



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incorporación de fibra de cabuya para estabilizar la subrasante
de la Trocha Carrozable - Distrito de Anco Huallo - Apurímac,
2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Meneses Silvera, Emerson Junior (orcid.org/0009-0001-5586-9390)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CALLAO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional y su apoyo constante en cada paso de mi vida. Su fe en mí ha sido la luz que me ha guiado en los momentos más oscuros.

Dedico este trabajo a ti, como un pequeño reflejo de mi gratitud por tu constante presencia y amor incondicional. Gracias por ser mi inspiración.

Y finalmente, a todos aquellos que, de una forma u otra, han contribuido a mi crecimiento personal y académico. Esta tesis es el resultado de un viaje lleno de aprendizajes y experiencias, y cada uno de ustedes ha sido una parte integral de él.

AGRADECIMIENTO

Antes que nada, quiero darle las gracias a nuestro creador, quien me ha brindado la resistencia y la constancia para superar este desafío. Su apoyo ha sido mi faro en este viaje.

Quiero expresar mi gratitud a mis padres, que siempre mostraron su apoyo y confianza en mí. Su fe en mí ha sido un pilar fundamental en mi vida. Este logro es tanto suyo como mío.

Quisiera expresar mi gratitud a todos aquellos que de una u otra manera, han aportado a mi desarrollo académico y personal. Cada uno de ustedes ha dejado una impresión duradera en mi vida y en este logro. Su aporte ha sido esencial.

Finalmente, este trabajo es un testimonio de mi pasión y dedicación, y espero que pueda contribuir de alguna manera al avance de nuestro conocimiento.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Incorporación de Fibra de Cabuya para Estabilizar la Subrasante de la Trocha Carrozable - Distrito de Anco Huallo - Apurímac, 2024", cuyo autor es MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 19 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO DNI: 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 19- 06-2024 17:03:41

Código documento Trilce: TRI - 0765045



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Incorporación de Fibra de Cabuya para Estabilizar la Subrasante de la Trocha Carrozable - Distrito de Anco Huallo - Apurímac, 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
EMERSON JUNIOR MENESES SILVERA DNI: 72367176 ORCID: 0009-0001-5586-9390	Firmado electrónicamente por: EMENESESSI el 19-06- 2024 16:53:11

Código documento Trilce: TRI - 0765046

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR / AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	24
3.1. Tipo y diseño de investigación	24
3.2. Variable y operacionalización	25
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5. Procedimientos:	29
3.6. Método de análisis de datos	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1; Numero de Calicatas para Exploración de Suelos-----	17
Tabla 2; IP según tipo de Suelos-----	19
Tabla 3; Organización de subrasante en base al CBR-----	21
Tabla 4; Numero de Ensayo Mr y CBR -----	21
Tabla 5; Propiedades de la Cabuya -----	22
Tabla 5; Localización y Características de Calicatas -----	33
Tabla 6; Clasificación de Calicatas -----	33
Tabla 7; Análisis Granulométrico C-01-----	34
Tabla 8; Datos encontrados en la Granulometría -----	35
Tabla 9; Análisis Granulométrico C-02-----	35
Tabla 10; Datos encontrados en la Granulometría-----	36
Tabla 11; Limite de Atterberg C-1 -----	37
Tabla 12; Limite de Atterberg C-2-----	38
Tabla 13; Proctor Modificado – Suelo Patrón C1 -----	39
Tabla 14; Proctor Modificado – C1 + 3% FC -----	40
Tabla 15; Proctor Modificado – C1 + 6% FC -----	40
Tabla 16; Proctor Modificado – C1 + 9% FC -----	41
Tabla 17; Proctor Modificado – Suelo Patrón C2-----	43
Tabla 18; Proctor Modificado – C2 + 3% FC -----	43
Tabla 19; Proctor Modificado – C2 + 6% FC -----	44
Tabla 20; Proctor Modificado – C2 + 9% FC -----	44
Tabla 21; Ensayo CBR – C1 Suelo Patrón-----	46
Tabla 22; Ensayo CBR – C1 SN + 3% FC -----	46
Tabla 23; Ensayo CBR – C1 SN + 6% FC -----	47

