



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial  
para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales -  
2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Ojanama Soria, Nilo (ORCID: 0000-0003-2572-7452)  
Vela Meza, Rully Fernando (ORCID: 0000-0003-1916-5449)

**ASESOR:**

Msc. Paredes Aguilar, Luis (ORCID: 0000-0002-1375-179X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

TARAPOTO – PERÚ  
2020

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación a Dios, por darme salud y fuerza durante todo el proceso para alcanzar uno de los anhelos más deseados. A mis padres, por su amor infinito y motivación continua que me ha permitido formarme como una buena persona.

**Nilo Ojanama Soria**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, por ser mis pilares más importantes y por demostrarme siempre sus cariños y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi hermano que siempre ha estado junto a mí.

**Rully Fernando Vela Meza**

## **Agradecimiento**

A mi asesor, Msc. Ing. Luis Paredes Aguilar, por ser una guía durante el desarrollo del trabajo de investigación. A nuestros compañeros con quienes compartimos experiencias gratificantes, por sus sabios consejos y recomendaciones. A todas las personas que contribuyeron con la adquisición de información y participaron en la ejecución del proyecto.

**Nilo Ojanama Soria**

Agradezco a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Al Msc. Ing. Luis Paredes Aguilar asesor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma. A mis padres por su apoyo incondicional. Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

**Rully Fernando Vela Meza**

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	15
3.2. Variables y operacionalización .....	17
3.3. Población y muestra .....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN .....	32
VI. CONCLUSIONES .....	35
VII. RECOMENDACIONES .....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS .....	43

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de variables .....	18
<b>Tabla 2:</b> Muestra de investigación.....	19
<b>Tabla 3:</b> Técnicas e instrumentos.....	20
<b>Tabla 4:</b> Población.....	25
<b>Tabla 5:</b> Tipo de viviendas construidas en el Distrito de Morales.....	25
<b>Tabla 6:</b> Resultado del levantamiento topográfico .....	27
<b>Tabla 7:</b> Resultado del Estudio de Mecánicas del Suelo.....	28
<b>Tabla 8:</b> Estudio de Relación de soporte de California.....	29
<b>Tabla 9:</b> Trafico actual por tipo de vehículo.....	29
<b>Tabla 10:</b> Diseño de pavimento vehicular urbano.....	30

## Índice de figuras

<b>Imagen 1:</b> Ubicación del área de estudio .....	23
<b>Imagen 2:</b> Cantidad de calles pavimentadas y sin pavimentar .....	24
<b>Imagen 3:</b> Levantamiento topográfico del estudio (curvas de nivel) .....	26
<b>Imagen 4:</b> Levantamiento topográfico del estudio (perfil longitudinal) .....	27
<b>Imagen 5:</b> Costo del diseño óptimo .....	31

## Resumen

El presente trabajo de investigación denominado “**Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales-2020**”, ha planteado como objetivo general mejorar la capacidad de carga del suelo en el diseño de un pavimento vehicular urbano aplicando geomalla biaxial propuesta para la ciudad de morales al año 2020. El estudio fue de tipo aplicado con un enfoque cuantitativo porque se usaron métodos y técnicas estadísticas para contrastar la verdad o falsedad de la hipótesis, asimismo presentó un diseño no experimental. Estuvo conformada por estudios topográficos, estudio de mecánica de suelos quienes permitieron efectuar el análisis comparativo del pavimento vehicular urbano y se emplearon como técnicas la observación, planeamiento y seguimiento de diseño.

**Palabras claves:** Pavimento vehicular urbano, geomalla biaxial, capacidad de carga del suelo.

## **Abstract**

The present research work called "Design of urban vehicular pavement with biaxial geogrid to improve the load-bearing capacity of the soil, Morales-2020", has raised the general objective of improving the load-bearing capacity of the soil in the design of an urban vehicular pavement by applying Biaxial geogrid proposed for the city of Morales by 2020. The study was applied with a quantitative approach because statistical methods and techniques were used to contrast the truth or falsehood of the hypothesis; it also presented a non-experimental design. It consisted of topographic studies, soil mechanics study, which allowed carrying out the comparative analysis of the urban vehicular pavement and the observation, planning and design monitoring were used as techniques.

**Keywords:** Urban vehicular pavement, biaxial geogrid, soil carrying capacity.

## I. INTRODUCCIÓN

En la **realidad problemática**, se describe desde el ámbito internacional, en el país de Ecuador, señala que para instaurar un tipo de geo textil destinado a la ejecución de un proyecto u obra específica es necesario aplicar la normatividad AASHTO M-288-05, la cual proporciona los lineamientos y criterios esenciales según las funciones para las cuales se están utilizando, pues puede ser empleado para separar, reforzar, repavimentar, filtrar y drenar, siendo estos divididos en tres clases conforme al rigor de los requerimientos y términos de la instalación y el rendimiento a la que se encuentra expuesto. La Clase I es empleada principalmente cuando las condiciones y requerimientos presentan un nivel de severidad alto, mientras que la Clase II es utilizada en aquellos casos en los que las condiciones y requerimientos presentan un nivel de severidad medio y la Clase III es empleada en aquellos casos en los que las condiciones y requerimientos presentan un nivel de severidad bajo; así pues, las pruebas realizadas dentro del laboratorio para estudiar los geo sintéticos no se llevan a cabo dentro del país y, sólo a través del certificado de calidad presentado por el fabricante es el único medio por el cual se diseñará o supervisará un producto específico de tal manera que su utilización pueda ser aceptada o rechazada (SANGAMA, 2009, p.343). Para el ámbito nacional, en la ciudad Lima, se pudo efectuar la comparación de los diseños de pavimento flexible que usan refuerzo al momento de elaborar la base y sub base y de aquellos que no lo utilizan, pues para el refuerzo es necesario optimizar el volumen y los costos al momento de emplear la geomalla biaxial tipo A (LBO 202) y el tipo B (LBO 302); no obstante, a través de ello se pudo percibir que el diseño del pavimento que presentan características más óptimas son aquellas en las que se utilizó una geomalla biaxial de tipo B (LBO 302) en el tramo dicho del análisis, tal y como se presenta en la Tabla 21; la utilización de la geomalla de tipo A (LBO 2020) como elemento para reforzar el pavimento flexible de la Av. Camino del Inca Izquierdo, se presentaron como características principales que posee un espesor de 0.24m y 0.17m de capa base y sub base equitativamente, lo cual significa que la capa base ha reducido su espesor en un 4%, mientras que la capa sub base redujo en un 43% de acuerdo con lo expuesto en la Tabla 17; además, se pudo determinar también que el diseño

del pavimento flexible del mismo tramo, el cual se reforzó con una geomalla de tipo B (30KN) ha generado como secuela que el espesor de la capa base y sub base sea 0.23m y 0.15m, permitiendo deducir así que la capa base ha reducido su espesor en un 8%, mientras que la capa sub base redujo en un 50% de acuerdo con lo expuesto en la Tabla 20; En cuanto al estudio de los costos, se pudo conocer que el uso de geomalla de tipo A redujo el costo de construcción del pavimento hasta en un 2.31%, mientras que la geomalla del tipo B redujo el costo en un 3.73%, conforme a lo expuesto en la Tabla 42 (ROBLES, 2018, p.76); Como también en el ámbito local, en la ciudad de Tarapoto, concluimos que el pavimento flexible es el más económico, de acuerdo a presupuesto elaborado por el tesista, por lo tanto, es el que tiene mayor probabilidad de propuesta para los proyectos de pavimentación de vías urbanas, esto debido a los escasos de recursos públicos, se trata de hacer más con menos; Al realizar el ensayo de mecánica de suelos se obtuvo un CBR= 12.00%, por lo que se concluye el terreno posee una capacidad portante de regular a mala, y debido a esto el terreno de fundación va tener que ser mejorado. La topografía de la zona en estudio es plana y alineada, lo cual constituye una ventaja para el diseño geométrico vial, de acuerdo a la norma E-010 de pavimentos urbanos (PAREDES, 2019, p.99). En merito a los antecedentes expuestos, se considera oportuno llevar a cabo la investigación correspondiente al Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020, a fin de dar soluciones a los diversos problemas evidenciados. Frente a esta realidad se planteó como **problema general** ¿Cuál es la capacidad de carga del suelo de un pavimento vehicular urbano utilizando geomalla biaxial para la ciudad de Morales, 2020?, seguido del mismo se presentaron como **problemas específicos** ¿Cuál es la situación actual de la ciudad de Morales para aplicar la geomalla biaxial y de esa forma mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020?, ¿Cuáles son las características topográficas de la calle de la ciudad de Morales donde se aplicará la geomalla biaxial y de esa forma mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020?, ¿Cuáles son las características del estudio de mecánica de suelos de la calle de la ciudad de Morales en donde se aplicará la geomalla biaxial y de esa forma mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020?, ¿Cuál es el diseño óptimo a

utilizar con la geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo en la ciudad de Morales, 2020?, finalmente, ¿Cuál es el costo del diseño óptimo que se utilizara con la aplicación de geomalla biaxial en la calle de la ciudad de Morales para mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020?; a todo ello el estudio tiene una **justificación social**, por cuanto permitió plantear alternativas de solución a los diversos problemas que cuentan las ciudades en el cual se consideró como un antecedente; asimismo proporciona beneficios a los pobladores de la ciudad de Morales, de acuerdo a **justificación por conveniencia**, el estudio se justificó por cuanto permitirá disminuir accidentes; dado que los pavimentos en su mayoría de la ciudad de Morales, no se encuentran en buenas condiciones; es decir, están en un mal estado; asimismo permitirá la reducción de la contaminación del aire, puesto que algunas calles de la ciudad no se encuentran asfaltadas y por ende existe bastante polvo, dentro de la **justificación teórica** se presenta a través de sustento teórico quienes darán validez a las informaciones correspondientes a la geomalla biaxial, de acuerdo a las relaciones prácticas será de utilidad como antecedentes para una propuesta de implementación de geomalla biaxial con la finalidad de optimizar la capacidad del suelo de un pavimento vehicular urbano, en la ciudad de Morales; con el fin de incrementar el periodo de duración de los pavimentos para evitar los mejoramientos continuos en el cual cuentan con un alto costo. Finalmente, en la **justificación metodológica**, la investigación empleó técnicas y procedimientos en el cual permitieron desarrollar de una manera efectiva la investigación, a través de programas estadísticos, muestras y análisis de suelos, así también los datos deberán ser presentados por medio de tablas, gráficos o figuras según corresponda con el deseo de brindar información entendible y ordenada sobre el argumento propuesto, de acuerdo a lo observado se presentó como **objetivo general**: Determinar la capacidad de carga del suelo de un pavimento vehicular urbano utilizando la geomalla biaxial para la ciudad de Morales, 2020; **objetivos específicos**: Determinar la situación actual de la ciudad de Morales para aplicar la geomalla biaxial y de esa forma mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020; Determinar las características topográficas de la calle de la ciudad de Morales donde se aplicará la geomalla biaxial y de esa forma mejorar la

capacidad de carga del suelo, 2020; Determinar las características del estudio de mecánica de suelos de la calle de la ciudad de Morales en donde se aplicará la geomalla biaxial y de esa forma mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020; Elaborar el diseño óptimo a utilizar con la geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo en la ciudad de Morales, 2020; Elaborar el costo del diseño óptimo que se utilizara con la aplicación de geomalla biaxial en la calle de la ciudad de Morales para mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020; como aspecto final se tuvo como **hipótesis general**: Con la utilización de la geomalla biaxial en las calles de la ciudad de Morales se mejorará la capacidad de carga del suelo, 2020; y las **hipótesis específicas**: con la determinación de la situación actual de la ciudad de Morales se mejorará la aplicación de la geomalla biaxial y de esa forma mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020; con la determinación de las características topográficas de la calle de la ciudad de Morales nos permitirá aplicar la geomalla biaxial de esa forma mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020; con la determinación de las características del estudio de mecánica de suelo de la calle de la ciudad de Morales nos permitirá aplicar la geomalla biaxial y de esa forma mejorar la capacidad de carga del suelo, 2020; con la elaboración del diseño optimo utilizando la geomalla biaxial se mejorará la capacidad de carga del suelo, 2020; finalmente con la elaboración del costo del diseño óptimo con geomalla biaxial se obtendrá una mejor visión sobre los costos para mejorar la capacidad de carga del suelo en la ciudad de Morales, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

En la investigación se presenta antecedentes, a **nivel internacional**, iniciando por JIMENEZ, Lucio. *Eficiencia de la utilización de las geomallas como elementos de refuerzo en los suelos flexibles* (Artículo científico). México 2017. Su objetivo fue analizar las variables presentadas. Conclusión: Las geomallas son elementos que pueden ser instauradas en la estructura que presentan los pavimentos en un 40%, pueden ser a su vez uni-axial, para estructuras que sólo tendrán una sola dirección o biaxial, para estructuras que tienen dos direcciones. Es oportuno mencionar además que el uso de las geomallas en los suelos flexibles implica que no se puedan mezclar las capas con los elementos de los pavimentos, pudiendo de esta manera disipar los esfuerzos suscitados por una carga superficial hacia un espacio de mayor soporte y brinda mayor capacidad a los suelos, generando un incremento en el periodo de duración de las infraestructuras viales. CEPEDA, Luciano. *El diseño de la capa de pavimentos en la soldadura de carreteras con geomalla biaxial* (Artículo científico). Costa Rica 2016. Su objetivo fue analizar las variables mencionadas. Conclusión: Las soldaduras por cisuras de las geomallas brindan mayor refuerzo a las obras ejecutadas, las mismas cuya finalidad fue construir carreteras e infraestructuras viales relacionadas a ella, puesto que se percibe que la adherencia obtenida en segundo sistema es 47% mayor a lo obtenido por el primer sistema, debiendo destacar pues que en el primer sistema no se utilizaron geomallas ni demás materiales geo sintéticos para la construcción de las carreteras de tal manera que se pueda reducir la aparición de dificultades e inconvenientes que afecten el libre tránsito de los vehículos, y además se llevó a cabo un estudio previo para determinar la cantidad de medios de transporte pesados que transitarían por tales infraestructuras viales. SANTOS, Eduardo. *Implementación de modelos de pavimento mediante la utilización de geomallas para el tramo de la carretera de la Bajada de Chanduy, Departamento de Pocito* (artículo científico). Ecuador 2015. Su objetivo fue evaluar las deficiencias en las variables presentadas. Conclusión: El uso de concretos para los pavimentos es eficiente en un 60% debido que le brinda firmeza a la carretera, y la utilización de geomallas proporciona mayor duración en la construcción de autopistas de tal manera que su periodo de durabilidad se extienda. De igual

manera, el uso de las geomallas al momento de construir el tramo de la carretera asegura una mayor cobertura y también permitió reducir el nivel de riesgo frente a accidentes suscitados por el deterioro o daño de la misma, sobre todo si se tiene en cuenta que el tramo de la carretera se encuentra muy cerca de las aguas verdes, representando ello un factor significativo para su durabilidad. RODRIGUEZ, Vanessa. *Planteamiento y comprobación del aporte estructuras de las geomallas dentro de las capas granulares para asegurar la resistencia de las carreteras* (Tesis de pregrado). Colombia 2015. Su objetivo fue describir las deficiencias de las variables presentadas. Conclusión: El uso de geomallas permite reemplazar los materiales que forman parte de la sub base para mejorar su efectividad en un 50%, conllevando así a una disminución de los costos y una reducción del impacto medio ambiental. LEAL, Valentín. *Separación de las capas de los pavimentos a través de geomallas* (Tesis de pregrado). Colombia 2015. Su objetivo fue analizar todos los procesos que se emplearon en el estudio. Conclusión: La construcción de 4 secciones del pavimento haciendo uso de distintas secciones de control, dentro de las cuales sólo en dos de ellas fueron reforzadas por materiales geo textiles, mientras que los dos restantes han sido reforzados con geomallas, por medio del cual se pudo deducir que el rendimiento de los pavimentos flexibles reforzados con los materiales geo textiles no proporcionan beneficios significativos, pues el índice de mejoramiento sólo fue 0.9; y además se presentaron grietas y fisuras en distintas partes de los pavimentos, mientras que las secciones reforzadas con geomallas brindaron mayor soporte al pavimento. A **nivel nacional**, se presenta por ROBLES, Luis. *Aplicación de las geomallas como medida para mejorar el rendimiento de las bases y sub bases del pavimento flexible de la Av. Camino del Inca Izquierdo*, Ventanilla, año 2018. (Tesis de pre grado). Perú 2018. Su objetivo fue analizar el efecto de las variables mencionadas. Conclusión: La utilización de la geomalla clase B (LBO 302) genera mayores beneficios en comparación con la clase A (LBO 202) en el tramo considerado como objeto de estudio; además se pudo reconocer que el concreto empleado no fue de buena calidad, suscitando de esta manera que las infraestructuras viales presenten de manera consecutiva daños y deterioros que podrían ocasionar accidentes a aquellos individuos que frecuentemente transitan sobre

las mismas. BERROSPI, Jherson. *Manejo de las geomallas biaxiales de polipropileno en el pavimento flexible de la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica* (tesis pregrado). Perú 2017. Su objetivo fue analizar las variables presentadas. Conclusión: El 80% de las calles presentan rajaduras tanto en calles principales y secundarias debido a que no se emplearon los materiales adecuados en su construcción, por lo que se consideró conveniente que las infraestructuras viales sean reforzadas por geomallas biaxiales de buena calidad de tal manera que se pueda proporcionar mayor duración y evitar la aparición de hendiduras y daños que representen algún tipo de riesgo para las personas que transitan en ellas. NUÑEZ, Anselmo. *Mejoramiento de los pavimentos por medio de la aplicación de las geomallas biaxiales como medida para optimizar la resistencia de las calles principales de la ciudad de Puno* (Tesis pregrado). Perú 2016. Su objetivo fue evaluar los medios de aplicación. Conclusiones: Las capas bases granulares de las construcciones de los pavimentos son ineficientes pues los materiales empleados no son adecuados para la construcción de la infraestructura vial, pues el aprovechamiento de estas es de un 76.7%, lo cual significa que se están reduciendo los costos de recursos materiales y humanos en la construcción de las mismas. Por tal motivo, se ha considerado oportuno reforzar las sub bases de los pavimentos haciendo uso de las geomallas biaxiales, pues según estudios realizados por diversos ingenieros, se conoce que la utilización de tales geomallas extendería el plazo de duración de las vías, lo cual significa una reducción de hasta el 38% del presupuesto destinado al mantenimiento de las infraestructuras viales. Finalmente, a nivel **local**, PAREDES, Fernando y DELGADO, Jorge (2019). *Diseño de los pavimentos flexibles y rígidos en la reparación de los suelos y pavimentos de la ciudad de Tarapoto* (Tesis pregrado) 2019. Su objetivo fue analizar las deficiencias evidenciadas. Conclusión: La evaluación del suelo ha obtenido un CBR de 13%, lo cual significa que la capacidad de los terrenos se encuentra en un nivel regular pues la filtración del agua, la escasez de recursos públicos y la falta de interés de las autoridades en el mantenimiento de las vías ocasionó que las pistas presenten deterioros o hendiduras, afectando así el libre tránsito de las personas. SANGAMA, Llesel. *Diseño de pavimentos vehicular flexibles de los caminos vecinales de San Juan de Tangumi, de la ciudad de Habana y*

*Calzada, departamento de San Martín* (Tesis de pregrado) 2017. Su objetivo fue analizar las deficiencias de las variables. Conclusión: La falta de utilización de materiales geoflexibles y geomallas ha ocasionado que los pavimentos de los caminos vecinales en estudio presentan rajaduras y son demasiado reducidos, por lo que representa un riesgo para los vehículos de transporte livianos y personas que transitan sobre los mismos, frente a ello se vio la necesidad de reforzar los pavimentos con las geomallas para proporcionar mayor soporte a las estructuras de las vías de tal manera que se evita la aparición de riesgos durante el libre tránsito de los vehículos. La investigación presenta **Teorías relacionadas al tema**, respecto a la variable dependiente “capacidad de carga del suelo”, BERRY (1994) manifiesta que es una expresión que hace referencia a la fricción que existe entre los cimientos y el área del terreno de tal manera que no puedan producirse fallos significativos ocasionados por un esfuerzo cortante en los suelos o un asentamiento excesivo como producto de una sobrecarga (p. 54). Asimismo, JUAREZ (1992) considera que está referida a la cualidad que caracteriza a un sistema de suelo, y no específicamente un rango intrínseco de los suelos; pues en algunos casos, la capacidad del suelo puede verse afectada por diversos factores físicos tales como su volumen, forma, etc., además del grado de profundidad de los elementos que componen sus cimientos, los mismos que aplican presión sobre este (p. 22). En cuanto al suelo, RODRIGUEZ (2014) señala que es una superficie cuya composición está formada por minerales degradados y materia orgánica que puede ser fácilmente descompuesta, la misma que envuelve la tierra por una capa con poco espesor y que, mezclada con la cantidad apropiada de aire y agua, puede brindar un gran soporte (p. 19). Así también, RONDO (2015) infiere que es el material de construcción más abundante dentro de las prácticas de ingeniería civil, y construye el soporte de las vías (p. 67). Las características principales del suelo: Densidad, la cual es considerada como el vínculo que existe entre el volumen y peso de un elemento; Expansión, que representa el incremento del volumen de un elemento al momento de realizarse una excavación del banco (término referido a la tierra cuando se presenta en su estado natural); y Comprensibilidad, refleja la reducción del volumen producido por metro cúbico (m<sup>3</sup>) al ser compactado y es expresado

por medio del vínculo que existe entre este y otro m<sup>3</sup>. Del mismo modo, los suelos representan una parte externa de la corteza de la tierra y está compuesta por elementos de distintos estados tales como el sólido debido a que comprende gravas u otras fracciones de una roca madre en sus distintos niveles de desintegración; líquido, porque el agua es filtrada a través de los diversos componentes sólidos; y gaseoso, por cuanto contienen oxígeno y dióxido de carbono. Según OYEBILE (2017), el suelo está organizado teniendo en cuenta distintos aspectos: El tiempo de evolución, componente de su estructura, su capacidad para ser utilizado en las actividades relacionadas con la agricultura y textura, etc. Los componentes y elementos minerales que integran los suelos pueden presentarse en diversos tamaños y son clasificados de la siguiente manera: Arenosos, estos suelos se presentan en aquellos casos en los que el agua puede presentarse en un nivel profundo, por lo que no se consideran productivos para llevar a cabo actividades agrícolas; Limosos, estos suelos se caracterizan por presentar dificultades para filtrar el agua de manera rápida, además de contener una excesiva cantidad de materia orgánica, lo cual ocasiona que se compacten cuando el agua desaparece, estos suelos son considerados como los más fértiles y óptimos para realizar trabajos agrícolas; y Arcillosos, estos suelos son caracterizados principalmente por ser compactos siempre y cuando no contengan elementos líquidos, además está conformado por materia orgánica, pero cuando se encuentran secos evita el desarrollo y crecimiento de raíces. Para MEGA (2015) la carga aceptable de un cimiento es aquella que será aplicada sin la necesidad de ocasionar daños o deterioros a una estructura de soporte. Así pues, depende del terreno, los cimientos, las cualidades de la estructura y el factor de seguridad adoptado para cada uno de los casos. En tanto, ALVA (2017) infiere que para calcular la capacidad que posee el suelo es esencial considerar las calicatas mencionadas a continuación: C-1, C-5, C-6, C-7, C-9, C-10, C-12, C-16, C-23, C-29, C-30, C-32, C-35, C-36, C-38 y finalmente C-42, las mismas que pueden clasificarse a los suelos como finos, arcillosos e inorgánicos de alta y baja plasticidad, para lo cual se ha seleccionado 16 muestras inalteradas para llevar a cabo un ensayo de corte directo con la finalidad de alcanzar un ángulo de fricción adecuado y garantizar la cohesión de los suelos, de tal manera que la cohesión de los

