8998219.10
		Material	GM
		Profundidad	1.50

COMPACTACION			
Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs.)	8720	8860	8990
Peso del molde (gramos)	4700	4710	4700
Peso del suelo húmedo (grs.)	4020	4150	4290
Volumen del molde (cc)	1894	1894	1894
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.12	2.19	2.27
Densidad seca (grs./cm3)	1.97	2.03	2.09
Tarro N°			
	1	2	3
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	85.12	83.30	84.23
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	81.19	79.20	79.79
Peso del agua (grs.)	3.94	4.10	4.45
Peso del tarro (grs.)	29.20	29.01	28.14
Peso del suelo seco (grs.)	51.99	50.19	51.65
% de humedad	7.57	8.17	8.61

EXPANSION													
TIEMPO	FECHA	LECTURA			EXPANSION			LECTURA			EXPANSION		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%
00.00.00		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24.00.00		0.010	0.010	0.219	0.015	0.015	0.328	0.018	0.018	0.394	0.018	0.394	
48.00.00		0.012	0.012	0.263	0.020	0.020	0.438	0.021	0.021	0.460	0.021	0.460	
72.00.00		0.015	0.015	0.328	0.024	0.024	0.480	0.024	0.024	0.528	0.024	0.528	
96.00.00		0.018	0.018	0.394	0.024	0.024	0.528	0.026	0.026	0.568	0.026	0.568	

PENETRACION	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes					
	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION				
		DIAL	Libras.		Libras./pulg'	DIAL		Libras.	Libras./pulg'	DIAL	Libras.	Libras./pulg'
0.000			0.00			0.00			0.00			0.00
0.025	244	608	203	241	601	200	157	393	131			
0.050	359	892	297	381	947	316	323	803	266			
0.075	374	930	310	421	1048	349	453	1125	375			
0.100	394	980	327	425	1056	352	479	1190	397			
0.150	649	1600	425	502	1248	415	867	2148	850			
0.200	827	2050	683	961	2381	794	1182	2927	978			
0.250	880	2205	735	1024	2536	845	1248	3086	1029			
0.300	973	2400	803	1188	2892	984	1457	3608	1203			
0.400	1175	2910	970	1370	3393	1131	1741	4309	1436			
0.50	1194	2956	985	1507	3730	1243	1924	4781	1587			



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90276



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ENSAYO (C.B.R.) (ASTM - D 1883)

Solicitud N° J-030-2021

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY-SAN LUIS-ANCASH-2022"

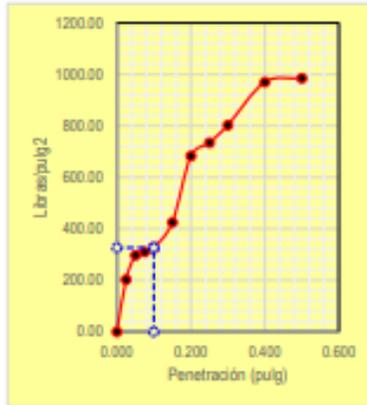
Solicita : GABRIEL ABDIAS GOMEZ ROMERO  
Lugar : C. Pumallucay, San Luis, Reg. Ancash

Fecha : 23/09/2022  
Muestreado por : Consultor  
Tecnico: M.E.C

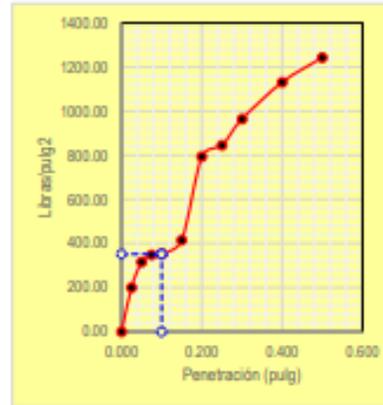
### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : CARRETERA Muestra : Mab-01 Material : GM  
Calicata : C-03 Coordenadas : X=241478.26; Y=8998219.10 Profundidad : 1.50