Tabla 24; Ensayo CBR – C1 SN + 9% FC -----	47
Tabla 25; Ensayo CBR – C1 + FC -----	48
Tabla 26; Ensayo CBR – C2 Suelo Patrón-----	49
Tabla 27; Ensayo CBR – C2 SN + 3% FC -----	49
Tabla 28; Ensayo CBR – C2 SN + 6% FC -----	50
Tabla 29; Ensayo CBR – C2 SN + 9% FC -----	50
Tabla 30; Ensayo CBR – C2 + FC -----	51
Tabla 31; Requisitos para el Diseño de Pavimentos-----	79
Tabla 32; Factor Direccional y Factor Carril -----	80
Tabla 33; Factor Presión de Neumático -----	80
Tabla 34; Valores Recomendados para la Confiabilidad diseño de (10 a 20 años) -----	84
Tabla 35; Coeficiente Estadístico para la Desviación Estándar diseño de (10 a 20 años) -----	84
Tabla 36; Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)-----	85
Tabla 37; Índice de Serviciabilidad Final (Pt)-----	85
Tabla 38; Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) -----	85
Tabla 39; Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR-----	86
Tabla 40; Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai-----	87
Tabla 41; Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje mi-----	88
Tabla 42; Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular-----	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1; Planta de Cabuya -----	22
Figura 2; Procedimiento de Ejecución -----	29
Figura 3; Ubicación de la zona de Estudio-----	31
Figura 4; Ubicación Política de Anco Huallo-----	31
Figura 5; Ubicación de Calicatas-----	33
Figura 6; Datos de Ensayo Granulométrico C1 y C2 -----	37
Figura 7; Limite de Atterberg C-1+ FC-----	38
Figura 8; Limite de Atterberg C-2 + FC -----	39
Figura 9; OCH – Calicata 01 -----	41
Figura 10; MDS – Calicata 01-----	42
Figura 11; OCH – Calicata 02-----	45
Figura 12; MDS – Calicata 02-----	45
Figura 13; Datos de Ensayo CBR – C1 -----	48
Figura 14; Datos de Ensayo CBR – C2-----	51
Figura 15; Datos de Ensayo de Limites de Atterberg C1 -----	55
Figura 16; Datos de Ensayo de Limites de Atterberg C2-----	55
Figura 17; Datos de Proctor Modificado C-1 -----	57
Figura 18; Datos de Proctor Modificado C-2 -----	58
Figura 19; Comparación CBR & FC C-1 -----	60
Figura 20; Comparación CBR & FC C-2 -----	60
Figura 21; Proceso de Extracción de Fibra de Cabuya -----	75
Figura 22; Exploración de Suelos mediante el método de Calicata-----	75
Figura 23; TP 339.151 -----	76
Figura 24; ASTM C 702 -----	76

Figura 25; NTP 339.128	77
Figura 26; NTP 339.127	77
Figura 27; NTP 339.129	77
Figura 28; ASTM 698	78
Figura 29; NTP 339.145	78

RESUMEN

Esta investigación se centró en determinar el impacto de la fibra de cabuya y en las características de la subrasante, se utilizó una metodología aplicada con un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo y un diseño experimental - cuasiexperimental, la población estudiada fue la Av. La paz que es una trocha carrozable que conecta las comunidades de Chuparo y Miraflores, utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia. De acuerdo con los resultados, se trabajó con 2 tipos de suelo, uno de gravas y arenas limosa-arcillosa y otro limoso de baja plasticidad, a los que se les añadió FC en proporciones del 3%, 6% y 9%, en el primer suelo, los límites de consistencia disminuyeron con la adición de fibra, mientras que el segundo resultó ser un suelo (no plástico). La compactación reveló que el OCH se mantuvo constante en ambos suelos, con un 5.7% y 7.2% respectivamente, y la MDS aumentó hasta un límite de 2.171 gr/cm³ y 2.125 gr/cm³ respectivamente con la adición de fibra. El CBR mostró una mayor resistencia al añadir 9% de FC en el suelo 1, resultando en un CBR de 7.8% y en el suelo 2 mostro un mayor CBR al añadir 6% de FC llegando a 22.20%. Tras la adición de fibra, el primer suelo pasó a la categoría 2 (subrasante regular) y el segundo a la categoría 4 (subrasante muy buena) según el MTC. Se concluye que la adición de fibra de cabuya mejora significativamente las propiedades de los suelos, aumentando su resistencia, y es una alternativa económica y eficaz para la estabilización de suelos.