suelos oscilen entre 0.15 y 0.47 Kg/cm<sup>2</sup>; cabe precisar que ello dependerá también del nivel de humedad de los suelos y, en este caso, se alcanzó un porcentaje no muy alto. De la misma manera, se obtuvo un ángulo de fricción que ha variado entre 4° y 25°, el cual dependió exclusivamente de las cualidades físicas del suelo y disposición de los componentes y partículas, pues un adecuado ángulo de fricción proporcionó mayor soporte y resistencia al deslizamiento debido a que presenta una superficie de contacto mayor entre sus componentes (p. 47). Para la **evaluación de la capacidad de carga del suelo**, se tendrá en cuenta la Norma E.050 que regula el estudio del suelo y cimientos de edificaciones y obras, y además contiene dos indicadores, granulometría y peso específico. En cuanto a la granulometría, se define como la distribución del tamaño de partículas de los agregados, conforme a lo determinado por el análisis de tamices, así pues la Norma INV E-124 señala que en aquellas zonas en las que los suelos estén cohesivos con bajo grado de saturación y presenten plasticidad alta, deberán incluirse en sus estudios los análisis basados en los ensayos de granulometría por sedimentación (ASTM D422) para evaluar el potencial de expansión de los suelos cohesivos en base a los porcentajes de partículas inferiores a 2mm. Asimismo, respecto al peso específico, que es definido como el vínculo existente entre el volumen y peso del suelo, dependiendo del nivel de humedad y huecos del aire, así pues la Norma INV E-128 indica que su valor será promediado de los valores del suelo en caso de que sea conformado por partículas o componentes menores y mayores, en cambio, en aquellos casos en los que el valor del peso específico de los suelos se efectúen un cálculo vinculado con la hidrometría, se deberá determinar el peso en función a la proporción de los suelos que superan el tamiz de 2.00 milímetros. En relación a la variable independiente **“Pavimento vehicular urbano con geomalla”**, OFFENBACKER (2019), señala que son estructuras construidas en la subrasante de las vías con la finalidad de proporcionar resistencia a los suelos para soportar las cargas de los medios de transporte terrestre y brindar seguridad y confort a las personas que transitan sobre el mismo. Usualmente, los pavimentos se conforman por las capas: sub bases, bases y carpetas de rodadura (p.91). Como afirma MORENO (2018), son estructuras que presentan una característica particular, pues se tienden a

flexionar dependiendo de las cargas que se encuentren sobre ellas, usualmente pueden observarse en espacios que tienen mayor tráfico o tránsito vehicular (p.21). De igual manera, BRAJA (2017) menciona que los pavimentos flexibles suelen dividirse en tres grupos para su mejor comprensión y desarrollo, los cuales son: Pavimentos de tipo alto, quienes presentan un área de forma redonda, soportan las cargas en circulación y evitan que se presenten desperfectos en el transporte pues las decadencias no son susceptibles a las escenarios que puedan presentarse dentro de un periodo específico; pavimentos de tipo intermedio, los cuales están en un nivel plano y presentan un área de forma redonda, por lo que en el borde inferior de los suelos y pavimentos puede reflejarse el desgaste continuo de los pavimentos y pistas; y pavimentos de tipo bajo, los mismos que suelen presentarse en los pavimentos de bajos costos, pero que para su correcta construcción se controlan las superficies alternas y asegurar una máxima duración. Por su parte, SOLMINIHAC (2018) afirma que las principales características que presentan los pavimentos flexibles son pavimentos que brindan consistencia y firmeza a las estructuras, proporciona estabilidad, presenta una necesidad de mantenimiento y es confortable en las estructuras de los pavimentos flexibles: Capa superficial: Es la parte exterior que brinda un espacio adecuado, cómodo y fijo para asegurar el correcto tránsito de los medios de transporte terrestres. Base: Representa la superficie que se encuentra sobre las capas exteriores, por lo que suele ser considerado como el agente receptor del sacrificio de las capas de rodaduras. Capa Sub base: Es la parte de los pavimentos que se encarga de elaborar capas de transformación entre el apoyo y las sub rasantes, puesto que impide la impregnación de los materiales delgados de las sub rasantes. De acuerdo a lo mencionado por VALENZUELA (2015), existen tres tipos de pavimento: Pavimento flexible, en donde la cobertura es respectivamente consumida para construir sobre sus capas para que pueda apoyarse en ella las bases; pavimento rígido, este pavimento se caracteriza por ser de piedra de delimitado hidráulico, y presentar una capa sub base; y pavimentos mixtos, que son aquellos pavimentos que combinan los pavimentos flexibles y rígidos. De acuerdo a lo fundamentado por GARIBAY (2017), las etapas de una carretera implican la planeación, en donde se busca los factores

y elementos que estén involucrados con la construcción de una carretera, se evalúa los factores del aspecto físico, económico, social y político que caracterizan a la zona en donde será construida la carretera. Seguidamente, el proyecto, el cual consiste en ejecutar las actividades esenciales tales como realizar estudios topográficos, de pavimentos y estructuras. Asimismo, trazo preliminar: Consiste en reconocer y fijar aspectos esenciales al momento de realizar los trazos preliminares, en donde se elevan poligonales abiertas con 20 metros de distancia, para que puedan servir de base para hacer trazos definitivos y presentar presupuestos preliminares. Después, línea definitiva, que consiste en realizar cálculos de las aberturas del compás, de tal manera que puedan pasar sobre dos curvas de nivel sin exceder las pendientes deseadas. Y, finalmente, curva o diagrama de masas, en donde se precisa que, para diseñar los caminos, es relevante tener en cuenta las especificaciones sobre las pendientes y curvas. **Geomalla biaxial**, tal y como lo expresa MEDINA (2019), es una estructura plana conformada por redes rectangulares, también llamadas grillas, de materiales interconectados de manera integral, las cuales pueden ser extruidas, adheridas o entrelazadas (p.88). En relación al tipo de geomalla biaxial, REYES (2015) sostiene que, de acuerdo a su proceso de fabricación, existen tres tipos de geomallas tales como la soldada, tejida y extruida. En lo que respecta al primer tipo, una geomalla soldada se caracteriza principalmente por ser fabricada con fibras de poliéster de alta consistencia, lo cual permite que puedan mantenerse juntas, y son recubiertos por polímeros con la finalidad de brindar un refuerzo adicional y proteger a los materiales principales de los factores ambientales; estas geomallas son consideradas como las que proporcionan mayor soporte y resistencia en comparación con las demás. Referente a la geomalla tejida, esta se caracteriza por ser fabricada con fibras de poliéster de alta consistencia, las cuales forman parte de las costillas y son cubiertas por un protector polímero como el PVC o látex; no obstante, suelen ser conformadas por entrelazados por filamentos perpendiculares en máquinas semejantes a un telar. Por último, en cuanto a la geomalla extruida, esta suele ser caracterizada por ser elaboradas con polietileno de alta tenacidad a través de la perforación de los materiales con la finalidad de generar un arreglo estable. Asimismo, REYES (2015) manifiesta

que las cualidades esenciales de una geomalla son: proporcionar soporte en la unión asegurar la transferencia en la carga de la malla, además de representar una estructura de malla abierta al momento de emplear medios de relleno de modo que se pueda elaborar un elemento compuesto con una capacidad de carga superior, dureza e inflexibilidad para simplificar una instalación y, a su vez, brindar soporte a las deformaciones que puedan presentarse una vez instaladas, y alta resistencia a las cargas dinámicas al igual que brindar duración para subsistir los esfuerzos realizados al momento de llevar a cabo las instalaciones al igual que dar resistencia cuando presente un estado de degradación. Además, las dimensiones de la geomalla Biaxial (30 kN modelo bx 3030), de geomalla biaxial de polipropileno (PP 30x30 BX 3030), Materia prima: Polipropileno, Ultimate fuerza tensil: 30x30 KN/m de la dimensión de apertura: 40x40mm de espesor de la Costilla: 1.5mm, Fuerza tensil @2% de cepa MD: 11KN/m, Fuerza tensil @2% de cepa CMD: 11KN/m, Fuerza tensil @un 5% de cepa MD: 21KN/m, Fuerza tensil @un 5% de cepa CMD: 21KN/m, Cruce eficiencia: 100% de la rigidez de flexión: 900, 000 mg-cm, la apertura de la estabilidad: 4,3 kg/cm/grados, Resistencia para instalación daños (%SC / %SW / %GP): 95 / 93/90, Resistencia a la degradación de larga duración: 100%, Resistencia a la degradación de la UV: 100%, Carbono contenido: 2% máx., Unidad de peso: 380 +/-40 g/m<sup>2</sup> de ancho de rollo: 3,9 millones, Roll Longitud: 50m. De acuerdo con OYEGBILE (2017), las ventajas que brindan las ge o mallas son proporcionar gamas amplias para asegurar la firmeza de los pavimentos, permite la prolongación del periodo de vida de los pavimentos (Hasta los 120 años), brinda una fachada paisajística (Revegetado), asegura una resistencia química, reduce los costos y puede transportarse y manejarse fácilmente. Tal como asegura HANANDE (2016), la clasificación de las ge o mallas pueden ser descritas de la siguiente manera: Geomalla Uni-Axial, proporciona resistencia a las estructuras mediante una dirección, es decir, brinda mayor firmeza a la tensión para enfocarlo en un solo sentido, es empleada en suelos con estructura de tipo granular. Geomalla Bi-Axial, fortifica las estructuras de los pavimentos en dos sentidos, el longitudinal y transversal, es empleada para reforzar los suelos y construir rampas de superficies fortalecidas. Geomalla Multi-Axial, refuerza las estructuras de los

pavimentos para que pueda resistir la tensión radial, es decir, dar soporte a la tensión en todas las direcciones que pueda tener debido a su diseño triangular. Así pues, GUILARTE (2015), señala que la aplicación de la geomalla biaxial son los siguientes: Estructura bidimensional elaborada con polipropileno, son químicamente inertes, se caracterizan por presentar una estructura uniforme y homogénea, suelen usarse para brindar soporte a los taludes de menor tamaño y reforzar de manera secundaria los refuerzos primarios de las mallas, así como brindar soporte y estabilidad a los muros. Según AASHTO (2018), las principales funciones relacionadas con la geo mallas se detallan a continuación: Ubicarse por debajo de las capas granulares de los pavimentos y carreteras, ubicarse por debajo de los balastos en caso de ser vías férreas, reforzar los suelos que presentan menor rigidez, dar soporte a las estructuras de los suelos reforzados y proporcionar estabilidad a las coberturas de los rellenos sanitarios, etc. Conforme a lo manifestado por NOVOA (2017), las geomallas que suelen ser empleadas para reforzar los suelos son colocados a base de polímero que se encuentra formada por mallas similares a las parrillas que se acoplan manera constituida por extracción, las cuales presentan grietas con gran volumen con la finalidad de acceder a la conexión con los pisos, cantos, etc. De igual manera, se considera sumamente importante colocar las geomallas en los pavimentos o pistas debido a que brindan soporte a las fisuras que se presentan en la superficie de las mismas (p.29). Para la **evaluación del pavimento vehicular urbano con geomalla**, se tendrá en cuenta el manual de procedimientos para mediciones topográficas, por lo que comprenderá el estudio topográfico y el estudio de mecánica de suelo. En relación al estudio topográfico, menciona que engloba una serie de actividades esenciales para la determinación geométrica de los puntos de un terreno, teniendo en cuenta todos los detalles naturales y sintéticos de modo que puedan ser representados dentro de un plano.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El estudio será aplicado con enfoque cuantitativo; tal y como lo menciona VALDERRAMA (2015) que buscó recopilar teorías relacionadas con las variables del objeto de estudio de tal manera que se pueda estudiar la realidad problemática que se evidencia en el ámbito de estudio, de manera que se puedan utilizar o aplicar los conocimientos adquiridos para brindar medidas correctivas frente a las mismas. Asimismo, cuenta con un enfoque cuantitativo porque se usó métodos y sistemas estadísticos.

**Diseño de investigación.-** El estudio presentará un diseño no experimental, pues se realizó sin la necesidad de manipular a las variables del estudio; es decir, no se ha variado de forma intencional a las variables, dedicándose únicamente a la observación de los cambios de su forma natural y completamente descriptivos.

**GE: O<sub>1</sub> - X - O<sub>2</sub>**

**Dónde:**

**GE-----O-----X**

A continuación, el gráfico del diseño experimental para el diseño de un pavimento vehicular urbano.

	X1 (Diseño de		X1 (Diseño de	
GE	pavimento vehicular	O1	pavimento vehicular	O2
(1):	urbano con geomalla	(7d)	urbano con geomalla	(14d)
	biaxial en la		biaxial en la	
	subrasante)		subrasante)	
	X2 (Diseño de		X2 (Diseño de	
GE	pavimento vehicular	O1	pavimento vehicular	O2
(2):	urbano con geomalla	(7d)	urbano con geomalla	(14d)
	biaxial en la base)		biaxial en la base)	
	X3 (Diseño de		X3 (Diseño de	
GE	pavimento vehicular	O1	pavimento vehicular	O2
(3):	urbano con geomalla	(7d)	urbano con geomalla	(14d)
	biaxial en la sub base		biaxial en la sub	
	)		base)	
	X0 (Diseño de		X0 (Diseño de	
GC	pavimento vehicular	O1	pavimento vehicular	O2
(0):	urbano si geomalla	(7d)	urbano si geomalla	(14d)
	biaxial)		biaxial)	

### **Dónde:**

GE: Grupo Experimental.

GC: Grupo de Control (situación actual) – no existe pavimento vehicular urbano.

X1: Diseño de un pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial en la sub rasante.

X2: Diseño de un pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial en la base.

X3: Diseño de un pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial en la sub base.

O1. Medición de la eficiencia para el diseño de un pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial a 7 días.

O2. Medición de la eficiencia para el diseño de un pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial a 14 días.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

**Variable Independiente:** Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial

**Variable Dependiente:** Capacidad de carga del suelo

**Tabla 1:** Cuadro de Operacionalización.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente</b> Pavimento vehicular urbano con geomalla	MORENO (2018), son estructuras que presentan una característica particular, pues se tienden a flexionar dependiendo de las cargas que se encuentren sobre ellas, por lo que generalmente puede observarse en espacios que tienen mayor tráfico o tránsito vehicular, tales como son las vías (p.21)	Son estructuras la cual cuenta características singulares, permitiendo al suelo contar con una mejora en su capacidad. Será evaluada por medio de las dimensiones: Estudio topográfico y de mecánica de suelo.	Estudio topográfico	Levantamiento topográfico	Intervalo
			Estudio mecánica de suelo	Granulometría	Razón
<b>Variable dependiente</b> Capacidad de carga del suelo	BERRY (1994) manifiesta que es una expresión que hace referencia a la fricción que existe entre los cimientos y el área del terreno de tal manera que no puedan producirse fallos significativos ocasionados por un esfuerzo cortante en los suelos o un asentamiento excesivo como producto de una sobrecarga (p. 54).	Es la presión máxima que soporta un suelo, en este caso será evaluado por medio de la dimensión: Análisis de mecánica de suelo, con la finalidad de conocer resultados favorables.	Estudio mecánica de suelo	Granulometría	Intervalo
			Reducción del espesor del pavimento vehicular urbano	Reducción del costo de construcción	Razón

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3. Población y muestra

#### Población

ÑAUPAS, (2015). “Da a conocer que comprende una serie de componentes que forman parte de un contexto específico que será objeto de análisis de una investigación” (p.334).

En ese sentido, será realizado en el distrito de Morales específicamente en Jr. Francisco Pizarro, luego de una evaluación se tomó como población a dicha calle de morales que necesita un tratamiento con geomalla biaxial.

#### Muestra

ÑAUPAS, (2015). “Es una parte representativa de la población, por lo que sus cualidades y rasgos principales son justos y fieles a ella” (p. 334).

En la investigación, se considerará como muestra el Jr. Francisco Pizarro cuadra 4, 5 y 6 para efectuar el análisis comparativo del pavimento vehicular urbano, para que así se pueda reconocer la capacidad que presenta la misma, conformado por ensayos y procedimientos.

**Tabla 2:** Muestra de investigación

Estudios	Medición				Cantidad
	Conve ncional	subrasa nte	base	Sub base	
Levantamiento topográfico		1			1
Estudio de Suelos		3 calicatas			3
Estudio de tráfico vehicular		1			1
Diseño metodología AASHTO	1	1	1	1	4
Costos	1	1	1	1	4
					<b>TOTAL</b>
					<b>13</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

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

ÑAUPAS (2018) manifiesta que los instrumentos de la presente investigación registra datos que darán un valor y representa las variables de la investigación” (p.175).

**Tabla 3:** Técnicas e Instrumentos

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuente</b>
Ensayos de suelos	Ensayos, análisis de las calicatas	Norma Técnica Peruana 339.129 – 339.128 – 339.127
Planeamiento y seguimiento de diseño	Diseño de pavimento	Norma Técnica Peruana CE. 010. Método AASHTO 93
Planeamiento del presupuesto	S10 Costos y presupuestos	Norma Técnica Peruana CE. 010

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **Validez**

MALDONADO (2018) manifiesta que los instrumentos de la presente investigación relacionados a cada una de las variables fueron validados por medio de expertos, las mismas que darán un valor, señalando si dichos instrumentos serán aplicables o no” (p.180).

#### **Confiabilidad**

MALDONADO (2018) “Da a conocer que es necesario efectuar exámenes de laboratorio, aplicar métodos y emplear un software estadístico, de tal manera que se garantice que los resultados son confiables para que así puedan ser expuestos” (p. 180). Asimismo, para proporcionar confiabilidad a la información fue necesario requerir la firma de los expertos mencionados anteriormente.

### **3.5. Procedimientos.**

En el presente estudio, el primer paso para efectuar el análisis de los datos fue la recopilación de los datos empleando las técnicas y aplicando los instrumentos diseñados en función a la problemática expuesta tales como ensayos, análisis de calicatas, diseños de los pavimentos, S10 costos, suelos, presupuestos y AutoCAD 2016, previa validación por parte de los expertos.

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

En lo que respecta a la acumulación de los datos, ello fue realizado de manera más sencilla y práctica en comparación a los estudios realizados para contar con toda información verídica y fehaciente, las cuales fueron expuestas en los resultados conforme a los objetivos planteados inicialmente.

Se usará el método AASTHO para determinar el sistema estructural del pavimento con geomallas y del diseño convencional.

Ensayo de laboratorio para obtener la clasificación del suelo, mediante la aplicación de los parámetros y lineamientos señalados en la Norma Técnica Peruana 339.129, a través de la cual se determinará el tipo del suelo.

Ensayo de laboratorio para obtener las características del suelo, mediante la aplicación de los parámetros y lineamientos señalados en la Norma Técnica Peruana 339.127 y 339.128.

Ensayo de laboratorio para medir la capacidad de carga del suelo, mediante la aplicación de los parámetros y lineamientos señalados en la Norma Técnica Peruana 339.167.

### **3.7. Aspectos éticos**

La indagación del presente estudio es sumamente confidencial, pues no se mostró ningún nombre de los instrumentos la cual fue empleado por el investigador de manera discreta, conservando el incognito de todo lo encontrado. Para el desarrollo del presente estudio fue necesario considerar los valores y principios, de igual manera es necesario que el investigador siga los procedimientos profesionalmente al momento de utilizar y contrastar los estudios realizados. Asimismo, se respetó lo dispuesto por la normativa ISO-690 al momento de plasmar la información recopilada con el propósito de que esta sea expuesta de manera clara y ordenada de tal manera que sea de fácil comprensión.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinar la situación actual de la ciudad de Morales.

Morales es un Distrito peruano perteneciente a la provincia de San Martín, en la Región San Martín. Está limitada al norte con el Distrito de San Antonio de Cumbaza, al Sur con el Distrito de Juan Guerra, al Suroeste con el Distrito de Cuñumbuque, al oeste con los Distritos de Cacatachi y Tarapoto. Se encuentra ubicado a 283 msnm, 3 kilómetros al norte de Tarapoto, a 6°36'15" de latitud sur y 76°10'30" de longitud oeste.

El Distrito de Morales está como nuestra población de estudio, la cual sufre problemas por resolver: calles en mal estado, tránsito y la falta de pavimentación y, el incremento de vehículos.

La vía de estudio tomada como muestra se encuentra ubicado en el Departamento de San Martín, Provincia de San Martín, Distrito de Morales, en el Jirón Francisco Pizarro cuadras 04, 05 y 06.

**Imagen 01:** Ubicación del área de estudio

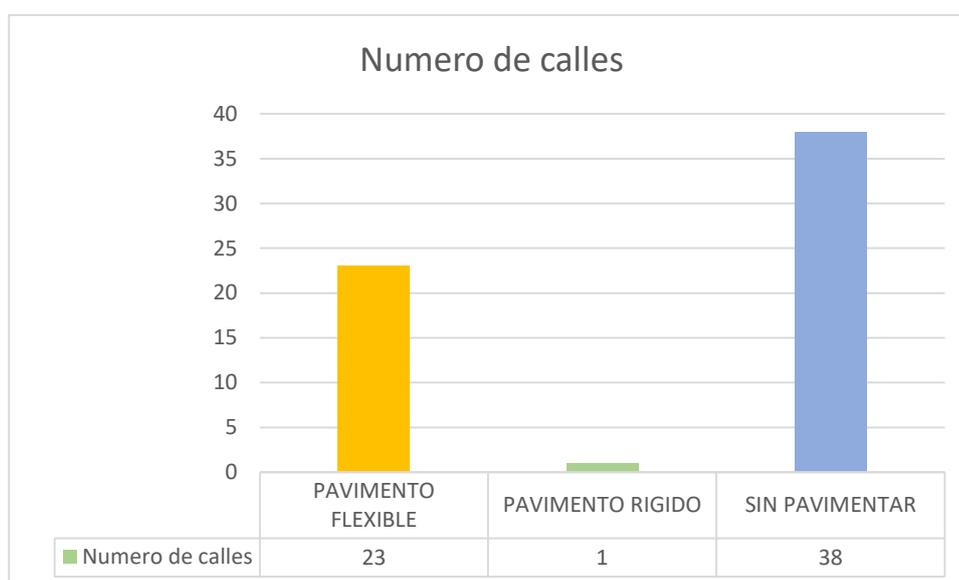


*Fuente: Elaboración propia.*

### Interpretación

Por esta vía transitan vehículos ligeros como: motos, autos, camionetas, microbuses y también vehículos pesados como camiones de 2 ejes. El flujo vehicular es principalmente de motos, motocarros, autos y camiones; por la cercanía que tienen con la planta de distribución de gas y el supermercado Plaza Veá.