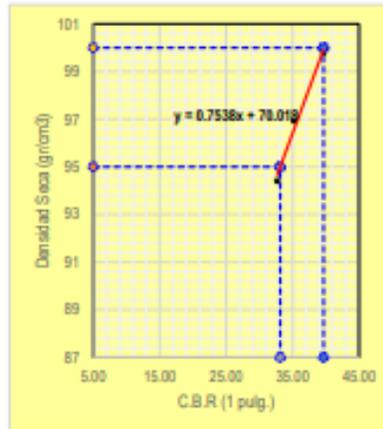
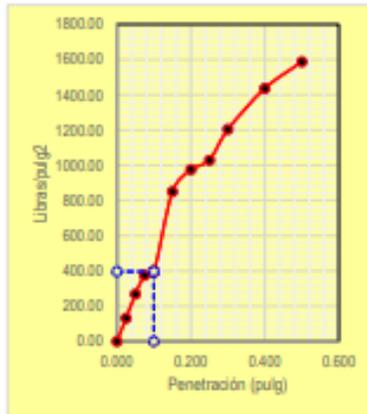
12 Golpes-C.B.R. 1°:32.67%-&=1.97gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1°:35.2%-&=2.03gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1°:39.67%-&=2.09gr/cm3



GOLPES	W. %	&gr/cm3	HNCH. %	COMP. %	CBR-1°	CBR-2°	CBR	CBR
12	7.87	1.97	0.39	94	32.67		95%	100%
25	8.17	2.03	0.53	97	35.20		33.14%	39.67%
56	8.61	2.09	0.57	100	39.67			



GEOCYP S.R.L.  
Celso Marique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
CIP 90226

# ANEXO 11.

TIPOS DE CARRETERA  
SEGÚN EL MTC

**Tipos de carretera según el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.**

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

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

# ANEXO 12.

Nº DE ENSAYOS REQUERIDOS  
SEGÚN EL MTC

**Número de ensayos de CBR Y Mr requeridos según el manual de carreteras del MTC.**

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>• (*)</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>• (*)</li> </ul>
Carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

**ANEXO 13. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes**

**Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles**

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>P0</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T <sub>P15</sub>	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

# ANEXO 14.

## CLASIFICACION POR OROGRAFIA

## **Clasificación por orografía**

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por dónde discurre su trazado, se clasifican en:

### **102.01 Terreno plano (tipo 1)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

### **102.02 Terreno ondulado (tipo 2)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

### **102.03 Terreno accidentado (tipo 3)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

### **102.04 Terreno escarpado (tipo 4)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

# ANEXO 15.

PERIODO DE DISEÑO – N° ESTRUCTURAL

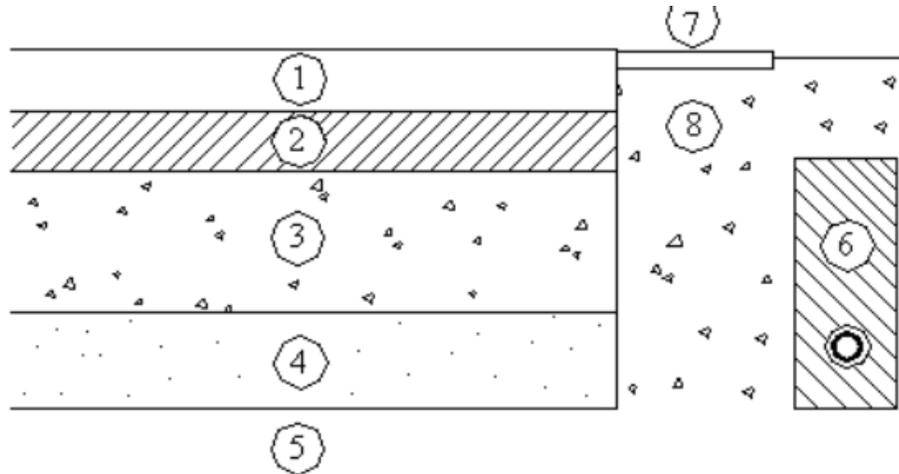
Número estructural

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		PERIODO DEL DISEÑO (PAVIMENTO FLEXIBLE)	
COMPONENTES			
a.	ESAL W18	261,476.06	MANUAL DE CARRETERAS "Suelos, geología, geotecnia y pavimentos"
b.	MODULO DE RESILENCIA (MR)	25,841.29	CUADRO 12.5
c.	CONFIABILIDAD (R%)	70%	CUADRO 12.6 (TP7)
d.	COEFICIENTE ESTADISTICO DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-0.524	CUADRO 12.8 (TP7)
e.	DESVIACION ESTANDAR COMBINA (So)	0.45	Recomendado por el manual
f1.	SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	3.80	CUADRO 12.10 (TP7)
f2.	SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	2.00	CUADRO 12.11 (TP7)
f3.	VARIACION DE SERVIACIBILIDAD (ΔPSI)	3.80	CUADRO 12.12 (TP7)
g.	NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNR)	1.80	CUADRO 12.13 (TP7)

# ANEXO 16.

## ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Estructura del pavimento flexible, donde: 1. Capa de rodadura, 2. Base, 3. Subbase, 4. Suelo compactado, 5. Subrasante, 6. Drenaje longitudinal, 7. Revestimiento, 8. Subbase de hombreras.



**FUENTE:** Manual completo diseño de pavimentos, 2013

# ANEXO 17.

## TIPOS DE GEOMALLAS

Tipos de geomallas (Uniaxial y Biaxial)



**FUENTE:** Tex Delta, 2018

# ANEXO 18.

## ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA GEOMALLA BIAXIAL

## Especificación de Producto – Geomalla Biaxial BX4100

Tensar International Corporation se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto en cualquier momento. Es responsabilidad de quién especifica y de quién compra el asegurarse de que las especificaciones del producto son las vigentes y apropiadas para cada caso.

<b>Tipo de Producto:</b>	<b>Geomalla Biaxial de estructura integral</b>
<b>Polímero:</b>	<b>Polipropileno</b>
<b>Mecanismo de transferencia de carga:</b>	<b>Trabazón Mecánica Positiva</b>
<b>Aplicaciones principales:</b>	<b>Sistema Spectra (Refuerzo de BASE, mejoramiento de Subrasante)</b>

### Propiedades del Producto

Propiedades Índices	Units	MD Values <sup>1</sup>	XMD Values <sup>1</sup>
• Tamaño de Apertura <sup>2</sup>	mm (in)	33 (1.3)	33 (1.3)
• Grosor mínimo de la costilla <sup>2</sup>	mm (in)	0.76 (0.03)	0.76 (0.03)
• Capacidad a la Tensión @ 2% de esfuerzo <sup>3</sup>	kN/m (lb/ft)	4.0 (270)	5.5 (380)
• Capacidad a la Tensión @ 5% de esfuerzo <sup>3</sup>	kN/m (lb/ft)	8.0 (550)	10.5 (720)
• Capacidad Última a la Tensión <sup>3</sup>	kN/m (lb/ft)	12.8 (880)	13.5 (920)
<b>Integridad Estructural</b>			
• Eficiencia de las Juntas o Nodos <sup>4</sup>	%	93	
• Rigidez Flexionante General <sup>5</sup>	mg-cm	250,000	
• Estabilidad de la Apertura <sup>6</sup>	m-N/deg	0.28	
<b>Durabilidad</b>			
• Resistencia al Daño durante Instalación <sup>7</sup>	%SC / %SW / %GP	90 / 83 / 70	
• Resistencia a la Degradación a largo plazo <sup>8</sup>	%	100	
• Resistencia a la Degradación por exposición UV <sup>8</sup>	%	100	

### Dimensiones y entrega

La geomalla biaxial debe ser entregada en campo en rollos identificados individualmente. Los rollos son enviados de acuerdo a las siguientes dimensiones nominales:

- Ancho de 3.0 metros (9.8 pies) y largo de 75 metros (246 pies).
- Ancho de 4.0 metros (13.1 pies) y largo de 75 metros (246 pies).