Palabras clave: Fibra de cabuya, subrasante, estabilización, CBR.

ABSTRACT

This research focused on determining the impact of cabuya fiber and the characteristics of the subgrade, using an applied methodology with a quantitative approach, an explanatory level and an experimental-quasi-experimental design, the population studied was La Paz Avenue, which is a dirt road that connects the communities of Chuparo and Miraflores, using a non-probabilistic sampling by convenience. According to the results, we worked with 2 types of soil, one of gravels and silty-clayey sands and the other silty with low plasticity, to which FC was added in proportions of 3%, 6% and 9%, in the first soil, the consistency limits decreased with the addition of fiber, while the second turned out to be a (non-plastic) soil. Compaction revealed that the OCH remained constant in both soils, at 5.7% and 7.2% respectively, and the MDS increased to a limit of 2.171 gr/cm³ and 2.125 gr/cm³ respectively with the addition of fiber. The CBR showed higher strength with the addition of 9% FC in soil 1, resulting in a CBR of 7.8% and in soil 2 showed higher CBR with the addition of 6% FC reaching 22.20%. After the addition of fiber, the first soil went to category 2 (fair subgrade) and the second to category 4 (very good subgrade) according to the MTC. It is concluded that the addition of cabuya fiber significantly improves the properties of the soils, increasing their resistance, and is an economical and effective alternative for soil stabilization.

Keywords: Cabuya fiber, subgrade, stabilization, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

El papel de las carreteras es fundamental para el progreso y crecimiento, como se puede apreciar en países de Sudamérica, las trochas carrozables, también conocidas como caminos rurales o senderos vehiculares, son arterias vitales que conectan comunidades remotas en todo el mundo. Estas vías, muchas veces ubicadas en regiones montañosas o áreas de difícil acceso, juegan un papel crucial en la facilitación del acceso a servicios esenciales, el traslado de bienes agrícolas y la inclusión de comunidades rurales en la economía mundial, Sin embargo, a menudo enfrentan desafíos de mantenimiento y degradación debido a condiciones climáticas adversas y uso intensivo.

En este contexto, la fibra de cabuya, una planta resistente y versátil originaria de América Latina, ha comenzado a destacarse como un recurso para mejorar el ciclo de vida y la perdurabilidad de las trochas carrozables. La fibra de cabuya ha demostrado ser un recurso valioso en la construcción y conservación de vías rurales, aportando una serie de ventajas significativas. Sus fibras fuertes y duraderas se integran en los materiales de construcción, como el hormigón y el asfalto, reforzando la estructura del camino y minimizando la erosión. Su uso en las carreteras rurales ha captado la atención mundial, ya que proporciona una solución ecológica para enfrentar los desafíos y garantizar el correcto funcionamiento como la durabilidad de estas vías cruciales. En un mundo donde las comunidades rurales luchan por mantener la conectividad y accesibilidad, la cabuya se presenta como una herramienta eficaz para robustecer la construcción de transporte y optimizar la calidad de vida de aquellos que dependen de estos caminos.

En el ámbito nacional de Perú, se han conducido investigaciones y proyectos que evidencian el potencial de la fibra de cabuya para reforzar tanto las vías como el concreto. Sus fibras resistentes y flexibles se incorporan en los materiales de construcción, brindando mayor estabilidad y resistencia a la erosión. El impacto de la fibra de cabuya en las trochas carrozables es un asunto que gana cada vez más atención en el Perú, ya que ofrece una solución sostenible para abordar los problemas y garantizar el correcto funcionamiento como la durabilidad de estas vías tan cruciales para el crecimiento de las localidades rurales. Este análisis se adentrará en cómo afecta la fibra de cabuya en la optimización de trochas carrozables en el contexto peruano, destacando proyectos exitosos y tendencias

emergentes en su aplicación. A medida que el Perú avanza hacia un futuro de desarrollo más inclusivo y sostenible, la fibra de cabuya se presenta como una solución local que puede transformar la conectividad y el bienestar de los pueblos campesinos en todo el país.