**Imagen 2:** Cantidad de calles pavimentadas y sin pavimentar



**Fuente:** Elaboración propia.

### Interpretación

El Distrito de Morales cuenta con 63 calles; dentro de ellas avenidas, jirones y pasajes. De acuerdo al gráfico la mayor cantidad de calles se encuentran asfaltadas con pavimentos flexible perteneciente al 37%, Pavimento rígido con 2% y sin pavimentar el 61% de las calles del Distrito de Morales.

**Tabla 4: Población**

<b>Nombre</b>	<b>Población</b>
Tarapoto	205 362
Cacatachi	3 621
Banda de Shilcayo	44 601
Morales	38 499
San Antonio	1 686
Alberto Leveau	901
Chazuta	10 186
Chipurana	2 298
El Porvenir	2 453
Huimbayoc	5 303
Juan Guerra	3 963
Papaplaya	2 140
Sauce	7 469
Shapaja	1 972

**Fuente:** Censo nacional y vivienda INEI - 2017.

### Interpretación

De acuerdo a la tabla 3 se interpreta el aumento poblacional de la provincia de San Martín, dentro de ella se encuentra el Distrito de Morales con 38 499 habitantes, que como fuente del censo nacional y vivienda INEI – 2017, el porcentaje de crecimiento es de 3.7% en la cual es parte de la mayoría porcentual del crecimiento de la provincia.

**Tabla 5: Tipo de viviendas construidas en el Distrito de Morales**

<b>Material de construcción</b>	<b>Urbano</b>	<b>Rural</b>	<b>Total</b>
Ladrillo o Bloque de cemento	<b>3, 130</b>	25	3, 155
Adobe o tapia	1, 438	65	1, 503
Madera	157	45	202
Quincha	165	50	215
Estera	7	2	9
Piedra con Barro	29	5	34
Piedra o sillar con cal o cemento	8	-	8
Otro material	141	1	160
<b>Total</b>	<b>5, 075</b>	<b>211</b>	<b>5, 286</b>

**Fuente:** Censo nacional de población y vivienda INEI - 2007

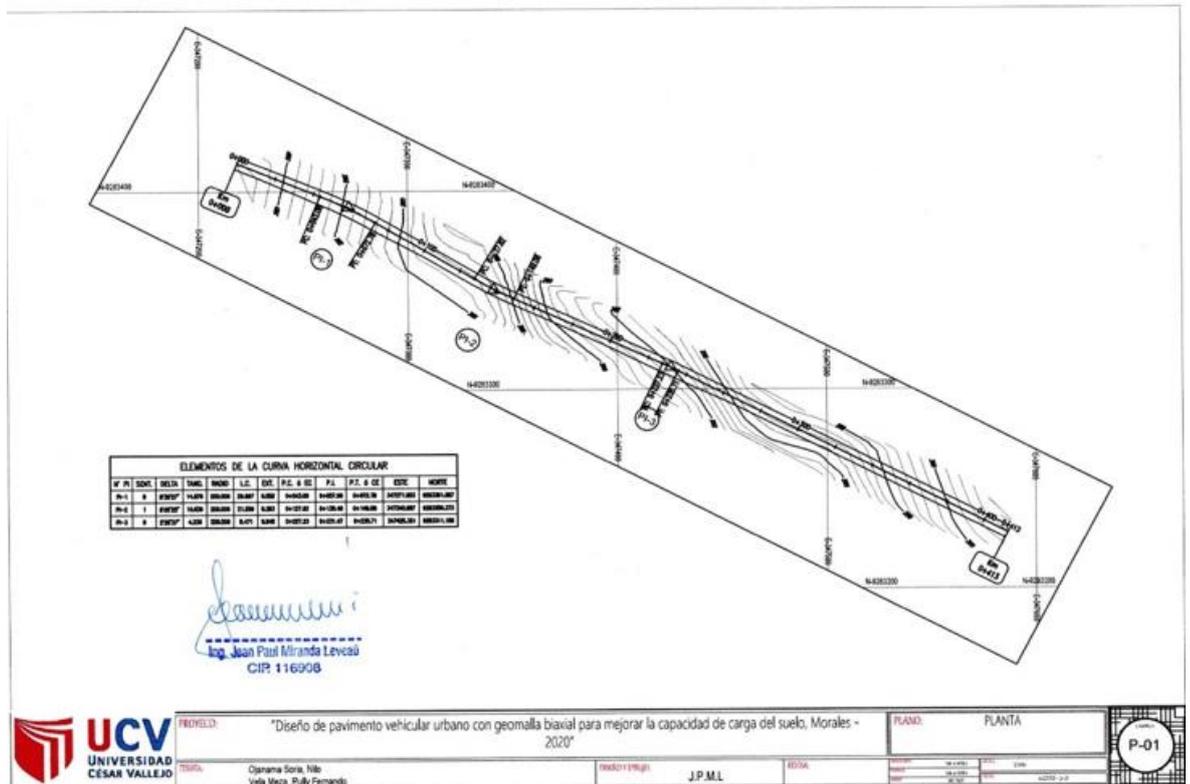
## Interpretación

Los tipos de viviendas dentro de Distrito de Morales en su mayoría se encuentran construidas de ladrillo o bloque de cemento, como segundo lugar se encuentra las viviendas de adobe que también pertenece a la mayor cantidad de viviendas construidas en el distrito de Morales.

### 4.2. Determinar las características topográficas del terreno donde se aplicó la geomalla biaxial.

El principal objetivo del levantamiento topográfico es determinar la posición relativa entre los puntos sobre un plano horizontal, además nos permitirá definir la ubicación altimétrica del eje de la vía, determinando de tal manera el perfil longitudinal y las secciones transversales del Jr. Francisco Pizarro cuadras 4, 5 y 6.

**Imagen 3:** Levantamiento topográfico (Curvas de nivel de la muestra)

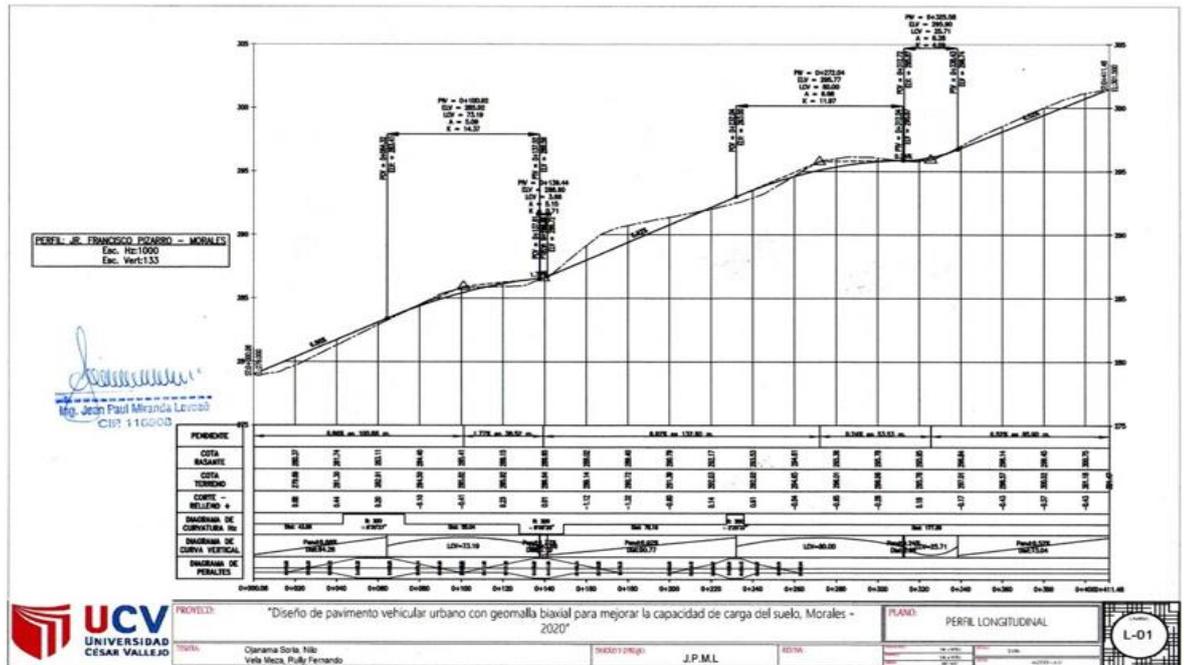


**Fuente:** Elaboración propia.

## Interpretación

En la imagen 3 indica la vista de planta topográfica del Jr. Francisco Pizarro cuadras 4, 5 y 6. Se tiene como mayor elevación de curva de nivel 302 m.s.n.m. y la de menor elevación de 280 m.s.n.m.

**Imagen 4:** Levantamiento topográfico (perfil longitudinal de la muestra)



**Fuente:** Elaboración propia.

## Interpretación

En la imagen 4 indica el perfil longitudinal del Jr. Francisco Pizarro cuadras 4, 5 y 6. Se tiene como pendiente máxima de 6.92% y pendiente mínima 0.24%.

**Tabla 6:** Resultado del levantamiento topográfico

Descripción	Total	Unidad
Cota Inicio	279.69	UTM
Cota Final	301.47	UTM
Volumen de Relleno	440.38	M3
Volumen de Corte	1851.17	M3
Pendiente Máxima	6.92	%
Pendiente Mínima	0.24	%

**Fuente:** Elaboración propia.

### Interpretación

Con los resultados obtenidos de Topografía se puede conocer las pendientes máxima (6.92%) y mínima (0.24%), y los volúmenes de corte y relleno al mismo tiempo las cotas de inicio y final de la C-4 hasta la C-6 del Jr. Francisco Pizarro – Morales con la finalidad de mejorar la capacidad de carga del suelo.

#### 4.3. Determinar las características del estudio de mecánica de suelos del terreno donde se aplicó la geomalla biaxial.

**Tabla 7:** Resultados del Estudio de Mecánicas del Suelo

Calicata	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	O.C.H	LL %	LP %	IP %	SUCS	AASHTO
C - 01	1.891	7.60	28.40	17.99	10.41	SC	A-6=(0)
C - 02	1.916	7.50	27.26	18.01	9.25	SC	A-4=(0)
C - 03	1.894	7.56	19.80	13.30	6.50	SC-SM	A-2-4=(0)

**Fuente:** Los resultados fueron validados en Estudios de proyectos – Geotecnia, ensayos de materiales y tecnología de concreto. Consultores Hermanos C&F - Tarapoto.

### Interpretación

Los resultados obtenidos del estudio de suelo que se realizó se ha encontrado en la calicata 01 un suelo conformado por arena arcillosa, teniendo un índice de plasticidad (IP) de 10.41%, limite liquido (LL) de 28.40% y limite plástico (LP) de 17.99%; calicata 02 está conformada por un suelo arena arcillosa (SC), teniendo un índice de plasticidad (IP) de 9.25%, limite liquido (LL) de 27.26% y limite plástico (LP) de 18.01%; y en la calicata 03 un suelo con arena limosa limosas - arcillosa, teniendo un índice de plasticidad (IP) de 6.50%, limite liquido (LL) de 19.80% y limite plástico (LP) de 13.30% .

**Tabla 8:** Estudio de Relación de soporte de california (C.B.R.)

Calicata	Profundidad (m.)	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 75%
C - 01	0.20 – 1.50	13.80	8.40	4.80
C - 02	0.20 – 1.50	14.40	9.10	5.20
C - 03	0.20 – 1.50	13.40	8.60	5.00

**Fuente:** Los resultados fueron validados en Estudios de proyectos – Geotecnia, ensayos de materiales y tecnología de concreto. Consultores Hermanos C&F – Tarapoto.

### Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos de la tabla 8 se puede observar que de las tres calicatas se realizaron los estudios de relación de soporte de california (C.B.R.) al 75%, 95% y 100%, el cual indica la capacidad portante del suelo e indispensable para el cálculo correspondiente de diseño de pavimento flexible.

#### 4.4. Elaborar el diseño óptimo a utilizar con la geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo.

**Tabla 9:** Trafico actual por tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	162	47.23
Camioneta	112	32.65
C.R.	23	6.71
Micro	0	0.00
Bus Grande	21	6.12
Camión 2E	9	2.62
Camión 3E	3	0.87
SEMI TRAYLER	13	3.79
<b>TOTAL</b>	<b>343</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Los resultados fueron validados en Servicios Generales "CIRR".

### Interpretación

El estudio realizado de los conteos volumétricos y clasificación de vehículos en campo en seis días por motivos de la emergencia sanitaria, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías. Se tuvo como resultado que el índice medio anual (IMD) es de 343 vehículos para el periodo de diseño de 10 años.

**Tabla 10:** Diseño de pavimento vehicular urbano

Tipo de Vehículo	Subrasante (cm)	Sub base (cm)	Base (cm)	C.A (cm)	Mejora capacidad de carga %
Pavimento vehicular urbano convencional	40	15	20	5	20
Pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial en la subrasante	15	15	20	5	38
Pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial en la sub base y base	40	10	15	5	38
Pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial en la sub base	40	0.10	0.20	5	25

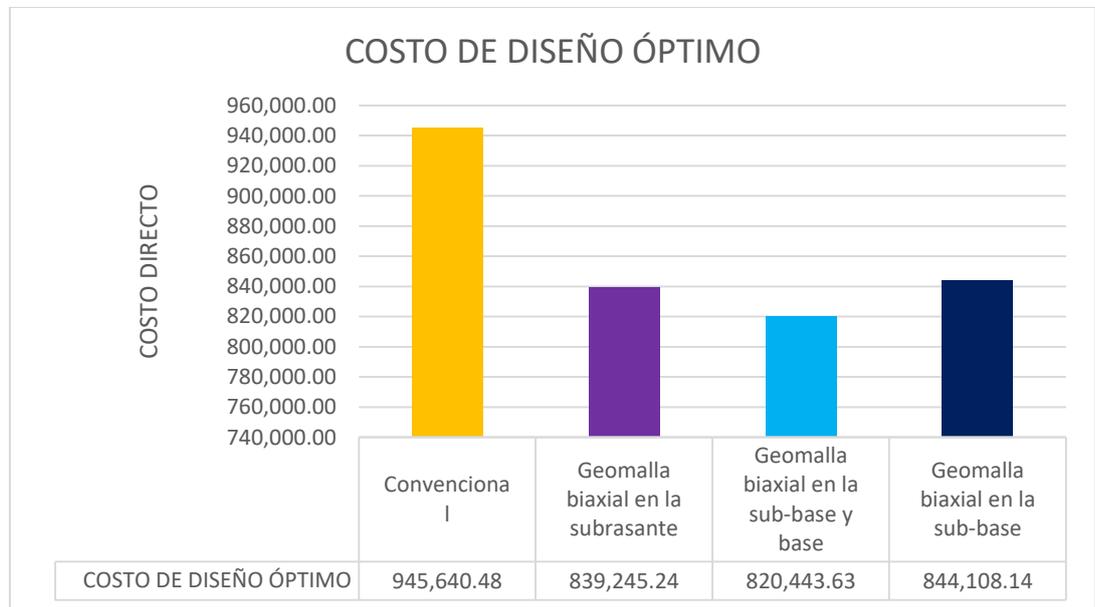
**Fuente:** Los resultados fueron validados en Servicios Generales "CIRR".

### Interpretación

En la tabla 10 se muestra los tipos de diseños realizados para obtener un óptimo resultado, es así que el pavimento vehicular con geomalla biaxial en la sub base y base es uno de los más óptimos ya que al adicionar la geomalla de 20 KN se reduce considerablemente el espesor del pavimento flexible y mejora la capacidad de carga con respecto al método convencional.

#### 4.5. Elaborar el costo del diseño óptimo que se utilizara con la aplicación de geomalla biaxial.

**Imagen 5:** Costo del diseño óptimo



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Interpretación**

De acuerdo a la tabla 11 indica la diferencia de los costos de un pavimento flexible con geomalla biaxial y convencional. Así mismo, se observó que el pavimento vehicular urbano convencional tiene un costo elevado a comparación de los demás diseños que están constituidos con geomalla biaxial.

## V. DISCUSIÓN

**5.1.** Para Sangama (2009), en su investigación señala instaurar un tipo de geo textil destinado a la ejecución de un proyecto u obra específica es necesario aplicar la normatividad AASHTO M-288-05, la cual proporciona los lineamientos y criterios esenciales según las funciones para las cuales se están utilizando, pues puede ser empleado para separar, reforzar, repavimentar, filtrar y drenar, siendo estos divididos en tres clases conforme al rigor de los requerimientos y términos de la instalación y el rendimiento a la que se encuentra expuesto. La Clase I es empleada principalmente cuando las condiciones y requerimientos presentan un nivel de severidad alto, mientras que la Clase II es utilizada en aquellos casos en los que las condiciones y requerimientos presentan un nivel de severidad medio y la Clase III es empleada en aquellos casos en los que las condiciones y requerimientos presentan un nivel de severidad bajo; así pues, las pruebas realizadas dentro del laboratorio para estudiar los geo sintéticos no se llevan a cabo dentro del país y, sólo a través del certificado de calidad presentado por el fabricante es el único medio por el cual se diseñará o supervisará un producto específico de tal manera que su utilización pueda ser aceptada o rechazada

En nuestra investigación indica que las calles se encuentran asfaltadas con pavimentos flexible perteneciente al 37%, Pavimento rígido con 2% y sin pavimentar el 61% de las calles del Distrito de Morales, por lo que los requerimientos y condiciones son aptas para la aplicación del diseño con geomalla.

**5.2.** Para Paredes (2019), En su trabajo de investigación sobre el pavimento flexible es el más económico, de acuerdo a presupuesto elaborado por el tesista, por lo tanto, es el que tiene mayor probabilidad de propuesta para los proyectos de pavimentación de vías urbanas, esto debido a los escasos recursos públicos, se trata de hacer más con menos; Al realizar el ensayo de mecánica de suelos se obtuvo un CBR= 12.00%,

por lo que se concluye el terreno posee una capacidad portante de regular a mala, y debido a esto el terreno de fundación va tener que ser mejorado. La topografía de la zona en estudio es plana y alineada, lo cual constituye una ventaja para el diseño geométrico vial, de acuerdo a la norma E-010 de pavimentos urbanos.

En nuestro trabajo de investigación, se pudo obtener resultados topográficos en el que se aprecia la pendiente Transversal máxima de 10.58% y mínima de 1.25% para determinar los volúmenes de corte y relleno, teniendo un terreno ondulado de tipo 2. Por lo que la topografía de la vía es diferente tipo de terreno.

- 5.3.** Según Jiménez (2017), en su investigación sobre eficiencia de la utilización de las geomallas como elementos de refuerzo en los suelos flexibles. Concluye: que en los suelos flexibles implica que no se puedan mezclar las capas con los elementos de los pavimentos, pudiendo de esta manera disipar los esfuerzos suscitados por una carga superficial hacia un espacio de mayor soporte y brinda mayor capacidad a los suelos, generando un incremento en el periodo de duración de las infraestructuras viales.

En nuestro proyecto de investigación se obtuvo suelos de arena arcillosa, mezcla de arena y arcilla de color amarillento oscuro, suelo húmedo de baja consistencia la cual favorece la aplicación de la geomalla biaxial en el tramo del Jr. Francisco Pizarro cuadras 4, 5 y 6.

- 5.4.** Para Leal (2015), en su investigación sobre separación de las capas de los pavimentos a través de geomallas concluyo: que la construcción de 4 secciones del pavimento haciendo uso de distintas secciones de control, dentro de las cuales sólo en dos de ellas fueron reforzadas por materiales geo textiles, mientras que los dos restantes han sido reforzados con geomallas, por medio del cual se pudo deducir que el rendimiento de los pavimentos flexibles reforzados con los materiales geo textiles no

proporcionan beneficios significativos, pues el índice de mejoramiento sólo fue 0.9; y además se presentaron grietas y fisuras en distintas partes de los pavimentos, mientras que las secciones reforzadas con geomallas brindaron mayor soporte al pavimento.

En nuestra investigación se desarrolló 4 tipos de diseños dentro de ellas se encuentra en pavimento flexible convencional y el resto con geomalla biaxial de 20 KN/m (Tipo A) como se observa en la tabla 10.

- 5.5.** Para Rodríguez (2015), en su investigación planteamiento y comprobación del aporte estructuras de las geomallas dentro de las capas granulares para asegurar la resistencia de las carreteras concluyó: que el uso de geomallas permite reemplazar los materiales que forman parte de la sub base para mejorar su efectividad en un 50%, conllevando así a una disminución de los costos y una reducción del impacto medio ambiental.

En nuestra investigación se pudo conocer el costo óptimo de un pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial, obteniendo resultados favorables en la disminución del costo y la disminución de los espesores del pavimento.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 6.1.** Mediante el estudio realizado, se puede concluir que la mayor cantidad de calles del Distrito de Morales se encuentran sin pavimentar, y que a la vía en cuestión de estudio está ubicado cerca de un abastecimiento de gas y supermercado; generando así un mayor flujo de vehículos.
- 6.2.** Con los resultados obtenidos de la topografía sobre las pendientes longitudinales, pendientes transversales y ubicación para poder establecer la velocidad de diseño; es así que el terreno es de tipo ondulado tipo 2 por la concepción de pendientes longitudinales que se encuentra entre 0.24% y 6.92.
- 6.3.** De acuerdo a la información obtenidos por los ensayos realizados y la visita al terreno, la subrasante está constituido por materiales inadecuados que no reúnen las condiciones para una buena cimentación por tal motivo se tiene que mejorar el terreno natural o subrasante, realizando corte del terreno natural de 0.40 m., de espesor con la finalidad de mejorar la subrasante, y realizar limpieza del terreno y homogenizar la superficie, debiendo compactar todo el fondo excavado y reemplazar con material de características apropiadas, con la finalidad de garantizar la estabilidad del pavimento, el relleno se realizara compactando el terreno natural hasta alcanzar al 90% de la M.D.S., determinado por el proctor modificado, luego se hará e capas no mayores a 20 cm., de espesor.
- 6.4.** Al contar con los cálculos y análisis para el diseño, se llegó a la conclusión que el uso de la geomalla demostró ser una de las soluciones prácticas y económicas para mejorar la capacidad de carga del suelo ya que permitió mejorar las propiedades mecánicas del suelo, viéndose esto reflejado en la reducción de la subrasante y de los espesores del pavimento flexible. Es así que dentro de los diseños planteados para la investigación, se encuentra la que esta aplicada en la sub rasante disminuyendo su espesor y mejorando la capacidad de carga en un 38%.