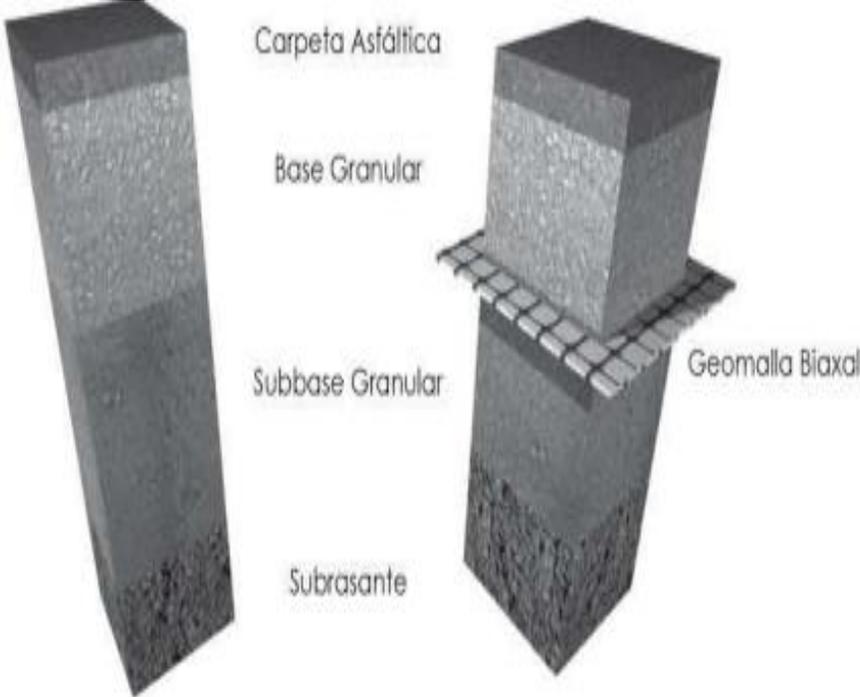
### Notas:

1. Excepto cuando se indique lo contrario, los valores que se muestran son valores promedios mínimos de rollo, MARV, según determinados mediante ensayo ASTM D4759-02. En las notas a continuación se incluye una breve descripción del ensayo:
2. Dimensiones nominales.
3. Determinado de acuerdo al ensayo ASTM D6637-10 Método A.
4. Capacidad de transferencia de carga determinada de acuerdo al ensayo ASTM D7737-11.
5. Resistencia a las fuerzas de flexión determinada de acuerdo al ensayo ASTM D7748/D7748M-14.
6. Resistencia al movimiento rotacional del plano determinada de acuerdo al ensayo ASTM D7864/D7864M-15.
7. Resistencia a la pérdida de capacidad o integridad estructural al estar sujeta a esfuerzos debido a instalación mecánica en arenas arcillosas (SC), arenas bien gradadas (SW) y roca triturada clasificada como grava pobremente gradada (GP). Las muestras de la geomalla deben ser tomadas siguiendo el método ASTM D5818 y la capacidad de carga se debe determinar siguiendo el método ASTM D6637.
8. Resistencia a la pérdida de capacidad de carga o pérdida de integridad estructural cuando se expone la geomalla a ambientes químicamente agresivos determinada de acuerdo al ensayo de inmersión EPA 9090.

# ANEXO 19.

PAVIMENTO FLEXIBLE CON Y SIN  
GEOMALLA

Estructura de un pavimento flexible con y sin uso de geomallas.