La región de Apurímac, situado al sur del Perú, se caracteriza por su topografía montañosa y su vasta extensión de áreas rurales, donde la conectividad vial es una necesidad primordial. Las trochas carrozables, que cruzan terrenos accidentados y comunidades remotas, representan un componente crucial de la infraestructura de transporte en esta región. Sin embargo, estas vías a menudo enfrentan desafíos considerables en términos de mantenimiento y durabilidad. La fibra de cabuya, una especie autóctona que crece en gran medida en las regiones de Apurímac, ha emergido como un recurso prometedor para abordar los problemas de las trochas carrozables en la región. Las fibras de cabuya son notables por su resistencia y flexibilidad, y su incorporación en los materiales de construcción de caminos puede fortalecer significativamente estas vías, haciéndolas más resistentes a la erosión y al uso constante. La afectación de la fibra de cabuya en las trochas carrozables ha surgido como un asunto de creciente relevancia a nivel local, ya que ofrece una solución sostenible y adaptada a las condiciones de Chincheros para incrementar el ciclo de vida de estas vías esenciales para el desarrollo regional. A medida que Chincheros busca promover la conectividad y potenciar los beneficios y posibilidades de crecimiento económico en sus áreas rurales.

Anco Huallo es perteneciente a Chincheros que viene a ser Distrito y Provincia a la vez, del departamento de Apurímac, esta cuenta con un perímetro de 118 km² y con una cantidad de habitantes de 10382. La vía que une las localidades de Chuparo y Miraflores que son vecinos, tiene una longitud de 1.02 km y no está pavimentada será el tramo que tomaremos para la siguiente investigación. La escasez de fondos para el mantenimiento y la ausencia de conceptos innovadores y voluntad de las autoridades han impedido la mejora de la trocha carrozable. Dado que estas poblaciones son importantes productores agrícolas de papa y maíz, es importante mejorar las condiciones de la carretera para beneficiar a los residentes locales.

Justificación de la Investigación

Esta investigación se centra en un enfoque aplicado y también cuenta con una

naturaleza práctica, ya que busca mejorar la infraestructura vial en las localidades de Miraflores y Chuparo, puesto que se pudo observar que esta tiene problemas de hinchamiento de suelo cuando está sometida a humedad y también cuenta con una capacidad de carga baja, esto causa una inseguridad tanto a los conductores como a peatones. Al incluir la fibra de cabuya en la subrasante de las carreteras puede ofrecer una solución sostenible y rentable para mejorar la estabilidad y durabilidad de las carreteras en esta región. Primero, la cabuya es una planta fibrosa local que es abundante en Perú, lo que hace que sea una opción económica y sostenible. Al utilizar un recurso local, se reduce la dependencia de materiales importados costosos y se fomenta la economía local.

Segundo, las fibras de cabuya pueden incrementar la resistencia al desgaste y a la erosión de las carreteras, lo que puede ser especialmente beneficioso en áreas con condiciones climáticas adversas. Esto puede resultar en carreteras más duraderas y menos mantenimiento requerido.

Tercero, este estudio puede servir como referencia para futuros trabajos respecto a la implementación de recursos locales y sostenibles en la edificación de vías. Los resultados pueden ser aplicables no solo en Apurímac, sino también en otras regiones del Perú con condiciones similares, por lo tanto, esta investigación posee el potencial de influir de manera significativa en el progreso de construcciones sostenibles y resilientes en el Perú.

Problema General:

¿Cuál es el impacto del aditamento de fibra de cabuya en la mejora de las características en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024?

Problema Especifico:

- ¿Cuál es el impacto del aditamento de fibra de Cabuya en el índice de plasticidad en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024?
- ¿Cuál es el impacto del aditamento de fibra de Cabuya en la compactación en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024?

- ¿Cuál es el impacto del aditamento de fibra de Cabuya en la resistencia de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024?

Hipótesis General

La fibra de Cabuya incrementa las características de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024.