Así mismo se planteó el uso de la geomalla biaxial en la sub-base y base de un pavimento vehicular urbano, la cual mejoró la capacidad de carga del suelo en un 38% permitiendo reducir el espesor del pavimento flexible y optándolo como diseño óptimo.

- 6.5.** Mediante el estudio realizado, se puede concluir que con el uso de la geomalla biaxial en dicho tramo de estudio se optó por el costo del pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial en la sub-base y base, la cual tendrá una inversión **S/. 820,443.63** para poder ser ejecutada ya que es más económico y óptimo según los estudios realizados.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1.** Se recomienda a las autoridades correspondientes tener en cuenta todos los sectores de las vías de acceso y tránsito del distrito de Morales, debido al crecimiento constante de la población.
- 7.2.** Se recomienda que el levantamiento topográfico sea preciso evitando los cambios drásticos en la latitud, longitud y elevación.
- 7.3.** Se deberá tener especial cuidado en eliminar todo tipo de material extraño, que resultan perjudiciales para la construcción, tales como son: raíces, palos, troncos, material orgánico y otras porciones de la subrasante que no son las apropiadas y no sirven para el objetivo propuesto.
- 7.4.** Para garantizar la permanencia del pavimento, se recomienda que el pavimento tenga un mantenimiento rutinario, preventivo y correctivo durante el periodo de duración previsto.
- 7.5.** Con el uso de la geomalla se obtiene pavimentos en donde se presenta ahorro en los materiales a utilizar, aumento de vida útil de la estructura y se contribuye con los rendimientos de obra, además tener en cuenta la adquisición de la geomalla biaxial, debido al poco consumo de estas su precio de adquisición puede subir y ser perjudicial para el costo del proyecto.

## REFERENCIAS

- AASHTO. *Maintenance Manual. American Association of state Highway and Transportation officials*. Washington. 1993. ISBN: 978-1-56051-376-6 [Fecha de consulta de 2018]
- ABDALLAH, Imad. *Overlay tester results from Dense – Graded Asphalt Concrete Mixes. Accuracy in Characterizing Crack Susceptibility*. 2017.
- ALVA, Jorge. *Uso de geosintéticos en la solución de problemas geotécnicos*. Geos. Perú. 2017.
- ALZA, Augusto. *Uso de geosintéticos en Pavimentos*. Congreso Nacional de Carreteras. Tecnología de Materiales. 2019.
- BERROSPI, Jherson. *Manejo de las geomallas biaxiales de polipropileno en el pavimento flexible de la Av. las Torres en el Distrito de Lurigancho Chosica, Lima, 2017*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. 2017. Lima – Perú.
- BERRY, Peter. *Mecánica de suelos*. American Society of civil Engineers. Vol. 99. 1994
- BRAJA, Das. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. (4° ed.) California: Internacional Thomson Editores.2017.
- CEPEDA, Luciano. *El diseño de la capa de pavimentos en la soldadura de carreteras con geomalla biaxial*. (Artículo científico) Métodos & Materiales. Vol. 6 (1). 2016.
- CIDELSA. *Cidelsa Geomallas*. [En línea]. Lima: 2015. [Fecha de consulta: 24 de octubre del 2017]
- CORREA, Jorge. *Diseño y verificación del pavimento con geomallas en capas granulares para la resistencia de carreteras*. (Tesis de pregrado) Corporación Universitaria Minuto de Dios – Zipaquirá. Colombia. 2015. Recuperado de: [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/3457/TIC\\_RodriguezArangoKaterin\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/3457/TIC_RodriguezArangoKaterin_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- GARCIA, Alejandro. *Evaluación visual de pavimentos*. UNCP. Huancayo. Perú. 2013
- GARIBAY, Jose. *Improved Overlay Tester for fatigue Cracking Resistance of Asphalt Mixtures*. Center for Transportation Infrastructure Systems. 2017.
- GAVILANES, Nydia. *Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de Geomalla aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua- La Maná. Disertación (Artículo científico)*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2012.
- GUILARTE, Ernesto. *Estado de arte de los pavimentos en el Perú*. Construyendo obras. 2015
- HANANDEH, Luck. *Performance of geosynthetic reinforced/stabilized paved roads built over soft soil under cyclic plate loads*. Geotext. Geomembranes. 2016.
- JIMENEZ, Lucio. *Eficiencia de la utilización de las geomallas como elementos de refuerzo en los suelos flexibles (Artículo científico)*. Ingeniería. 2017. México. 21 (1). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/467/46752305006.pdf>
- JUAREZ. *Teorías y aplicaciones de la Mecánica de suelos - Tomo II*. Editorial Limusa, 3° ed. México. 1992.
- LEAL, Valentina. *Separación de capas de pavimento con geomalla*. (Tesis de pregrado). Universidad de Ibagué. Colombia. 2015. Recuperado de: <http://repositorio.unibague.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12313/734/1/Trabajo%20de%20grado%20.pdf>
- MECA, Rubén. *Sistemas anti- reflexión de fisuras en firmes bituminosos de carreteras*. PTCarreteras. 2015.
- MEDINA, Néstor. *Análisis estructural de Pavimentación*. 2da ed. España: Paraninfo.2019.
- MELENDEZ, Alan. *Construcción de vías de acceso a través de la utilización de las geomallas*. Cajamarca, Perú. 2010.
- MELENDEZ, José. *Ingeniería de Pavimentos tomo 1*. 5ta ed. Perú: Instituto Nacional y gerencia. 2016.

- MINISTERIO de TRANSPORTE y COMUNICACIONES (MTC) Manual EVALPAV – *Software para evaluación de pavimentos en carreteras de la superficie asfáltica*. Perú. 2017
- MORENO, Luis. *Mantenimiento y conservación de carreteras*. 2da ed. España: 3ciencias. 2018.
- ÑAUPAS, Humberto. et al. *Metodología de la investigación*. (5° ed.) Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. 2015.
- NOVOA, Luz. *Aplicación de la geomalla triaxial para mejorar la estabilización de suelos*. (Artículo científico) Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2017.
- NUÑEZ, Anselmo. *Estructuras de pavimentos con aplicaciones de geomallas biaxiales para mejorar la resistencia de las calles principales*. (Tesis de pregrado). Universidad del Altiplano. 2016. Puno, Perú.
- OFFENBACKER, Daniel. *Evaluation of the cracking performance of geogrid – reinforced hot – mix asphalt for airfield applications*. Rowan University. Vol. 2 (12). 2019.
- ORREGO, Dany. *Análisis técnico del uso de las geomallas como refuerzo en pavimentos*. Perú. 2014.
- OYEGBILE, Brian. *Applications of geosynthetic membranes in soil stabilization and coastal defense structures*. Science Direct. Vol. 6 (2). 2017.
- PALOMINO, Juan. Et al. *Metodología de la investigación: Guía para elaborar un proyecto en salud y educación*. Perú: Editorial San Marcos. 2016.
- PAREDES, Fernando y DELGADO, Jorge. *Estudio relativo del pavimento flexible y riguroso para la reparación de las calles del centro del Distrito de Tarapoto*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín. 2019. Tarapoto – Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3351/CIVIL%20%20Fernando%20Paredes%20Vela%20%20%26%20Jorge%20Jersson%20Delgado%20Mego.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- REYES, Fredy. *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*. 2da ed. Colombia: Ecoe Ediciones. 2015.

- ROBLES, L. *Geomalla biaxial para optimizar base y subbase de pavimento flexible en la Av. Camino del Inca Izquierdo, distrito de Ventanilla en 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. 2018. Lima – Perú.
- RODRIGUEZ, Ana. *La ingeniería de suelos en las vías terrestres*. Vol. 2. Editorial Limusa. 2014
- RONDO, Hugo. *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*. Colombia. 2015. ISBN: 978 – 612 – 3014 – 263-9.
- SAFAVIZADEH, Ana. *Comparing the performance of fiberglass grid with composite interlayer systems in asphalt concrete*. 2017.
- SALAMANCA, María Angélica; ZULUAGA, Santiago Arturo. *Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, aashto 93 e instituto del asfalto para la vía la ye - Santa Lucia Barranca Lebrija entre los abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del Cesar*. Universidad Católica De Colombia - Facultad De Ingeniería Pavimentos, Bogotá. 2014
- SANGAMA, Llesel. *Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi- santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, Región de San Martin*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martin. 2017. Tarapoto – Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3349/CIVIL%20-%20Llesel%20Sangama%20Ramirez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SANTOS, Eduardo. *Implementación de modelos de pavimento mediante la utilización de geomallas para el tramo de la carretera de la Bajada de Chan duy, Departamento de Pocito* (Artículo científico). Ingeniería en ciencias de la tierra. 2015. Ecuador. 12 (2).
- SARIDE, Sara. *Influence of geosynthetic – interlayers on the performance asphalt overlays on pre – cracked pavements*. Geotext. Geomembranes. 2017.
- SILVA, Andrés. *Uso de las geomallas en vías*. Perumin, Arequipa, Perú. 2013.
- SOLMINIHAC, Hernán. *Gestión de infraestructura vial*. 3ra ed. Chile: Ediciones UC. 2018
- VALENCIA, Rodrigo. *Nuevas tendencias en el diseño y construcción de carreteras reforzadas con geomallas*. San José. 2016. 19 p.

VALENZUELA, José. *Actualización de coeficientes de daño para el diseño de pavimentos flexibles*. Universidad de Sonora. 2015

VARGAS, Esteban. *Geomallas en los parámetros mecánicos de materiales para vías* (Artículo científico). México. 2015. 148p

WALLS, Jaime. *Geogrid Reinforcement of granular bases in flexible pavements*. 2015.

**ANEXOS**

ANEXO N° 01:  
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE  
VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente</b> Pavimento vehicular urbano con geomalla	MORENO (2018), son estructuras que presentan una característica particular, pues se tienden a flexionar dependiendo de las cargas que se encuentren sobre ellas, por lo que generalmente puede observarse en espacios que tienen mayor tráfico o tránsito vehicular, tales como son las vías (p.21)	Son estructuras la cual cuenta características singulares, permitiendo al suelo contar con una mejora en su capacidad. Será evaluada por medio de las dimensiones: Estudio topográfico y de mecánica de suelo.	Estudio topográfico	Levantamiento topográfico	Intervalo
			Estudio mecánica de suelo	de de Granulometría	Razón
<b>Variable dependiente</b> Capacidad de carga del suelo	BERRY (1994) manifiesta que es una expresión que hace referencia a la fricción que existe entre los cimientos y el área del terreno de tal manera que no puedan producirse fallos significativos ocasionados por un esfuerzo cortante en los suelos o un asentamiento excesivo como producto de una sobrecarga (p. 54).	Es la presión máxima que soporta un suelo, en este caso será evaluado por medio de la dimensión: Análisis de mecánica de suelo, con la finalidad de conocer resultados favorables.	Estudio mecánica de suelo	de de Granulometría	Intervalo
			Reducción del espesor del pavimento vehicular urbano	del del Reducción del costo de construcción	Razón

*Fuente: Elaboración propia*

ANEXO N° 02:  
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE  
DATOS

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuente</b>
Ensayos de suelos	Ensayos, análisis de las calicatas	Norma Técnica Peruana 339.129 – 339.128 – 339.127
Planeamiento y seguimiento de diseño	Diseño de pavimento	Norma Técnica Peruana CE. 010. Método AASHTO 93
Planeamiento del presupuesto	S10 Costos y presupuestos	Norma Técnica Peruana CE. 010

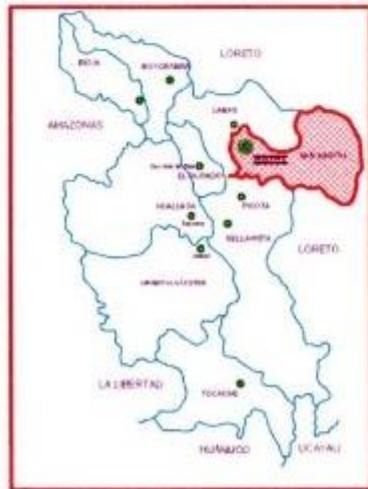
**Fuente:** *Elaboración propia.*

ANEXO N° 03:

UBICACIÓN DEL DE ESTUDIO



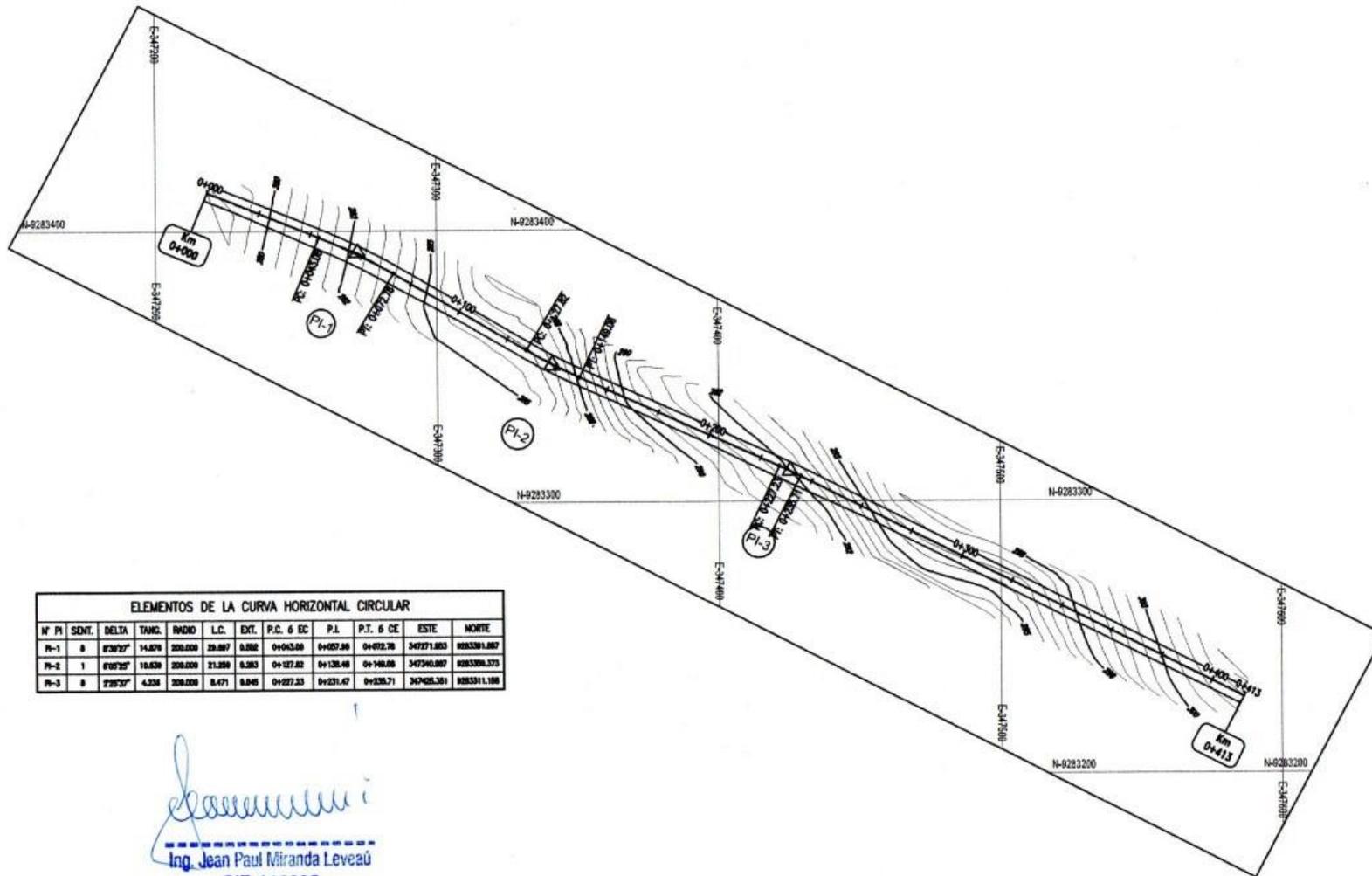
UBICACION GEOGRÁFICA DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN



*Jean Paul Miranda Leveaú*  
 Ing. Jean Paul Miranda Leveaú  
 CIP: 116908

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	PROYECTO: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales – 2020"	PLANO: UBICACION	 Escala: 1/1000 Fecha: AGOSTO - 2020
	TESIS: Ojanama Soria, Nilo Vela Meza, Rully Fernando	DISEÑO Y DIBUJO: J.P.M.L	

ANEXO N° 04:  
ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA



**ELEMENTOS DE LA CURVA HORIZONTAL CIRCULAR**

Nº	PI	SEMI.	DELTA	TANG.	RADIO	L.C.	EXT.	P.C. & EC	P.I.	P.T. & C.E.	ESTE	NORTE
PI-1	8	8°36'30"	14.878	200.000	28.887	8.002	0+043.88	0+057.88	0+072.78	347271.883	8883281.887	
PI-2	1	8°07'25"	18.638	200.000	21.858	8.383	0+127.82	0+138.48	0+148.88	347240.887	8883308.373	
PI-3	8	2°25'30"	4.238	200.000	8.471	8.045	0+227.33	0+231.47	0+235.71	347405.381	8883311.188	

  
 Ing. Jean Paul Miranda Leveau  
 CIP: 116908



**PROYECTO:** "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

**PLANO:** PLANTA

**TESISTA:** Ojanama Soria, Nilo  
Vela Meza, Rubly Fernando

**DISEÑO Y DIBUJO:** J.P.M.L

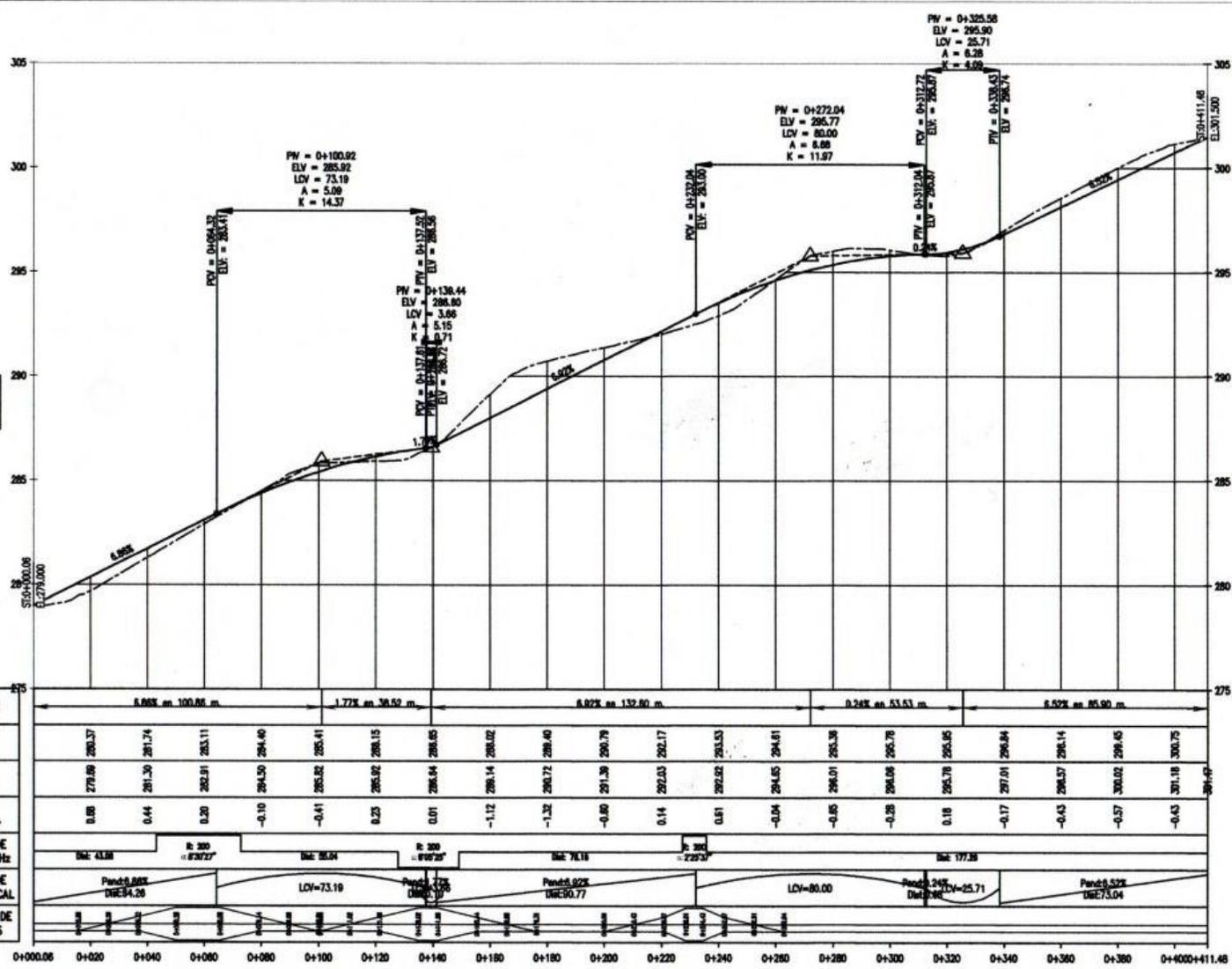
**REVISÁ:**

ESCALA:	1:500	FECHA:	4/2020 - 1/21
PROYECTO:	148. V. 028A	PROYECTO:	148. V. 028A
FECHA:	04/2020	FECHA:	04/2020



PERFIL: JR. FRANCISCO PIZARRO - MORALES  
Esc. H:1000  
Esc. V:133

*Jean Paul Miranda Lovad*  
Ing. Jean Paul Miranda Lovad  
CIP 116903



PENDIENTE	6.96% en 100.00 m		1.77% en 98.02 m		6.92% en 132.00 m		0.24% en 53.53 m		6.52% en 85.00 m												
COTA BASANTE	280.37	281.74	283.11	284.40	285.41	286.15	286.85	288.02	289.40	290.79	292.03	293.17	294.61	295.36	295.78	295.85	296.84	298.14	299.45	300.75	
COTA TERRENO	278.09	281.30	282.81	284.50	285.82	286.15	286.64	286.82	286.71	286.40	286.79	287.03	287.17	287.53	287.88	288.05	288.84	290.14	291.45	292.75	
CORTE - RELLENO +	0.08	0.44	0.28	-0.10	-0.41	0.23	0.01	-1.12	-1.32	-0.80	0.14	0.61	-0.04	-0.85	-0.28	0.18	-0.17	-0.43	-0.57	-0.43	
DIAGRAMA DE CURVATURA Hz	R=200 D=63.72'		R=85.04 D=24.95'		R=200 D=63.72'		R=200 D=63.72'		R=200 D=63.72'		R=200 D=63.72'		R=200 D=63.72'		R=200 D=63.72'		R=200 D=63.72'		R=200 D=63.72'		
DIAGRAMA DE CURVA VERTICAL	Pendiente 6.96% D=63.72'		Pendiente 1.77% D=98.02'		Pendiente 6.92% D=132.00'		Pendiente 0.24% D=53.53'		Pendiente 6.52% D=85.00'												
DIAGRAMA DE PERALTES	[Diagram showing superelevation percentages across the profile]																				