**FUENTE:** Geosoft Pavco, 2012

# ANEXO 20.

DATOS DEL MANUAL DE  
PAVIMENTOS - 2013

Periodo de diseño, dependiendo de la clase de carretera

TIPO DE CARRETERA	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de transito elevado	30 - 50
interurbana de transito elevado	20 - 50
pavimentada de baja intensidad de diseño	15 - 25
De baja intensidad de transito, pavimentacion con grava	10 - 20

**FUENTE:** Manual completo diseño de pavimentos, 2013

Índice de serviciabilidad

Indice de Serviciabilidad (PSI)	Calificaciones
5 - 4	Muy Buena
4 - 3	Buena
3 - 2	Regular
2 - 1	Mala
1 - 0	Muy mala

**FUENTE:** Manual completo diseño de pavimentos, 2013

Nivel de confianza

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carretera de primer orden	80 - 99	75 - 95
carretera secundarias	80 - 95	75 - 95
caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

**FUENTE:** Manual completo diseño de pavimentos, 2013

# ANEXO 21.

PANEL FOTOGRÁFICO

Imagen 1. Excavación de la calicata C-01



Imagen 2. Excavación de la calicata C-01



Imagen 3. Excavación de la calicata C-02



Imagen 4. Excavación de la calicata C-03



Imagen 5. Procesamiento de calicatas en laboratorio



Imagen 6. Ensayo de mecánica de suelos en laboratorio

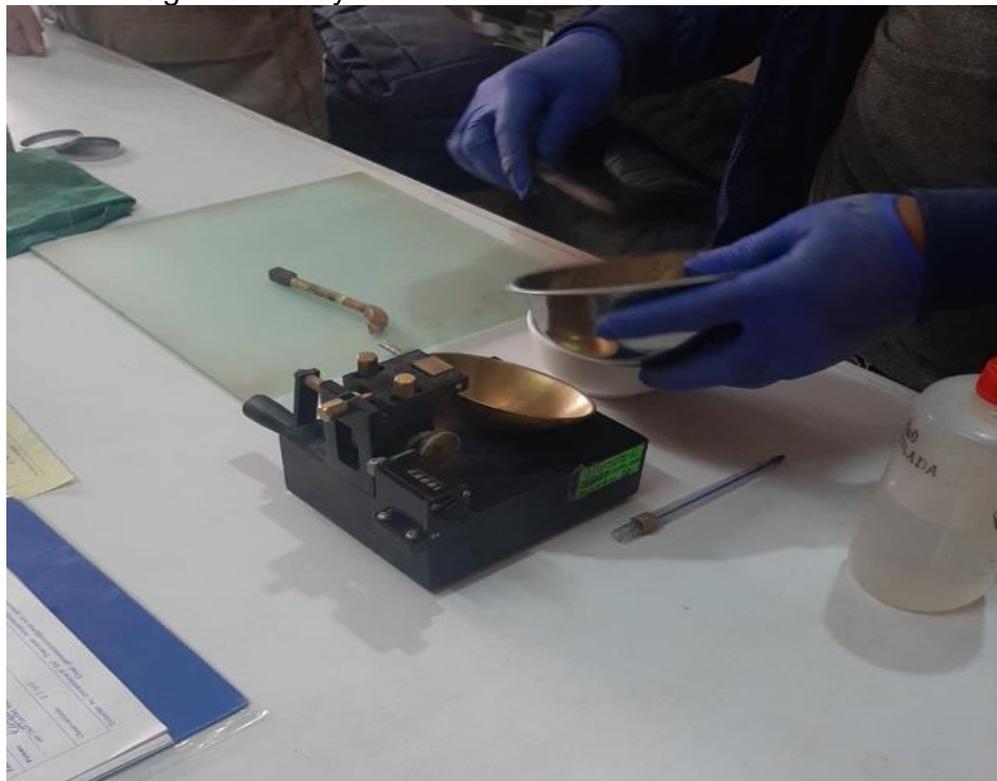


Imagen 7. Estado actual de la vía de acceso al centro poblado de Pomallucay



Imagen 8. Topografía del terreno





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PERCY LETHELIER MARIN CUBAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLAS EN LA CARRETERA DE POMALLUCAY – SAN LUIS – ANCASH - 2022", cuyo autor es GOMEZ ROMERO GABRIEL ABDIAS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 01 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PERCY LETHELIER MARIN CUBAS <b>DNI:</b> 26692689 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5232-2499	Firmado electrónicamente por: PLMARINC el 14-12- 2022 23:42:08

Código documento Trilce: TRI - 0465867