PROYECTO: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

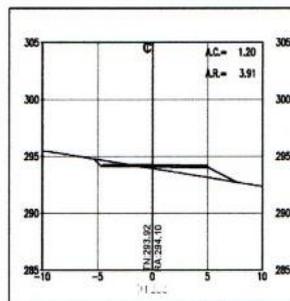
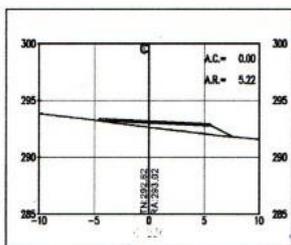
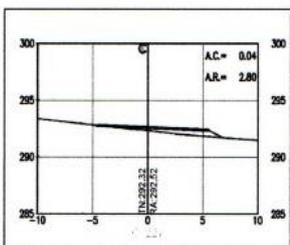
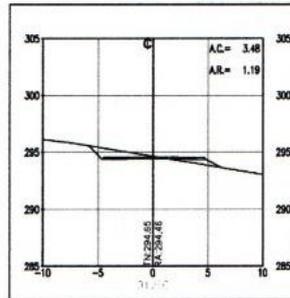
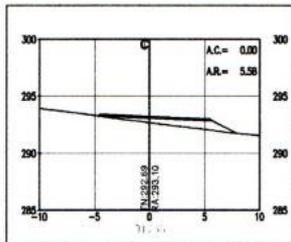
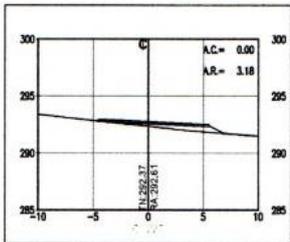
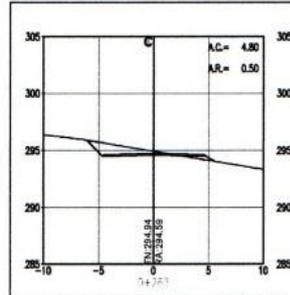
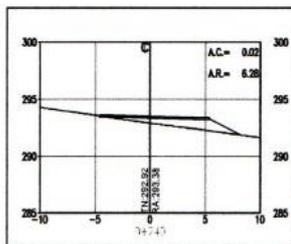
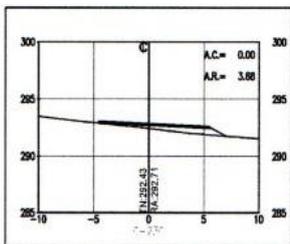
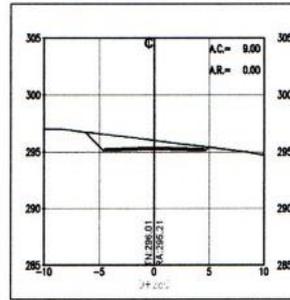
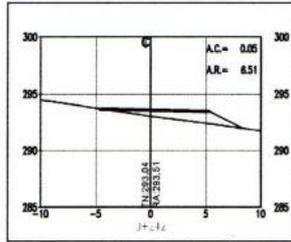
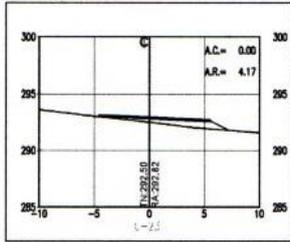
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL

TESTA: Ojanama Soria, Nilo  
Vela Meza, Rully Fernando

DISEÑO Y DIBUJO: J.P.M.L

REVISÁ:

L-01



  
 Ing. Jean Paul Miranda

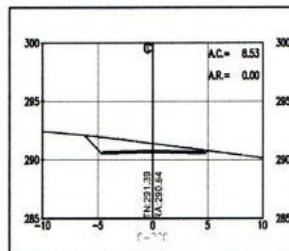
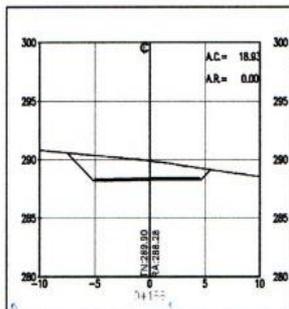
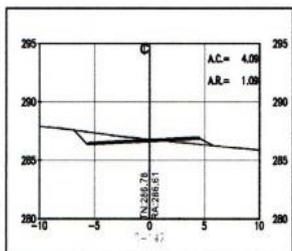
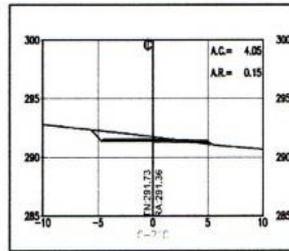
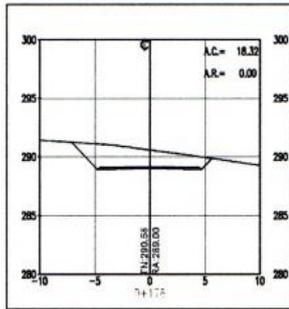
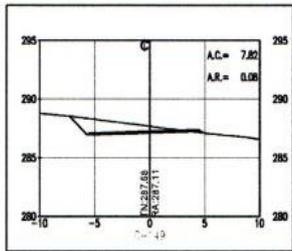
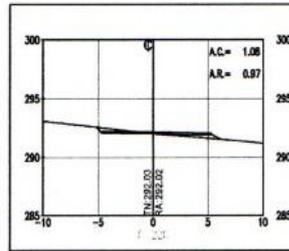
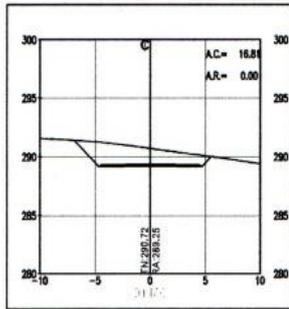
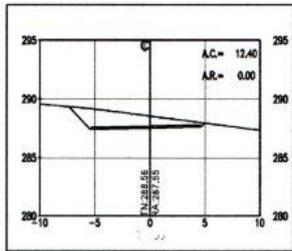
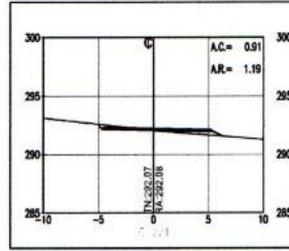
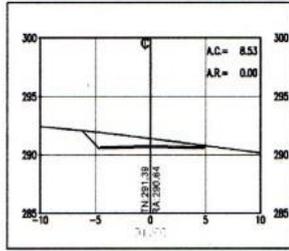
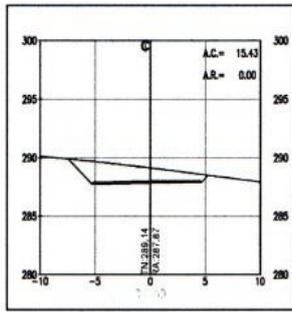


PROYECTO: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"  
 TÍTULO: Ojarana Surta Nilo  
 Voto Mica: Ruby Fernando  
 DISEÑO Y DIBUJO: J.P.M.L.  
 REVISÓ:

PLANO: SECCION TRANSVERSAL

ESCALA:	1:50
FECHA:	12/02/2020
PROYECTO:	12/02/2020





*Paul Miranda Lovato*

Paul Miranda Lovato  
CIP: 410088



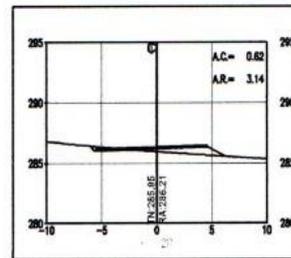
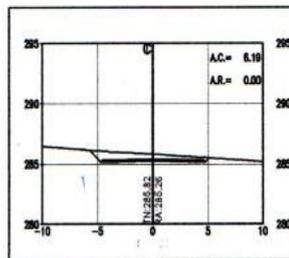
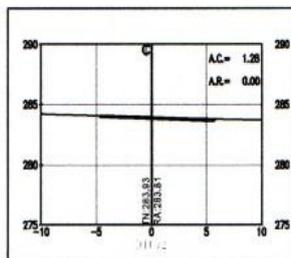
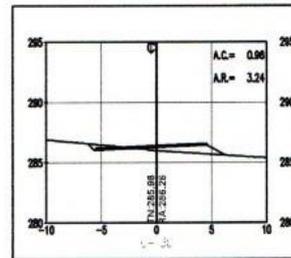
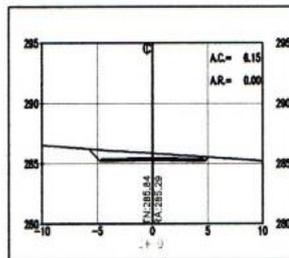
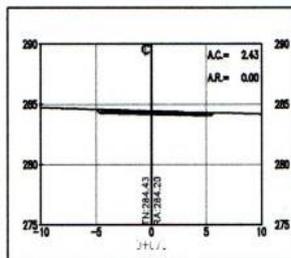
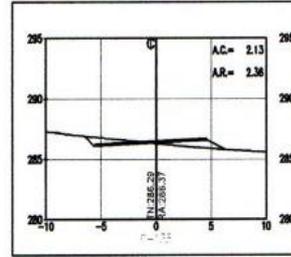
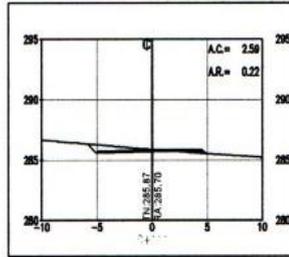
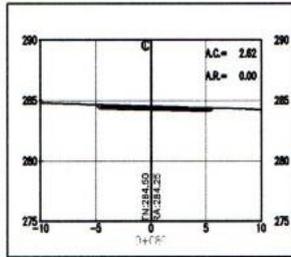
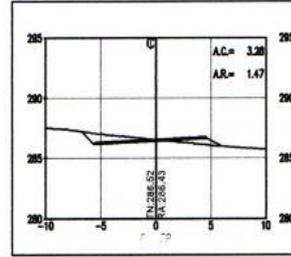
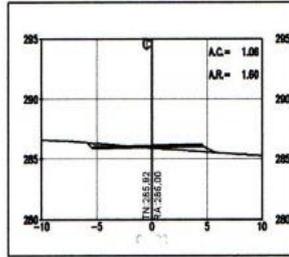
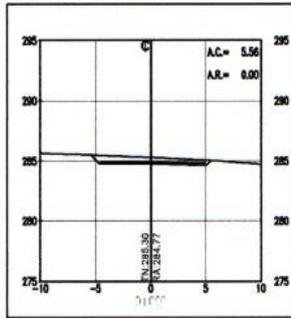
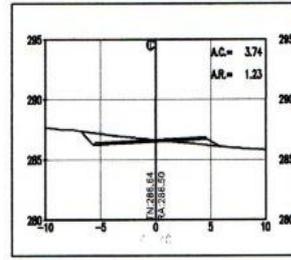
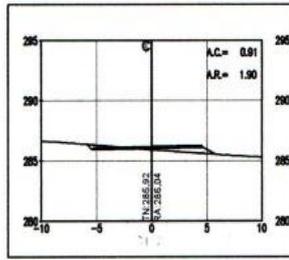
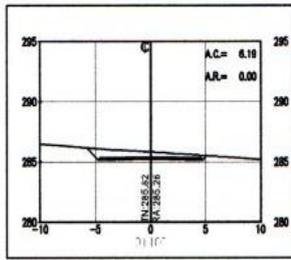
PROYECTO: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga de suelo, Morales - 2020"

TECNICO: Germano Soto, Nilo Vela Mico, Puly Fernando

DISEÑADOR: J.P.M.L

PLANO: SECCION TRANSVERSAL





*Ing. Jean Paul Miranda Lopez*  
CIP: 116908



PROYECTO: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

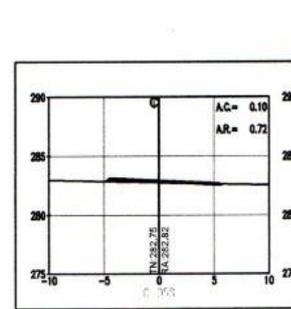
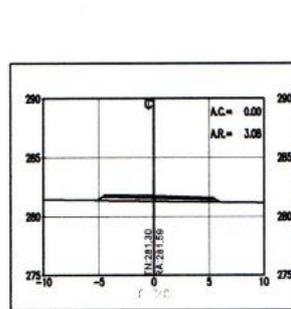
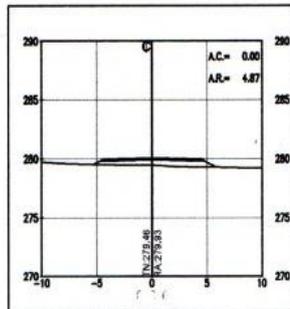
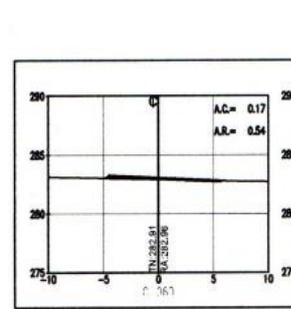
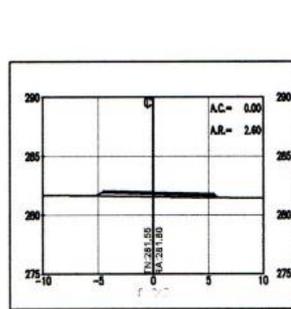
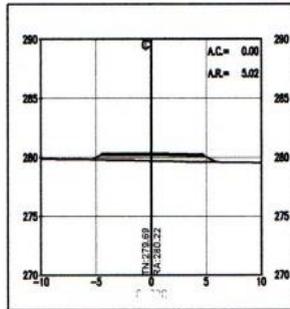
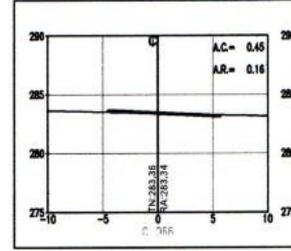
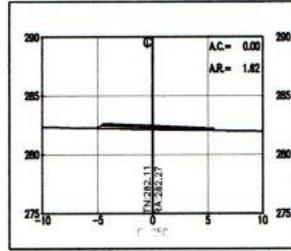
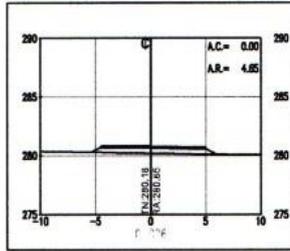
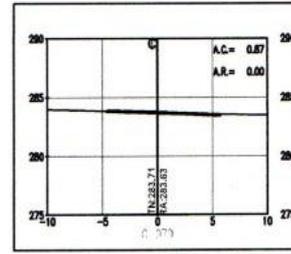
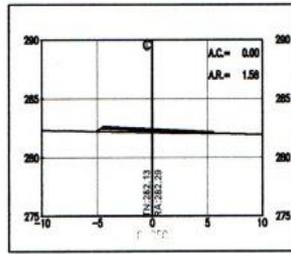
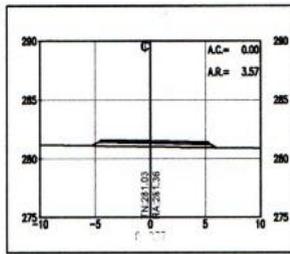
PLANO: SECCION TRANSVERSAL



REVISOR: Osamu Sato, Nilo Vela Meza, Ruby Fernando

DISEÑADOR: J.P.M.L.

ESCALA: 1:50



*Jean Paul Miranda Leveau*  
 Ing. Jean Paul Miranda Leveau  
 CIR: 116903



PROYECTO: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

PLANO: SECCION TRANSVERSAL

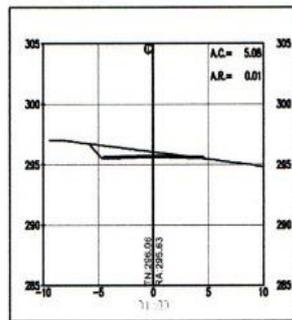
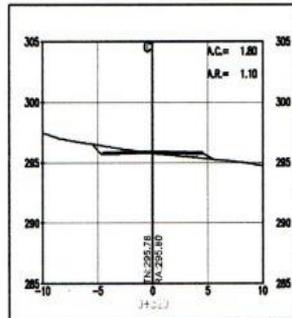
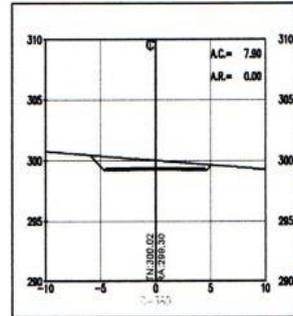
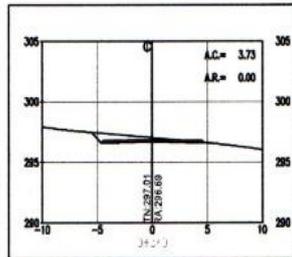
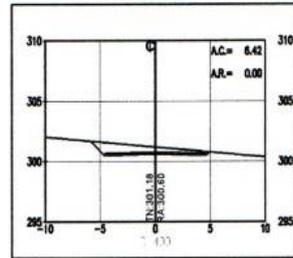
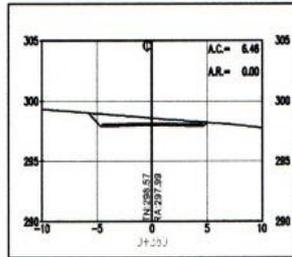


TESISTA: Ojarama Soris, Nils  
 Vela Meza, Ruby Fernando

DESIGNO Y DIBUJO: J.P.M.L.

REVISOR:

FECHA: 2020-08-10  
 HOJA: 10 DE 10  
 ESCALA: 1:50



Ing. Paul Miranda Leiva  
 CIP: 118008



PROYECTO: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

PLAN: SECCION TRANSVERSAL

AUTOR: Ojama Soris Nilo  
 Vela Mira Rudy Fernando

DISEÑO: J.P.M.L

REVIS:

FECHA: 20/08/2021  
 ESCALA: 1:50  
 AUTOPRO: AUTOPRO



**ANEXO N° 05:**  
**CERTIFICADO DE ESTUDIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS**



## CERTIFICADO DE TRABAJO

Tarapoto, 05 de Agosto del 2020

EL GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA **CONSULTORES HERMANOS C & F**, con Ruc: 10409086247 y con Domicilio fiscal en el Jr. Progreso N° 342 Urbanización 09 de Abril - Tarapoto.

### CERTIFICA:

Que, los Alumnos **SR. NILO OJANAMA SORIA** y **SR. RULLY FERNANDO VELA MEZA**, han desempeñado los trabajos de **MECÁNICA DE SUELOS** del Proyecto: *"DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAIXIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020"*, en esta empresa **CONSULTORES HERMANOS C & F**, durante el tiempo de sus permanencias, han demostrado en todo momento responsabilidad, honradez y puntualidad en las labores encomendadas.

Se expide el presente a solicitud de los interesados, para los fines que crea conveniente.

CONSULTORES HERMANOS C&F.

Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinahua  
GERENTE GENERAL

Ing. Franco Putpaña Ushinahua  
INGENIERO CIVIL  
CIP N°: 164274

ANEXO N° 06:

ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

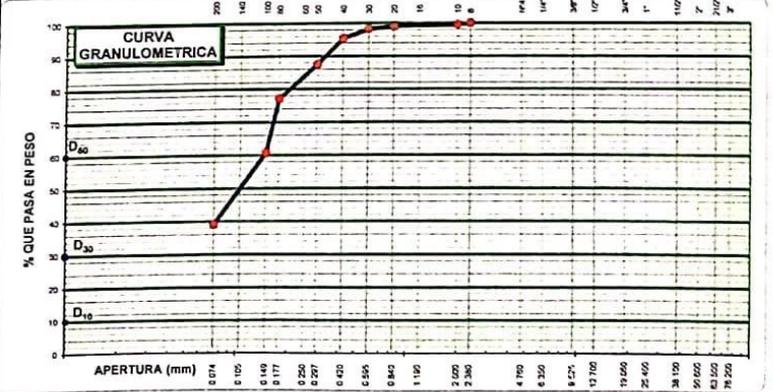
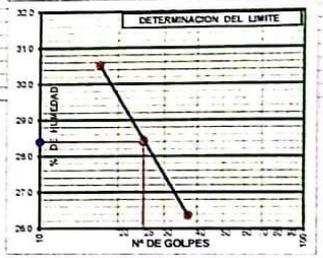
**Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg** NORMAS ASTM: D 422 - D 4318

**PROYECTO:** DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BLANCA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN  
**SOLICITANTE:** SRES. NILO GUANAMA SORIA Y RULLY FERNANDO VELA MEZA  
**MUESTRA:** CALICATA N° 01  
**PROGRESIVA:** JR. FRANCISCO PIZARRO #04  
**PROFUNDIDAD:** 0.20 - 1.50  
**FECHA:** 05-08-2020

Mailla	Peso (gr)	% Retenido	% que pasa		Especificación
mm		Parcial	Accum.	Min	Max
75	290				
2.125	62.540				
75	62.640				
1.125	38.140				
1.18	25.440				
3.48	19.060				
1.18	12.730				
3.58	9.624				
1.47	6.350				
Nod	4.760				
8	2.380	0.0		100.0	
10	2.000	1.6	0.4	99.6	
18	1.190				
20	0.840	2.1	0.5	99.1	
30	0.595	3.3	0.8	98.3	
40	0.420	11.5	2.9	95.4	
50	0.297	31.5	7.9	87.5	
60	0.250				
80	0.177	41.7	10.4	77.1	
100	0.149	65.4	16.4	60.7	
140	0.105				
200	0.074	85.3	21.6	39.2	
		156.6		0.0	

Límite Líquido = 28.40 %  
 Límite Plástico = 17.99 %  
 Índice de Plasticidad = 10.41 %  
 Índice de Fluidez = 0.1  
 Clasificación Suen = SC  
 Clasificación AASHTO = A-6 (0)  
 Humedad Natural = 19.5 %  
 Índice de Consistencia = 0.5  
 Diámetro 10% = D<sub>10</sub> = 0.074 mm  
 Diámetro 50% = D<sub>50</sub> = 0.297 mm  
 Diámetro 60% = D<sub>60</sub> = 0.420 mm  
 Cu = D<sub>60</sub> / D<sub>10</sub> = 5.56  
 Cc = (D<sub>30</sub>)<sup>2</sup> / (D<sub>10</sub> \* D<sub>60</sub>) = 0.0

Límite Líquido	1	2	3
N° de Asesores	13	25	19
Requerimiento N°	1	2	3
R = Suelo Húm	24.75	24.81	24.42
R = Suelo Seco	21.85	22.10	21.96
Peso Recip	12.35	12.57	12.63
Peso Area	2.91	2.71	2.45
Peso S. Seco	9.41	9.83	9.31
% de Humedad	8.84	24.44	24.37
Límite	1	2	3
Requerimiento N°	1	2	3
R = Suelo Húm	10.77	10.52	10.66
R = Suelo Seco	9.91	9.66	9.81
Peso Recip	5.12	4.99	5.11
Peso Area	0.86	0.86	0.85
Peso S. Seco	4.29	4.27	4.26
% de Humedad	17.95	18.03	18.04



OBSERVACIONES Arena arcillosa, mezcla de arena y arcilla de color negrusco claro, suelo húmedo de baja consistencia.

*(Firma)*  
**Ing. Franco Putpaña Ushinahu**  
 INGENIERO CIVIL  
 GIP N°: 164274

**CONSULTORES HERMANOS C&F**  
*(Firma)*  
**Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinahu**  
 GERENTE GENERAL



## CONSULTORES HERMANOS

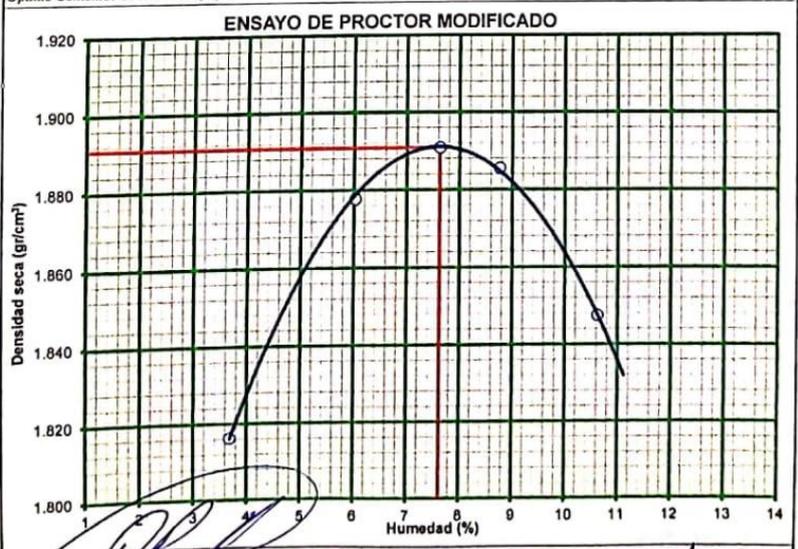
# C&F

ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA -  
ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA DE CONCRETO



OFICINA: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO      Email: chalito\_0180@hotmail.com  
RUC. 10409086247      CEL. 944488627 RPM: #944488627

ENSAYO DE LA RELACION DE PROCTOR MODIFICADO		NORMA ASTM : D 1557			
<b>PROYECTO</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAJIAL PARA MEJORAR CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020				
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN				
<b>SOLICITANTE</b>	SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULLY FERNANDO VELA MEZA				
<b>MUESTRA</b>	CALICATA N° 01				
<b>PROGRESIVA</b>	JR. FRANCISCO PIZARRO #04				
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.20 - 1.50				
<b>FECHA</b>	05-08-2020				
<b>Compactación</b>					
Prueba N°	C°				
Numero de capas	1	2	3	4	5
Numero de golpes	56	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	10300	10525	10650	10635	
Peso molde (gr.)	6370	6370	6370	6370	
Peso suelo compactado (gr.)	3930	4155	4280	4265	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2087	2087	2087	2087	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.883	1.991	2.051	2.044	
<b>Humedad (%)</b>					
Tara N°	1	2	3	4	5
Tara + suelo húmedo (gr.)	356.70	375.85	355.40	363.00	
Tara + suelo seco (gr.)	345.30	356.12	330.10	333.20	
Peso de agua (gr.)	11.40	19.73	25.30	29.80	
Peso de tara (gr.)	35.60	28.80	41.40	52.56	
Peso de suelo seco (gr.)	309.7	327.3	288.7	280.6	
Humedad (%)	3.7	6.0	8.8	10.6	10.6
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.816	1.878	1.886	1.847	1.847
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) :	1.891				
Optimo Contenido de Humedad (%) :	7.6				



  
**Ing. Franco Putpaña Ushinahu**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP N° 164274**

**CONSULTORES HERMANOS C&F.**  
  
**Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinahu**  
**GERENTE GENERAL**



# CONSULTORES HERMANOS

## C&F

ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA  
ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA DE CONCRETO



OFICINA: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO  
UC. 10409086247

Email: chalito\_0180@hotmail.com  
CEL. 944488627 RPM: #94448862

ENSAJO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)		NORMA ASTM : D 1883
<b>PROYECTO</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAXIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020	
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN	
<b>SOLICITANTE</b>	SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULLY FERNANDO VELA MEZA	
<b>MUESTRA</b>	CALICATA N° 01	
<b>PROGRESIVA</b>	JR. FRANCISCO PIZARRO #04	
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.20 - 1.50	
<b>FECHA</b>	05-08-2020	

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.893  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.63

Anillo CBR: 2000 Lbs.

Compactación			
Molde N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	11504	11178	10963
Peso molde (gr.)	7245	7120	7089
Peso suelo compactado (gr.)	4259	4058	3874
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2069	2073	2079
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.058	1.958	1.863

Humedad (%)			
Tara N°	1	2	3
Tara + suelo húmedo (gr.)	345.60	362.45	338.45
Tara + suelo seco (gr.)	324.61	339.45	317.45
Peso de agua (gr.)	20.9	23.0	21.0
Peso de tara (gr.)	45.2	35.9	41.8
Peso de suelo seco (gr.)	279.4	303.6	275.7
Humedad (%)	7.51	7.58	7.62
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.915	1.820	1.731

Aplicación de Carga							
Penetración (mm.)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I		Molde II		Molde III	
		Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.64		50	2.9	25	1.9	10	1.4
1.27		116	5.4	71	3.7	32	2.2
1.91		176	7.7	109	5.1	58	3.2
2.54	70	230	9.8	150	6.7	76	3.9
3.81		317	13.1	196	8.5	102	4.9
5.08	104	390	15.8	238	10.1	121	5.6
6.35		456	18.4	278	11.6	145	6.5
7.62							
8.89							
10.16							
11.43							
12.70							

### Expansión:

Fecha	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
05-08-2020	6	15	22
06-08-20	18	32	48
07-08-20	55	69	79
08-08-20	78	105	115
09-08-20	101	124	148
% EXP.	2.11	2.42	2.80

Ing. Franco Putpaña Ushinshua  
INGENIERO CIVIL  
CIP N°: 184274

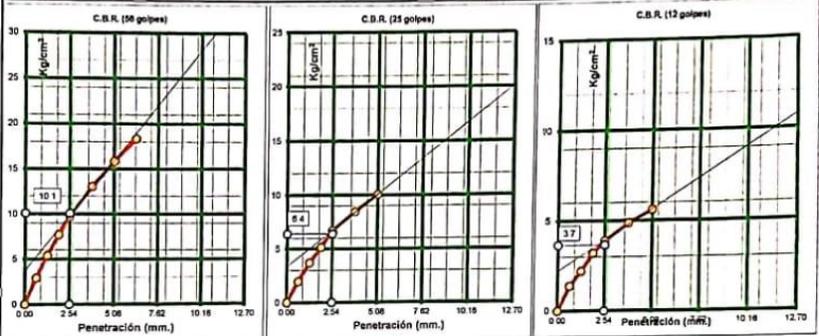
CONSULTORES HERMANOS C&F.  
  
Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinshua  
GERENTE GENERAL

**CONSULTORES HERMANOS**  
**C&F**  
ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA  
ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

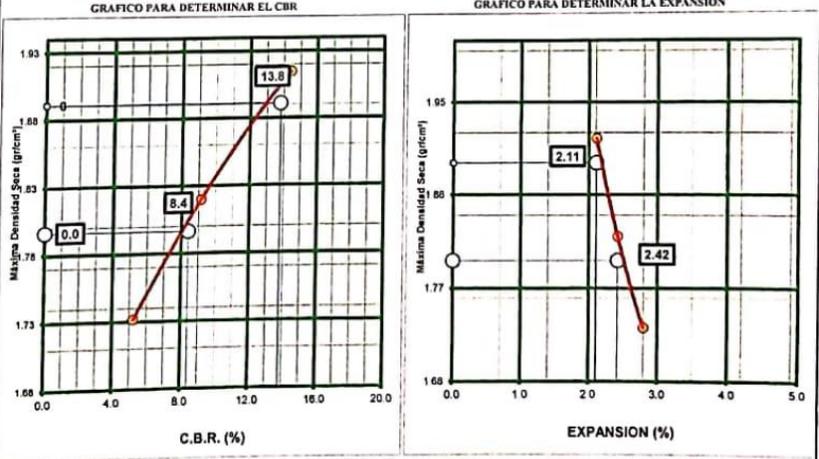
OFICINA: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO      Email: chalito\_0180@hotmail.com  
RUC. 10409086247      CEL. 944488627 RPM: #944488627

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)      NORMA ASTM : D 1883

**PROYECTO**      DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAXIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020  
**UBICACIÓN**      DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN  
**SOLICITANTE**      SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULLY FERNANDO VELA MEZA  
**MUESTRA**      CALICATA N° 01  
**PROGRESIVA**      JR. FRANCISCO PIZARRO #04  
**PROFUNDIDAD**      0.20 - 1.50  
**FECHA**      05-08-2020



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES: 13.8      C.B.R. (0.1")-25 GOLPES: 8.4      C.B.R. (0.1")-12 GOLPES: 4.3



<b>C.B.R</b>	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": <b>13.8 %</b>	<b>EXPANSIÓN</b>	EXP. (100% M.D.S.) 0.1": <b>2.1 %</b>
	C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": <b>8.4 %</b>		EXP. (95% M.D.S.) 0.1": <b>2.4 %</b>

<b>DATOS DEL PROCTOR</b>		
100% DE M.D.S.: <b>1.501</b>	95% DE M.D.S.: <b>1.796</b>	OPTIMO CONTENIDO HUMEDAD: <b>7.63</b>

*Ing. Franco Putpaña Ushinahu*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N°: 164274

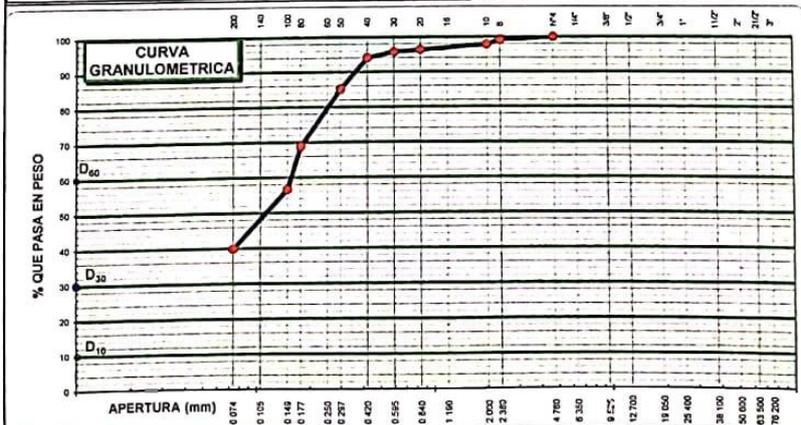
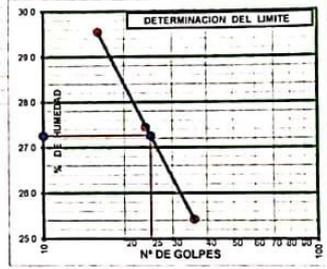
**CONSULTORES HERMANOS C&F**  
*Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinahu*  
GERENTE GENERAL

**Análisis Mecánico por Tamizado y Limites de Atterberg**      **NORMAS ASTM: D 422 - D 4318**

**PROYECTO:** DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAJIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN  
**SOLICITANTE:** SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULLY FERNANDO VELA MEZA  
**MUESTRA:** CALICATA N° 02  
**CUADRA:** JR. FRANCISCO PIZARRO #05  
**PROFUNDIDAD:** 0.20 - 1.50  
**FECHA:** 05-08-2020

Malla	Peso (gr)	Húmeda		Seca		Especificación
		45.3	400.0	400.0	400.0	
Tamiz	mm.	Peso función lavada		Limo		
		Parcial	Acum.	pas	Min	Max
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
No.4	4.750	0.0		100.0		
8	2.380	3.2	0.8	99.2		
10	2.000	5.2	1.3	97.9		
16	1.190					
20	0.840	6.3	1.6	3.7	96.3	
30	0.595	2.3	0.6	4.3	95.8	
40	0.420	6.8	1.7	6.0	94.1	
50	0.297	35.6	8.9	14.9	85.2	
60	0.250					
80	0.177	65.3	16.3	31.2	68.8	
100	0.149	48.9	12.2	43.4	56.6	
140	0.105					
200	0.074	66.9	16.7	60.1	39.9	
pas		0.0		0.0		

Limite Líquido - ASTM D 422			
Lavado	1	2	3
N° de Golpes	16	24	36
Recipiente N°	1	2	3
R + Suelo Hum	24.66	23.88	24.52
R + Suelo Seco	21.93	21.24	22.14
Peso Recip	12.69	11.62	12.78
Peso Agua	2.73	2.61	2.78
Peso S. Seco	9.21	9.62	9.36
Coef. Humedad	29.53	27.44	29.33
Lavado	1	2	3
Recipiente N°	12	13	14
R + Suelo Hum	10.54	10.33	10.49
R + Suelo Seco	9.64	9.50	9.59
Peso Recip	4.58	4.95	4.88
Peso Agua	0.99	0.81	0.90
Peso S. Seco	5.19	4.55	4.91
Coef. Humedad	17.79	18.21	18.33



**OBSERVACIONES:** Arena Acilosa, mezcla de arena y arcilla de color amarillento oscuro, suelo muy húmedo de baja consistencia.

*[Firma]*  
**Ing. Franco Putpaña Ushinahu**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°: 164274

**CONSULTORES HERMANOS C&F.**  
*[Firma]*  
**Ing. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinahu**  
 GERENTE GENERAL



## CONSULTORES HERMANOS

### C&F

ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA  
ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA DE CONCRETO



OFICINA: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO  
RUC. 10409086247

Email: chaito\_0180@hotmail.com  
CEL. 944488627 RPM: 9944488627

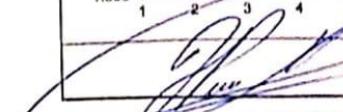
ENSAYO DE LA RELACION DE PROCTOR MODIFICADO	NORMA ASTM D 1557
<b>PROYECTO</b> DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAXIAL PARA MEJORAR CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020	
<b>UBICACIÓN</b> DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN	
<b>SOLICITANTE</b> SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RUIY FERNANDO VILA MEZA	
<b>MUESTRA</b> CALICATA N° 02	
<b>CUADRA</b> JR. FRANCISCO PIZARRO #05	
<b>PROFUNDIDAD</b> 0.20 - 1.50	
<b>FECHA</b> 05-08-2020	

Compactación	γ <sub>c</sub>			
Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	10315	10581	10700	10658
Peso molde (gr.)	6370	6370	6370	6370
Peso suelo compactado (gr.)	3965	4211	4330	4288
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2087	2087	2087	2087
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.900	2.019	2.075	2.055

Humedad (%)					
Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo húmedo (gr.)	356.60	375.85	355.40	363.54	
Tara + suelo seco (gr.)	345.30	356.12	330.10	333.20	
Peso de agua (gr.)	11.30	19.73	25.30	30.34	
Peso de tara (gr.)	35.60	28.80	41.40	52.56	
Peso de suelo seco (gr.)	309.7	327.3	288.7	280.6	
Humedad (%)	3.6	6.0	8.8	10.8	10.8
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.833	1.904	1.908	1.854	1.854

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.916  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.5



  
**Ing. Franco Putpa Ushihahua**  
 INGENIERO CIVIL  
 OIP N° 184274

**CONSULTORES HERMANOS C.&F.**  
  
 Bach. Geo. Carlos R. Putpa Ushihahua  
 GERENTE GENERAL

# CONSULTORES HERMANOS

## C&F

ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA  
ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

OFICINA: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO Email: challto\_0180@hotmail.com  
TEL. 10409086247 CEL. 944488627 RPM: #944488

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMA ASTM : D 1883

**PROYECTO** DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAIXIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020

**UBICACIÓN** DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN

**SOLICITANTE** SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULLY FERNANDEZ

**MUESTRA** CALICATA Nº 02

**CUADRA** JR. FRANCISCO PIZARRO #05

**PROFUNDIDAD** 0.20 - 1.50

**FECHA** 05-08-2020

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.916 Anillo CBR: 2000 Lbs.  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.49

**Compactación**

Molde Nº	1	2	3
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	11504	11178	10963
Peso molde (gr.)	7245	7120	7089
Peso suelo compactado (gr.)	4259	4058	3874
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2069	2073	2079
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.058	1.958	1.863

**Humedad (%)**

Tara Nº	1	2	3
Tara+suelo húmedo (gr.)	350.20	360.22	335.20
Tara+suelo seco (gr.)	324.61	339.45	317.45
Peso de agua (gr.)	25.6	20.8	17.8
Peso de tara (gr.)	45.2	35.9	41.8
Peso de suelo seco (gr.)	279.4	303.6	275.7
Humedad (%)	9.16	6.84	6.44
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.886	1.832	1.751

**Aplicación de Carga**

Penetración (mm.)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I		Molde II		Molde III	
		Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.64		56	3.1	28	2.1	12	1.5
1.27		115	5.4	71	3.7	32	2.2
1.91		180	7.9	109	5.1	58	3.2
2.54	70	241	10.2	146	6.6	72	3.7
3.81		316	13.0	196	8.5	102	4.9
5.08	104	379	15.4	238	10.1	121	5.6
6.35		455	18.3	278	11.6	145	6.5
7.62							
8.89							
10.16							
11.43							
12.70							

**Expansión:**

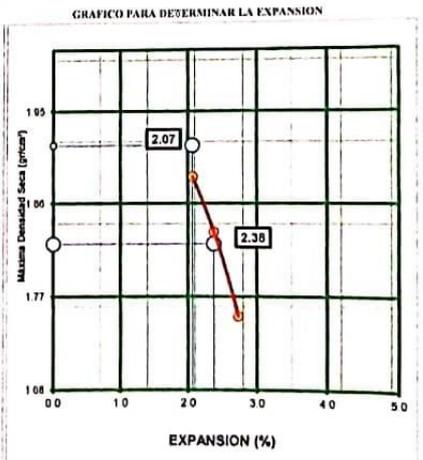
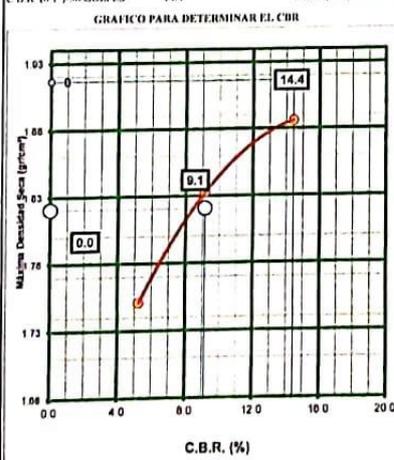
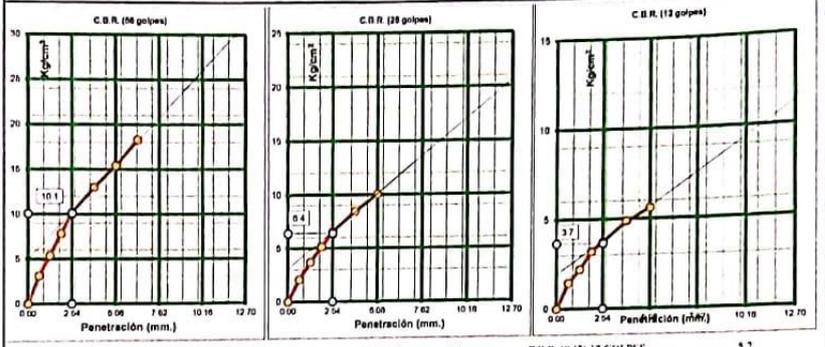
Fecha	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
05-08-2020	8	17	25
06-08-20	18	32	48
07-08-20	55	69	79
08-08-20	78	105	115
09-08-20	101	124	148
% EXP.	2.07	2.38	2.73

  
Ing. Franco Putpaña Ushinahui  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº: 164274

  
CONSULTORES HERMANOS C.A.  
Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinahui  
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMA ASTM : D 1883

**PROYECTO** DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAXIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020  
**UBICACIÓN** DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN  
**SOLICITANTE** SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULLY FERNANDO VELA MEZA  
**MUESTRA** CALICATA N° 02  
**CUADRA** JR. FRANCISCO PIZARRO #05  
**PROFUNDIDAD** 0.20 - 1.50  
**FECHA** 05-08-2020



<b>C.B.R.</b>	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1% <b>14.4 %</b>	<b>EXPANSION</b>	EXP. (100% M.D.S.) 0.1% <b>2.1 %</b>
	C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1% <b>9.1 %</b>		EXP. (95% M.D.S.) 0.1% <b>2.4 %</b>
<b>DATOS DEL PROCTOR</b>			
100% DE M.D.S. <b>1.916</b>	95% DE M.D.S. : <b>1.821</b>	OPTIMO CONTENIDO HUMEDAD <b>7.49</b>	

Ing. Franco Pulpaña Ushinahu  
INGENIERO CIVIL  
CIP N°: 164274

CONSULTORES HERMANOS C&F.  
Bach. Geo. Carlos A. Pulpaña Ushinahu  
GERENTE GENERAL

# CONSULTORES HERMANOS C&F

ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA  
ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

OFICINA: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO      Email: challito\_0180@hotmail.com  
RUC. 10409086247      CEL. 944488627 RPM: #944488627

**Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg**      **NORMAS ASTM: D 422 - D 4318**

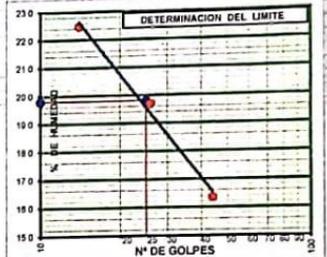
**PROYECTO:** DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAXIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, MORALES - 2020  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN  
**SOLICITANTE:** SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULLY FERNANDO VELA MEZA  
**MUESTRA:** CALICATA N° 03  
**PROGRESIVA:** JR. FRANCISCO PIZARRO #00  
**PROFUNDIDAD:** 0.20 - 1.50  
**FECHA:** 05-08-2020

Datos de ensayo	Peso de muestra		Húmeda		Seca		Especificación
	330.0	330.0	640.5	530.0	586	586	
	Peso fracción lavada		439.9		Limo		
Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Retenido	% que pasa	Min	Max	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
No.4	4.760	0.00					100.0
8	2.380	60.20	11.4	11.4			88.6
10	2.000	91.00	17.2	28.5			71.5
16	1.190						
20	0.840	20.00	3.8	32.3			67.7
30	0.595	10.20	1.9	34.2			65.8
40	0.420	50.00	9.4	43.7			56.3
50	0.297	30.00	5.7	49.3			50.7
60	0.250						
80	0.177	40.00	7.5	56.9			43.1
100	0.149	55.00	10.4	67.2			32.8
140	0.105						
200	0.074	83.50	15.8	83.0			17.0
masa		30.0					0.0

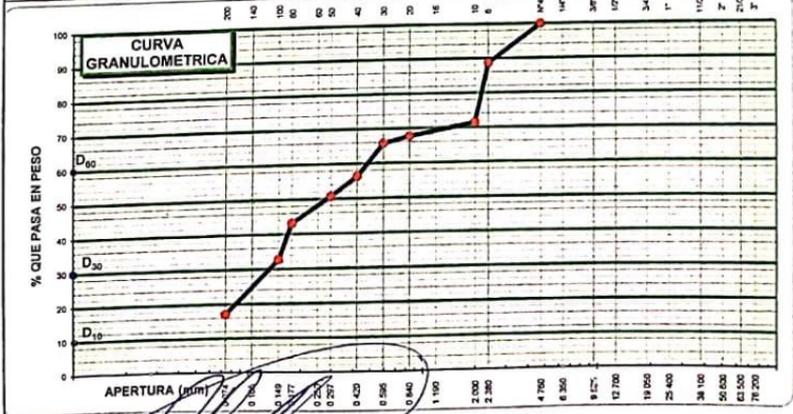
Límite Líquido	ASTM D 423		
	1	2	3
N° de Golpes	14	26	24
Resquebraje h°	01	02	01
R + Suelo Húmedo	28.30	27.93	27.90
R + Suelo Seco	23.51	23.62	23.84
R + Suelo Seco	13.65	13.89	13.24
Peso Recip.	2.67	2.11	2.16
Peso Agua	11.88	11.71	12.66
Peso S. Seco	11.88	11.71	12.66
% de Humedad	22.17	19.67	16.38
Finura	1	1	1

Límite Plástico	ASTM D 424		
	1	2	3
Receptivo N°	01	02	03
R + Suelo Húmedo	11.80	11.43	11.75
R + Suelo Seco	10.98	10.89	11.00
Peso Recip.	5.89	5.74	5.86
Peso Agua	0.82	0.54	0.75
Peso S. Seco	5.07	5.15	5.14
% de Humedad	16.11	10.47	14.59



Límite Líquido: 19.80%      Índice de Consistencia = 1.1  
 Límite Plástico: 13.30%      Índice de Fluidez = -0.6  
 Índice de Plasticidad: 6.50%      Diámetro 10%: D<sub>10</sub> =  
 Clasificación Sus: SC-SM      Diámetro 30%: D<sub>30</sub> =  
 Clasificación AASHTO: A-2-4 (0)      Diámetro 60%: D<sub>60</sub> =  
 Humedad Natural: 9.31%      Cu = D<sub>60</sub> / D<sub>10</sub> =  
 Cc = (D<sub>30</sub>)<sup>2</sup> / (D<sub>10</sub> \* D<sub>60</sub>) =



OBSERVACIONES: Arena limosa y arcillosa, suelo húmedo de mediana consistencia.

  
**Ing. Franco Putpaña Ushinahu**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°: 164274

  
**Bach. Ger. Carlos A. Putpaña Ushinahu**  
 GERENTE GENERAL

# CONSULTORES HERMANOS

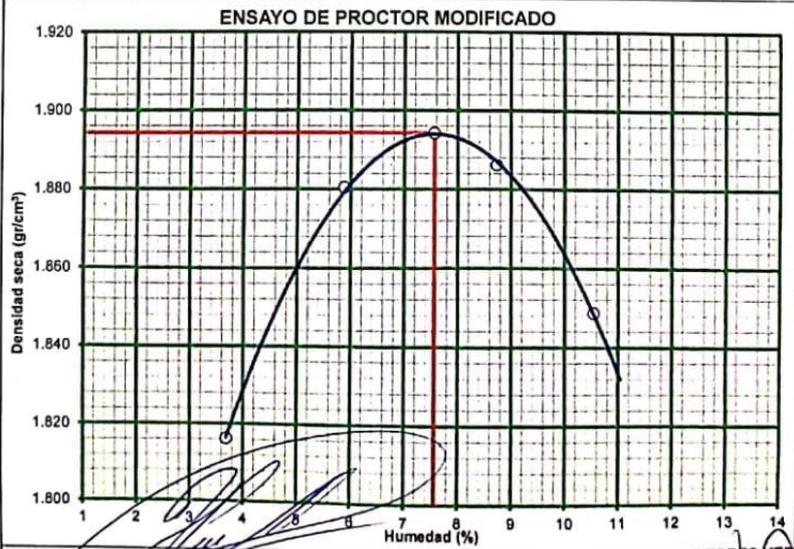
## C&F

ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA  
ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

DIRECCION: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO  
TEL: 10409086247

Email: challto\_0180@hotmail.com  
CEL. 944488627 RPM: #944488

ENSAYO DE LA RELACION DE PROCTOR MODIFICADO		NORMA ASTM : D 1557			
<b>PROYECTO</b>	DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAxIAL PARA MEJORAR				
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN				
<b>SOLICITANTE</b>	SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULLY FERNANDO VELA MEZA				
<b>MUESTRA</b>	CALICATA N° 03				
<b>PROGRESIVA</b>	JR. FRANCISCO PIZARRO #06				
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.20 - 1.50				
<b>FECHA</b>	05-08-2020				
<b>Compactación "C"</b>					
Prueba N°	1	2	3	4	
Numero de capas	5	5	5	5	
Numero de golpes	56	56	56	56	
Peso suelo + molde (gr.)	10300	10525	10650	10635	
Peso molde (gr.)	6370	6370	6370	6370	
Peso suelo compactado (gr.)	3930	4155	4280	4265	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2087	2087	2087	2087	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.883	1.991	2.051	2.044	
<b>Humedad (%)</b>					
Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo húmedo (gr.)	356.70	375.85	355.40	363.00	
Tara + suelo seco (gr.)	345.30	356.60	330.20	333.40	
Peso de agua (gr.)	11.40	19.25	25.20	29.60	
Peso de tara (gr.)	35.60	28.80	41.40	32.56	
Peso de suelo seco (gr.)	309.7	327.8	288.8	280.8	
Humedad (%)	3.7	5.9	8.7	10.5	10.5
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.816	1.880	1.886	1.849	1.849
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.894				
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.6				



Ing. Franco Putpaña Ushinahu  
INGENIERO CIVIL  
CIP N°: 164274

CONSULTORES HERMANOS C&F.  
Bach. GR. Carlos A. Putpaña Ushinahu  
GERENTE GENERAL

# CONSULTORES HERMANOS

## C&F

ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA  
ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO  
09086247

Email: chalito\_0180@hotmail.com  
CEL. 944488627 RPM: #94

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NORMA ASTM : D 1883

**PROYECTO** DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAXIAL PARA MI  
**UBICACIÓN** DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN  
**SOLICITANTE** SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RULY FERNANDEZ  
**MUESTRA** CALICATA N° 03  
**PROGRESIVA** JR. FRANCISCO PIZARRO #06  
**PROFUNDIDAD** 0.20 - 1.50  
**FECHA** 05-08-2020

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.894  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.56

Anillo CBR: 2000 l.bs.

**Compactación**

Molde N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	11504	11178	10963
Peso molde (gr.)	7245	7120	7089
Peso suelo compactado (gr.)	4259	4058	3874
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2069	2073	2079
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.058	1.958	1.863

**Humedad (%)**

Tara N°	1	2	3
Tara + suelo húmedo (gr.)	345.60	362.45	338.45
Tara + suelo seco (gr.)	324.61	339.45	317.45
Peso de agua (gr.)	21.0	23.0	21.0
Peso de tara (gr.)	45.2	35.9	41.8
Peso de suelo seco (gr.)	279.4	303.6	275.7
Humedad (%)	7.51	7.58	7.62
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.915	1.820	1.731

**Aplicación de Carga**

Penetración (mm)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I		Molde II		Molde III	
		Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dial	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.64		50	2.9	25	1.9	10	1.4
1.27		116	5.4	71	3.7	32	2.2
1.91		176	7.7	109	5.1	58	3.2
2.54	70	230	9.8	150	6.7	76	3.9
3.81		317	13.1	196	8.5	102	4.9
5.08	104	390	15.8	238	10.1	121	5.6
6.35		456	18.4	278	11.6	145	6.5
7.62							
8.89							
10.16							
11.43							
12.70							

**Expansión:**

Fecha	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
06-08-20	5	18	23
07-08-20	20	32	48
08-08-20	60	69	79
09-08-20	80	105	115
10-08-20	101	124	148
% EXP.	2.13	2.36	2.78

  
Ing. Franco Putpaña Ushinahu  
INGENIERO CIVIL  
CIP N°: 164274

CONSULTORES HERMANOS C&F.  
  
Bach. Geod. Carlos A. Putpaña Ushinahu  
GERENTE GENERAL



OFICINA: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO Email: chalito\_0180@hotmail.com  
 TUC. 10409086247 CEL. 944488627 RPM: #944488627

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)		NORMA ASTM : D 1883	
PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIAXIAL PARA MEJORAR		
UBICACIÓN	DISTRITO DE MORALES - PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN		
SOLICITANTE	SRES. NILO OJANAMA SORIA Y RUILY FERNANDO VELA MEZA		
MUESTRA	CALICATA N° 03		
PROGRESIVA	JR. FRANCISCO PIZARRO #06		
PROFUNDIDAD	0.20 - 1.50		
FECHA	05-08-2020		
C.B.R. (0.1")-56 GOLPES :	13.4	C.B.R. (0.1")-25 GOLPES :	8.6
C.B.R. (0.1")-12 GOLPES :	3.0		
GRAFICO PARA DETERMINAR EL CBR		GRAFICO PARA DETERMINAR LA EXPANSION	
CBR	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" :	EXPANSIÓN	EXP. (100% M.D.S.) 0.1" :
	13.4 %		2.1 %
	C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" :		EXP. (95% M.D.S.) 0.1" :
	8.6 %		2.4 %
DATOS DEL PROCTOR			
100% DE M.D.S. :	95% DE M.D.S. :	OPTIMO CONTENIDO HUMEDAD	
1.894	1.800	7.56	

*[Signature]*  
 Ing. Franco Putpaña Ushinahu  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°: 164274

CONSULTORES HERMANOS C&F.  
*[Signature]*  
 Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinahu  
 GERENTE GENERAL

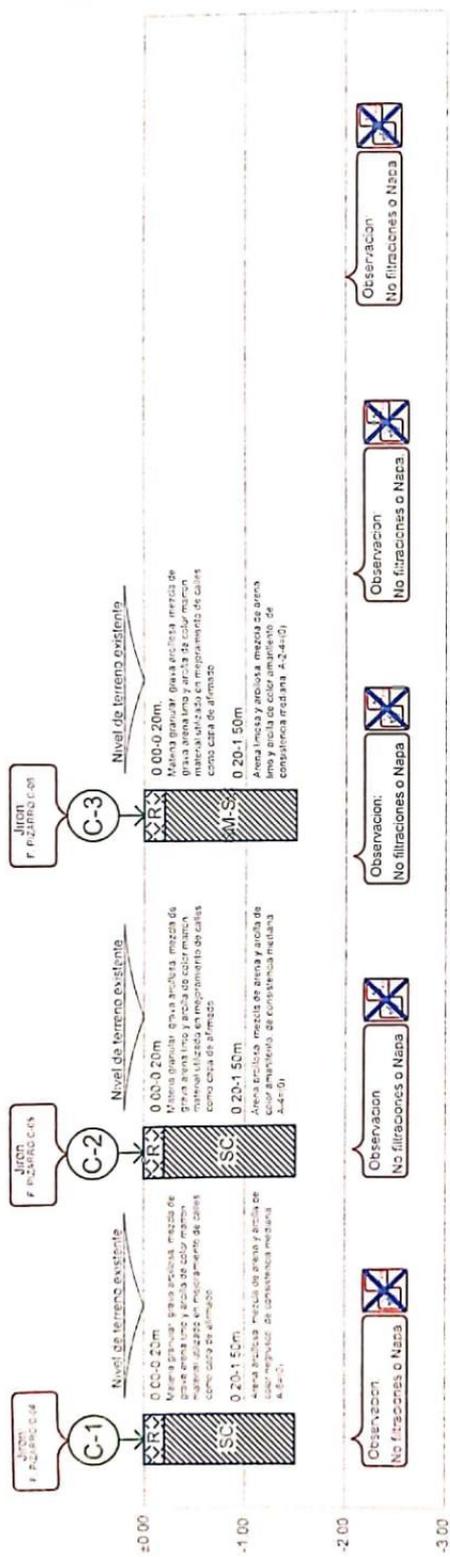


**RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CBR DE LA CAPA DE SUBRASANTE**

ÍTEM	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	O.C.H %	CBR			LL %	LP %	IP %	200 %	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
			100%	95%	75%						
<b>C-01</b>	1.891	7.60	13.80	8.40	4.80	28.40	17.99	10.41	39.20	SC	A-6=(0)
<b>C-02</b>	1.916	7.50	14.40	9.10	5.20	27.26	18.01	9.25	39.90	SC	A-4=(0)
<b>C-03</b>	1.894	7.56	13.40	8.60	5.00	19.80	13.30	6.50	17.00	SC-SM	A-2-4=(0)

  
 Ing. Franco Putpaña Ushiñahua  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°: 164274

  
 CONSULTORES HERMANOS C&F.  
 Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushiñahua  
 GERENTE GENERAL



# LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Arcilla de baja plasticidad.
	Arena Arcillosa de mediana resistencia.
	Arena limosa de mediana resistencia.
	Nivel freático o napa freática
	Filtraciones de agua
	No se observaron filtraciones y napa freática o nivel freático.

Ing. Franco Putpaña Ushinhu  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N°: 164274

# PERFILES ESTRATIGRAFICOS

**CONSULTORES HERMANOS C&F**  
 ESTUDIOS DE PROYECTOS - GEOTECNIA  
 ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNICOLOGIA DE CONCRETO

OFICINA: JR. PROGRESO # 342 - URB. 9 DE ABRIL - TARAPOTO Email: challo.0180@hotmail.com  
 RUC: 10409086247 CEL: 944488627 RPM: 9444488627

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO VEHICULAR URBANO CON GEOMALLA BIODIG PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO", MORALES-2020"

PLANO: GENERALIZACION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS LÍMITE:

DISTRITO: MORALES REGION: SAN MARTIN PROYECTO: DAN MARTIN  
 DISEÑO - DIBUJO: CONSULTORES HERMANOS C&F  
 CARGA: CAROLIFE

**CPE-01**

Bach. Geo. Carlos A. Putpaña Ushinhu  
 GERENTE GENERAL

ANEXO N° 07:  
ESTUDIO DE TRÁFICO















**SERVICIOS GENERALES**  
**DE JAVIER ROMERO CORDOVA**  
 RUC: 10403101970

Asesoría de Ingeniería y Arquitectura  
 Asesoría de Ingeniería y Arquitectura



**Nombre del Proyecto:** Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020

**Departamento:** San Martín

**Provincia:** Morales

**Distrito:** Selva

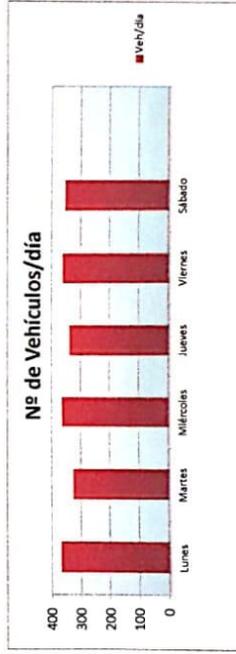
**Zona Geográfica:** Selva

**Horizonte del Proyecto:** 10 años

**1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL**

**I) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo**

Tipo de Vehículo	Mes: Jun-20					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Automóvil + Station W	180	150	183	150	165	166
Camioneta	118	111	111	117	114	119
C.R.	22	17	21	25	30	24
Micro	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	23	20	21	16	25	25
Camión 2E	6	16	6	14	6	6
Camión 3E	4	2	5	2	2	3
SEMY TRAYLER	14	8	15	12	19	10
TRAYLER	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>367</b>	<b>324</b>	<b>362</b>	<b>336</b>	<b>361</b>	<b>353</b>



**Nota:** Por motivo de emergencia sanitaria se realizó el Conteo de 6 días por 16 horas para el proyecto

**II) Determinar los factores de corrección promedio de una estación de pesaje cercano al camino**

F.C.E. Vehículos ligeros: 0.97610000  
 F.C.E. Vehículos pesados: 0.96500000

**Nota:** Datos del Ministerio de Transportes



*Victor Aaron Chung Garzalua*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG CIP N° 15985



ANEXO N° 08:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE



**SERVICIOS GENERALES**  
**DR. JAVIER ROSERO CORDOVA**  
**RUC: 20403101978**  
 Av. Bolívar 100, San Juan, Pinar del Río, Cuba  
 Teléfono: (520) 330 1234, 330 1235, 330 1236, 330 1237, 330 1238, 330 1239, 330 1240, 330 1241, 330 1242, 330 1243, 330 1244, 330 1245, 330 1246, 330 1247, 330 1248, 330 1249, 330 1250, 330 1251, 330 1252, 330 1253, 330 1254, 330 1255, 330 1256, 330 1257, 330 1258, 330 1259, 330 1260, 330 1261, 330 1262, 330 1263, 330 1264, 330 1265, 330 1266, 330 1267, 330 1268, 330 1269, 330 1270, 330 1271, 330 1272, 330 1273, 330 1274, 330 1275, 330 1276, 330 1277, 330 1278, 330 1279, 330 1280, 330 1281, 330 1282, 330 1283, 330 1284, 330 1285, 330 1286, 330 1287, 330 1288, 330 1289, 330 1290, 330 1291, 330 1292, 330 1293, 330 1294, 330 1295, 330 1296, 330 1297, 330 1298, 330 1299, 330 1300



**CALCULO DEL ESAL**

PROYECTO: PAVIMENTACION FLEXIBLE JR. FRANCISCO PIZARRO C-04, C-05, C-06

PERIODO DISEÑO (N): 10 años

$$F = \frac{[(1+TC)^N - 1]}{TC}$$

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR (TC)		
VEH. LIGEROS	3.40	%
OMNIBUS	3.40	%
CAMIONES	3.40	%

$$EAL = 365 \cdot IMD \cdot V_p \cdot FC \cdot F$$

\*Equivalente al W18

$$ESAL = EAL \cdot D_0 \cdot D_1$$

\*Equivalente al W18

# DIRECCIONES EN LA VIA: 2  
 # CARRILES/DIRECCION: 1

TIPO DE VEHICULO	MO	% VEHICULOS	% VEHICULOS PESADOS (%VP)	FAC POR CARRIL (PC)	FACTOR DECRECIMIENTO (F)	EAL (Carga Eq Simple Equipamiento Total en el Pánel)	FACTOR DIST. DIRECCIONAL (D <sub>0</sub> )	FACTOR DIST. CARRIL (D <sub>1</sub> )	ESAL (Carga Eq Simple Equipamiento Total en el Pánel)	
Autos		162	86.59	13.41	0.0001	11.68	7.94	0.5	100%	4
Camionetas Pick Up		112			0.0001	11.68	6.40	0.5	100%	3
Camioneta Rural (Combi)		23			0.0001	11.68	1.31	0.5	100%	1
Microbus		0			0.0001	11.68	-	0.5	100%	-
Omnibus	B2	21			3.7100	11.68	44.534.13	0.5	100%	22.267
Camión	C2	9			3.7100	11.68	19.096.06	0.5	100%	9.543
Camión	C3	3	0.87	2.5700	11.68	4.407.11	0.5	100%	2.204	
Semi Trayer	T3S3	13	3.79	4.3700	11.68	32.473.16	0.5	100%	16.237	
Trayer	C3R2	0	-	7.7500	11.68	-	0.5	100%	-	
<b>TOTAL</b>		<b>343</b>	<b>100</b>			<b>100,516</b>			<b>50,258</b>	

FACTOR CAMION(FC)= tabla de factores de equivalencia de carga

**TABLA DE DIMENSIONES Y CARGA**

VEHICULO Y SUS COMBINACIONES	LONGITUD TOTAL (m)	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MAXIMO
		EJE DELANTERO	1º EJE	2º EJE	3º EJE	
C2	13.20	6	11			17
C3	13.20	6	18			24
C4	13.20	6	25			30
T2S1 2S1	18.30	6	11	11		28
T2S2 2S2	18.30	6	11	18		35
T2S3 2S3	18.30	6	11	25		42
T3S1 3S1	18.30	6	18	11		35
T3S2 3S2	18.30	6	18	18		42
T3S3 3S3	18.30	6	18	25		48
C2-R2 2T2	18.00	6	11	11	11	39
C2-R3 2T3	18.30	6	11	11	18	46
C3-R2 3T2	18.30	6	18	11	11	46

NOTA: EL PESO BRUTO VEHICULAR MAXIMO PERMITIDO PARA UNIDAD O COMBINACION DE VEHICULOS ES DE 49,000 kg

Victor Aaron Chung Garazatua  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CUB. Nº 145082





**SERVICIOS GENERALES "CIRR"**  
**DE: JAVIER ROMERO CORDOVA**  
**RUC: 10403101970**

- Estudios de Suelos y Carreteras
- Obras de Mejoramiento de Carreteras, Asfalto y Suelos
- Servicio de Ensayos de Laboratorio en Suelos, Cementos y Asfalto
- Servicio de Supervisión en Obras
- Alquiler de Equipos de Laboratorio



**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

**Proyecto :** "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

**Localización :** Morales

**Hecho Por :** M.S.A

**Fecha :** jun-20

**Datos de Diseño**

**Tipo de Tránsito :** Liviano - Medio

**Indice Medio Diario :** 343

**Vehiculos Pesados :** 86.59 %

**Vehiculos Pesados :** 13.41 %

**Condiciones del Tipo de Carretera :** Pavimentadas con bajo volumen de tránsito

**Clasificación Funcional :** Arteria secundaria

**Número de Carriles :** 02 carriles

**Periodo de Diseño "Pd" :** 10 años

**Tasa de Crecimiento de Anual de Tránsito :** 3.4 %

**Indice de Serviciabilidad Inicial (Pi) :** Pi = 4.2

**Indice de Serviciabilidad Final (Pf) :** Pf = 2.0

**C.B.R. Sub Rasante Natural :** 8.70 %

**C.B.R. Sub Base :** 50.00 %

**C.B.R. Base :** 80.00 %

**Temperatura Media de la Zona :** 29.0 °C

**Calidad de Drenaje :** Buena

*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 15935



**Procedimiento de Cálculo**

1. **Cálculo del Factor de Crecimiento :** Factor de Crecimiento =  $\frac{(1+r)^n - 1}{r}$

Factor de Crecimiento = 11.68

2. **Determinación del Número de Ejes Equivalentes en el Carril de Diseño para el Período de Diseño :**

Tipo de Vehículo	IMD	% VEHICULOS	FAC TOR CAMION (FC)	EAL (# Carga Eje Simple Equivalente Total en el Pdisño)	FACTOR DIST. DIRECCIONAL DD	FACTOR DIST. CARRIL DL	ESAL (# Carga Eje Simple Equivalente Total en el Pdisño)	
Autos	162.00	86.59	0.00	7.94	0.5	1	3.970418281	
Camionetas Pick Up	112.00		0.00	6.40	0.5	1	3.201015645	
Camioneta Rural (Combo)	23.00		0.00	1.31	0.5	1	0.657351427	
Microbus	0.00		0.00	0.00	0.5	1	0	
Omnibus	21.00	8.75	3.71	44,534.13	0.5	1	22267.06508	
Camión	9.00	0.00	3.71	19,086.06	0.5	1	9543.027892	
Camión	3.00	0.87	2.57	4,407.11	0.5	1	2203.556306	
Semi Traylor	13.00	3.79	4.37	32,473.16	0.5	1	16236.58025	
Traylor	0.00	0.00	7.75	0.00	0.5	1	0	
<b>Total</b>	<b>343.00</b>	<b>100.00</b>	<b>22.11</b>	<b>100,516.12</b>			<b>50258.05832</b>	
							<b>W<sub>18</sub> =</b>	<b>5.03E+04</b>

FACTOR CAMION(FC)= tabla de factores de equivalencia de carga

4. Tránsito en el Carril de Diseño (W<sub>18</sub>);

$$W_{18} = D_D \times D_L \times W_{18}^0$$

Se considera para : D<sub>D</sub> = 0.50 (Factor de Distribución Direccional)  
D<sub>L</sub> = 1.00 (Factor de Distribución por Carril)

Entonces : W<sub>18</sub> = 50,258.06  
W<sub>18</sub> = 5.03E+04

3. Factor de Confiabilidad "R";

R = 95 % (Para una vía cuya funcionalidad es de arteria principal)

4. Desviación Estandar Normal "Zr";

Zr = -1.645 (Obtenido en función de la confiabilidad)

5. Perdida por Serviciabilidad "ΔPSI";

$$\Delta PSI = P_i - P_f$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

6. Módulo Resiliente Efectivo del Suelo "Mr";

$$Mr = 2555 \times C.B.R.^{0.64} \quad (\text{En psi}) \Rightarrow \text{Ec. "a"}$$

$$Mr = 4326 \times \ln(C.B.R.) + 241 \quad (\text{En psi}) \Rightarrow \text{Ec. "b"}$$

- a. Módulo resiliente de sub rasante natural = 10202 psi = 10.20 ksi
- b. Módulo resiliente de sub base granular = 17164 psi = 17.16 ksi
- c. Módulo resiliente de base = 19198 psi = 19.20 ksi

7. Error Estandar "So";

So = 0.45 (Se recomienda para pavimentos flexibles)

8. Número Estructural Requerido "SN";

a. Número estructural requerido para Sub Rasante Natural :

SN = 2.00

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.20 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(Mr) - 8.07$$

$$4.70 = 4.70$$

Victor Aaron Chung Garazaturu  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15935



b. Número estructural requerido para Sub Base Granular :

SN = 1.61

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.20 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(Mr) - 8.07$$

$$4.70 = 4.70$$

c. Número estructural requerido para Base Granular :

5

SN = 1.54

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.20 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(Mr) - 8.07$$

$$4.70 = 4.70$$

9. Coefficientes de Drenaje Recomendado "mi" :

Para el proyecto se esta considerando una condición de drenaje:  
**Buena**

De acuerdo a esto se considera los siguientes niveles de humedad próximos a la saturación que son:

- a. **Para Sub Base Granular** : 5.0 % - 25.0 %
- b. **Para Base Granular** : 1.0 % - 5.0 %

Con estos datos referenciales de humedades próximos a la saturación, entramos a los monogramas respectivos de donde se obtendra los coeficientes de drenaje recomendado. De esta manera se obtuvo los siguientes valores:

- a. **Para Base Granular** : m2 = 1.00
- b. **Para Sub Base Granular** : m3 = 1.15

10. Coefficientes de Capas :

- a. Carpeta asfáltica : Módulo de elasticidad "E" : E = 400000 psi  
Coeficientes: a1 = 0.37 pulg<sup>-1</sup>
- b. Base Granular : Módulo resiliente de Base Granular : 19198 psi  
( C.B.R. = 80 % )  
Coeficientes: a2 = 0.13 pulg<sup>-1</sup>
- c. Sub Base Granular : Módulo resiliente de SubBase Granular : 17164 psi  
( C.B.R. = 50 % )  
Coeficientes: a3 = 0.12 pulg<sup>-1</sup>

11. Diseño de Espesores :

Con el valor ESALdiseño entramos a tabla para encontrar los espesores mínimos recomendados:

Para un ESALdiseño de 50,258.06 tenemos :

- a. Se sabe que la carpeta asfáltica se cimentará sobre la base granular, por tanto el espesor requerido para esta será:

Espesor carpeta asfáltica (Eca) :

$$Eca = \frac{SN \text{ (Base Granular)}}{a1}$$

$$Eca = 4.16 \text{ pulg.}$$

$$Eca = 4.16 \text{ pulg.}$$

  
Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG CIP N° 15935



Por recomendaciones de espesores mínimos de la AASHTO se tiene que para un ESALdiseño menos de 50,001-150.000 se considere un espesor de 2.00 pulg.

Por tanto, se tiene: **Eca 1= 1.80 pulg.**

La diferencia se considera un espesor de colchón de piedra chancada (Ecpch) :

$$Ecpch = 2.36 \text{ pulg.}$$

b. Se sabe que la base granular se cimentará sobre la sub base granular, por tanto el espesor requerido para esta será:

Se considera además que para el colchón de arena se tiene:

- b.1. Para Colchón de Arena : 1.0 % - 5.0 % (Humedad próximo a la saturación)
- b.2. Para Colchón de Arena : m4 = 1.25 (Coeficientes de drenaje)
- b.3. Para Colchón de Arena : a4 = 0.1 (Coeficiente de Capa)

Espesor base granular (Ebg) :

$$Ebg = \frac{SN \text{ (Sub Base Granular)} - (a1 \times Eca) - (a4 \times m4 \times Ecpch)}{(a2 \times m2)}$$

Ebg = 4.54 pulg.

Ebg = 4.54 pulg.

El espesor total es :

Ebg T = Ebg + Ecpch

Ebg T = 6.90 pulg.

c. Se sabe que la sub base granular se cimentará sobre la sub rasante natural, por tanto el espesor requerido para esta será:

Espesor sub base granular (Esbg) :

$$Esbg = \frac{SN \text{ (Sub Base Granular)} - (a1 \times Eca) - (a2 \times m2 \times Ebg T)}{(a3 \times m3)}$$

Esbg = 5.39 pulg.

Esbg = 5.39 pulg.

Resumen de Diseño

A continuación se presenta los resultados obtenidos del diseño

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

DESCRIPCIÓN	PULGADAS	CENTIMETROS	PROPUESTO
ESPEJOR DE CARPETA ASFALTICA	1.80	4.57	5
ESPEJOR DE BASE GRANULAR	6.90	17.52	20
ESPEJOR DE SUB BASE GRANULAR	5.39	13.70	15

  
 Victor Aarón Chung Garazatua  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 15986



ANEXO N° 09:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON  
GEOMALLA BIAXIAL



## SERVICIOS GENERALES "CIRR"

DE: JAVIER ROMERO CORDOVA  
RUC: 10403101970

- Estudios de Suelos y Canteras.
- Diseños de Mezcla de: Concreto, Asfalto y Suelos.
- Servicio de Ensayos de Laboratorio en Obras Suelos, Concreto y Asfalto
- Servicios de Supervisión en Obra
- Alquiler de Equipos de Laboratorio



### ESTABILIZACIÓN DE PLATAFORMA DE TRABAJO

De acuerdo con Giroud, es posible determinar el espesor de material granular compactado requerido para estabilizar un terreno blando, con y sin la utilización de un refuerzo, teniendo en cuenta las condiciones de la subrasante. Lo anterior orientado a obtener una plataforma de compactación lo suficientemente rígida sobre el terreno blando, que permita empezar los trabajos de conformación de estructuras de relleno o pavimento sin sufrir ahuellamientos o deformaciones severas.

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 + J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{\frac{3}{2}} \log N}{1 + 0.204 \left(\frac{3.48 CBR_{MG}^{0.3}}{CBR_{SR}} - 1\right)} \left( \sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c CBR_{SR}} - 1} \right) r$$

Donde:

h = Espesor de la capa de material requerido (m)

N = Número de Ejes Equivalentes

P = Carga por rueda (kN)

p = Presión de Inflado

r = radio del área de contacto de la llanta (m)

CBRsg = CBR de la subrasante (%)

CBRbc = CBR del material de reemplazo (%)

s = profundidad de Ahuellamiento permitido = 50mm

fs = factor igual a 75mm

fc = factor igual a 30Kpa

Nc = Factor de capacidad portante,

Dónde: Nc=3.14 y J=0 para capa de base sin refuerzo

Nc=5.71 y J depende de la especificación técnica de la geomalla.

Para estimar el espesor de material granular sin y con refuerzo se ingresó la siguiente información:

Carga Por Eje:	80 kN
Presión de Inflado:	550 kPa
Número de Repeticiones:	1000.0
Ahuellamiento Máximo Permitido:	50 mm
CBR Material Granular (%):	40.0
CBR Subrasante (%):	8.0

  
Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 15986



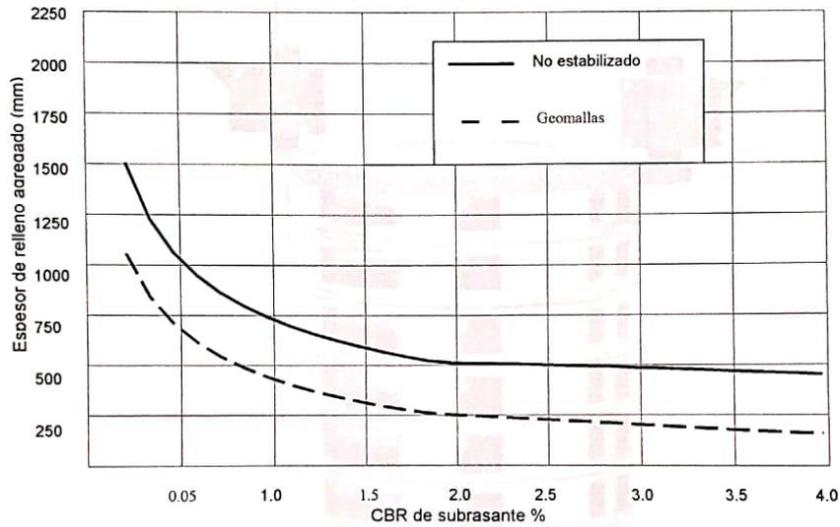
OFICINA PRICIPAL: JR. MIRAFLORES N°488-LA BANDA DE SHILCAYO  
EMAIL: serviciosgeneralescirr@gmail.com  
CELULAR: 956217383 / 939175863



# SERVICIOS GENERALES "CIRR"

DE: JAVIER ROMERO CORDOVA  
RUC: 10403101970

- Estudios de Suelos y Canteras.
- Diseños de Mezcla de: Concreto, Asfalto y Suelos.
- Servicio de Ensayos de Laboratorio en Obra: Suelos, Concreto y Asfalto
- Servicios de Supervisión en Obra
- Alquiler de Equipos de Laboratorio



Realizando los respectivos análisis se encontraron los siguientes valores:

Sin Refuerzo

Tipo de Refuerzo:	<i>Victor Aaron Chung Garazatu</i>	Sin Refuerzo
Espesor Material Granular:	<b>INGENIERO CIVIL</b>	0,40
Optimización de Granulares:	REG. CIP N° 15986	0%

Refuerzo Geomallas biaxial

Tipo de Refuerzo:		Con refuerzo
Espesor Material Granular:		0,15
Optimización de Granulares:		0,63%

Con este método nos damos cuenta que para un suelo de baja capacidad portante es necesario hacer un reemplazo de 0.40m de material tal como se había recomendado en el proyecto. Pero con la utilización de geomallas biaxial como refuerzo, se garantiza que se realizará un ahorro en promedio del 63% ya que reducen en 0.25 m de espesor de material granular requeridos para la conformación de la plataforma de trabajo.



**SERVICIOS GENERALES "CORVA"**  
**DE: JAVIER ROMERO CORDOVA**  
**RUC: 10403101970**

- Estudios de Suelos y Cimentas
- Diseños de Drenaje de Concreto, Asfalto y Suelos
- Servicio de Ensayos de Laboratorio en (Suelos, Concreto y Asfalto)
- Servicio de Supervisión en Obra
- Alquiler de Equipos de Laboratorio



**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLAS BIAIXIAL 20KN**

Proyecto: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

El aporte estructural de la geomalla se da por el incremento del esfuerzo del coeficiente. Layer Coefficient Ratio (LCR).

ecuación basada de la ecuación de la AASHTO 93:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 LCR D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

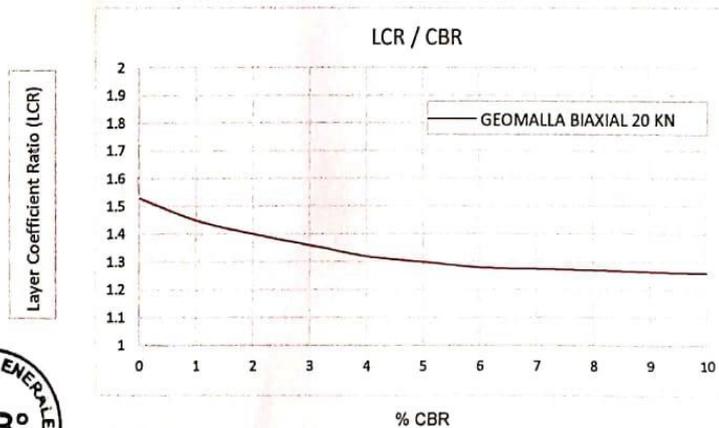
LCR: Depende de las propiedades fisico-químico de las geomallas, el cual se determina por los respectivos ensayos de laboratorio.

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

Con la inclusión del coeficiente LCR Resultante del tipo de geomalla utilizado, se obtiene los nuevos valores del número estructural

$$(SN_r) \geq (SN_u)$$

Grafico: LCR (Layer coeficiente ratio)/ CBR de la subrasante



FUENTE: Pavco



*VAPP*  
**Victor Aaron Ching Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG CIP N° 15986**

Valores nuevos de los espesores:

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

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

obtenidos de la primera tabulación de la estructura no reforzada mediante el método AASHTO 93:

**ESTRUCTURA DE PAVIMENTO SIN REFUERZO**

DESCRIPCION	PULGADAS	CENTIMETROS	PROPUESTO
ESPOSOR DE CARPETA ASFALTICA	1.80	4.57	5
ESPOSOR DE BASE GRANULAR	6.90	17.53	20
ESPOSOR DE SUB BASE GRANULAR	5.39	13.69	15

Empleando una geomalla de 20 KN/m (Tipo A) para la disminuciones de las capas

**Cálculo del número estructural según metodología AASHTO**

De los valores de las capas sin refuerzo:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

a1=0.37  
a2=0.13  
a3=0.12

D1=1.97  
D2=7.87  
D3=5.90

m2=1  
m3=1.15

$$SN = 2.57$$

**En la base:**

$$SN = 2.57$$

$$SN = a1D1+a3D3'm3$$

$$2.57 = a1D1+a3D3'm3$$

$$D3' = 13.3$$

$$D3' = 33.3 \text{ cm}$$

**En la sub base**

$$LCR = 1.28$$

El coeficiente de aporte de la geomalla tiene un valor superior a uno

$$SN = 2.57$$

$$SNr = SN$$

$$SNr = a1D1+a3LCRD3m3$$

$$D3r = 10.4$$

$$D3r = 26.4 \text{ cm}$$

**Aporte estructural de la capa reforzada.**

$$a3'D3'r'm3 = 1.44 = SNgr$$



  
 Victor Aarón Chung Garazatua  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG CIP N° 15985

**Cálculos de los nuevos valores en la base y subbase granular**

**Sub Base Granular y Base Granular**

$$\begin{aligned} \text{SNGr} &= a^2 \cdot D_2 r^2 m^2 + a^3 \cdot D_3 r^3 m^3 \\ 1.44 &= 0.13 \cdot D_2 r^2 \cdot 1 + 0.12 \cdot D_3 r^3 \cdot 1.15 \\ D_2 &= 6.0 \quad \text{pulg.} \quad 15.24 \quad \text{cm} \\ D_3 &= 4.7 \quad \text{pulg.} \quad 11.94 \quad \text{cm} \end{aligned}$$

Comprobando:

Se verifica que la variación de estos no altere el desempeño de la estructura:

$$\begin{aligned} a^2 \cdot D_2 r^2 m^2 + a^3 \cdot D_3 r^3 m^3 &= a^3 \cdot D_3 r^3 m^3 \\ 0.13 \cdot 6^2 \cdot 1 + 0.12 \cdot 4.78^3 \cdot 1.15 &= 0.12 \cdot 26.4^3 \cdot 1.15 \\ 1.44 &= 1.44 \end{aligned}$$

Espesor de la estructura reducido

Base granular: 5 cm

Subbase granular: 5 cm

Espesor total reducido de la estructura: 10 cm

**ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REFORZADA**

DESCRIPCION	PULGADAS	CENTIMETROS	PROPUESTO
ESPESOR DE CARPETA ASFALTICA	1.8	4.57	5
ESPESOR DE BASE GRANULAR	6.0	15.24	15
ESPESOR DE SUB BASE GRANULAR	4.7	11.94	10



*V.A.C.*  
Victor Aaron Chung Garazalua  
**INGENIERO CIVIL**  
REG CIP N° 15986

ANEXO N° 10:  
COSTOS Y PRESUPUESTO





**SERVICIOS GENERALES "CIDE"**

DE: JAVIER ROMERO CORDOVA  
RUC: 10403101970

- Estudios de Suelos y Canteras
- Diseños de Mezclas de Concreto, Asfalto y Suelos
- Servicio de Ensayos de Laboratorio en Obras Suelos, Concreto y Asfalto
- Servicios de Supervisión en Obras
- Alquiler de Equipos de Laboratorio



"Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

Item	Descripcion de partidas	Unidad	Cantidad	PU	Costo Directo
<b>1.0</b>	<b>PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLAS</b>				
<b>1.01</b>	<b>Mejoramiento de Sub Rasante con GM BIAxIAL</b>				
<b>1.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.01.01.01	CARTEL DE OBRA DE 3.60 x 8.50 ml (INC. MATERIAL BANNER + ESTRUCTURA DE MADERA)	UND	1.00	1162.90	1162.90
1.01.01.02	ALQUILER DE ALMACEN DE OBRA	MES	5.00	400.00	2000.00
1.01.01.03	DESIVIO Y MANTENIMIENTO DE TRAFICO	GLB	1.00	1700.00	1700.00
1.01.01.04	TOPOGRAFIA PARA NIVELACION	día	8.00	300.00	2400.00
1.01.01.05	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	glb	1.00	1400.00	1400.00
1.01.01.06	TRAZO, NIVELACION Y CONTROL TOPOGRAFICO	m2	2884.00	1.40	4037.60
<b>1.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
1.01.02.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	1586.85	18.00	28563.38
1.01.02.02	SUB RASANTE MEJORADA TM = 150 mm (2 capas de h = 0.125 m)	m2	2884.00	56.85	163955.40
1.01.02.03	SUB BASE GRANULAR E=0.20M	m2	2884.00	31.69	91393.96
1.01.02.04	BASE GRANULAR E=0.15M	m2	2884.00	40.00	115360.00
1.01.02.05	COMPACTACION DE MATERIAL 04 CAPAS	m2	11536.00	5.00	57680.00
1.01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2062.91	20.00	41258.22
<b>1.01.03</b>	<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>				
1.01.03.01	RIEGO DE IMPRIMACION	m2	2884.00	30.00	86520.00
1.01.03.02	RIEGO DE LIGANTE	m2	2884.00	25.00	72100.00
1.01.03.03	CARPETA ASFALTICA	m2	2884.00	50.00	144200.00
<b>1.01.04</b>	<b>INSTALACION DE GEOMALLA</b>				
1.01.04.01	Flete Lima - Tarapoto	vje	1.00	2200.00	2200.00
1.01.04.02	Geomalla Biaxial	m2	2884.00	6.27	18082.68
1.01.04.03	Tendido de Geomalla, fijado y traslapado mínimo 30 cm	m2	2884.00	3.50	10094.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				S/. 839,245.24

  
 Victor Aaron Chung Garazalua  
 INGENIERO CIVIL  
 RFC CIP N° 15986





## SERVICIOS GENERALES "CIB"

DE: JAVIER ROMERO CORDOVA  
RUC: 10403101970

- Estudios de Suelos y Canteras.
- Diseños de Mezcla de: Concreto, Asfalto y Suelos.
- Servicio de Ensayos de Laboratorio en Obra: Suelos, Concreto y Asfalto
- Servicios de Supervisión en Obra
- Alquiler de Equipos de Laboratorio



OBRA: "Diseño de pavimento vehicular urbano con geomalla biaxial para mejorar la capacidad de carga del suelo, Morales - 2020"

Item	Descripcion de partidas	Unidad	Cantidad	PU	Costo Directo
<b>1.0</b>	<b>PRESUPUESTO DE BASE Y SUB BASE GRANULAR CON GEOMALLA</b>				
<b>1.01.02</b>	<b>SUB BASE GRANULAR</b>				
1.01.02.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA	m3	432.78	18.00	7790.01
1.01.02.03	SUB BASE GRANULAR E=0.10M	m2	2884.00	31.69	91393.96
1.01.02.05	COMPACTACIÓN DE MATERIAL	m2	2884.00	5.00	14420.00
1.01.02.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	562.61	20.00	11252.24
					<b>124856.21</b>
<b>1.01.03</b>	<b>BASE GRANULAR</b>				
1.01.03.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA	m3	288.52	18.00	5193.34
1.01.03.03	BASE GRANULAR E=0.15M	m2	2884.00	40.00	115360.00
1.01.02.05	COMPACTACIÓN DE MATERIAL	m2	2884.00	5.00	57680.00
1.01.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	375.07	20.00	7501.49
					<b>185734.84</b>
<b>1.01.04</b>	<b>INSTALACIÓN DE GEOMALLA</b>				
1.01.04.01	Flete Lima - Tarapoto	vje	1.00	2200.00	2200.00
1.01.04.02	Geomalla Biaxial	m2	2884.00	6.27	18082.68
1.01.04.03	Tendido de Geomalla, fijado y traslapado mínimo 30 cm	m2	2884.00	3.50	10094.00
					<b>30376.68</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>S/. 340,967.73</b>



*JAPP*  
Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG CIP N° 15986

ANEXO N° 11:  
PANEL FOTOGRAFICO



**Imagen N° 1:** Excavación de Calicata

**Imagen N° 2:** Calicata



**Imagen N° 3:** Estrato de suelos abierto



**Imagen N° 4:** Excavación de Calicata

**Imagen N° 5:** Lavado de la muestra



**Imagen N° 6:** Lavado de la muestra



**Imagen N° 7: Secado de la muestra**

**Imagen N° 8: Secado de la muestra**



**Imagen N° 9: Realizando ensayo de proctor**



**Imagen N° 10:** conteo de trafico

**Imagen N° 11:** estación inicial para  
conteo de trafico



**Imagen N° 12:** estación final para conteo  
de trafico