Hipótesis Específicos

- La fibra de cabuya reduce el índice de plasticidad en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024
- La fibra de cabuya incrementa la compactación en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024
- La fibra de cabuya incrementa la resistencia de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024

Objetivos General

Evaluar la repercusión de la adición de fibra de Cabuya en las características de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024.

Objetivo Especifico

- Definir la repercusión de la adición de fibra de cabuya sobre el índice de plasticidad en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024
- Determinar la repercusión de la adición de fibra de cabuya sobre la compactación en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024
- Demostrar la repercusión de la adición de fibra de cabuya en la resistencia de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a precedentes a nivel internacional, contamos con los siguientes:

(Thennarasan et al. 2023) En el estudio de su artículo **“Bloque de tierra comprimida reforzado con fibra de sisal y estabilizado con cemento: Procedimiento de compactación manual e influencia de la adición en las propiedades mecánicas”**. Donde se alude que, existe una necesidad urgente de un método de construcción de viviendas que sea tanto económico como duradero. Se espera que los bloques de tierra estabilizada comprimida sean una solución rentable. Este estudio tiene como objetivo explorar la factibilidad de incorporar fibras de sisal a los bloques, que se fabrican a partir de tierra roja, para mejorar las características técnicas del material compuesto. Posteriormente, los CSEB se estabilizan con cemento. Para mejorar la resistencia mecánica de la mezcla de tierra y cemento, se incorporó un 5% en peso de fibra de sisal tratada con NaOH a los aglutinantes. La fibra se añadió en un rango del 0% al 2,0% del peso seco del bloque, mientras que el cemento Portland se evaluó en un rango del 0% al 12%. Después de un período de 28 días, el bloque se sometió a pruebas de compresión y flexión de acuerdo con el ASTM. Se estableció que la mezcla ideal para potenciar el CBR del bloque consiste en un 10% de cemento y un 1% de fibra de sisal. Los ensayos demostraron que el CBR del bloque se incrementa con la adición de cemento y FS.

(Ojo et al. 2019) El estudio de este artículo **“Efectos de los refuerzos de fibra en las características de los materiales de construcción de tierra extruida activada con álcalis”**. Donde el autor explora la estabilidad del suelo con álcali y fibras en la construcción de tierra. Se analiza el efecto de refuerzo de diferentes fibras en un suelo estabilizado y activado con álcali. Se evaluaron las propiedades de flexión en condiciones de secado y saturación, y se estudiaron las propiedades físicas. Los resultados indican que los refuerzos de fibra de sisal proporcionaron la mayor mejora de la resistencia a la flexión. La mejora en la densidad del bloque y la disminución en la captación de agua en las mezclas fortalecidas con fibras de sisal se atribuyó a la sinergia en las relaciones entre las fibras de sisal y la matriz

que ha sido tratada alcalinamente. El refuerzo de fibra sintética (polipropileno) transformó las matrices frágiles no reforzadas en materiales compuestos que se endurecen al flexionarse. Las fibras de sisal han demostrado un gran potencial de refuerzo en materiales extruidos a base de tierra activada con álcali, ofreciendo un equilibrio satisfactorio de resistencia, densidad y ductilidad para el desarrollo de materiales de construcción ecológicos destinados a soluciones de vivienda de bajo coste.

(Naik et al. 2024) En la investigación del artículo científico **“Tratamiento alcalino de la fibra de sisal asistido por microondas para la fabricación de compuestos como materiales de construcción no estructurales”**. El autor señala la necesidad de materiales ecológicos y explora la aplicación de fibras orgánicas, específicamente la fibra de sisal, en mezclas con polietileno de alta densidad (HDPE). Se empleó un proceso de tratamiento alcalino, asistido por microondas en tres niveles de potencia (300, 640 y 800 W), durante un periodo de 10 minutos. El propósito era mejorar las propiedades de la fibra de sisal. Al implementar un procedimiento con una potencia de 640 W durante 10 minutos, se registró un incremento en el aguante al fallo de las fibras de sisal del 21,92% y 45,77%, en comparación con las fibras tratadas con álcali y las no tratadas, respectivamente. Además, los agregados combinados de HDPE fortalecido con fibra de sisal MAAT (a 640 W) (640W10/HDPE) mostraron una mayor estabilidad térmica, porcentaje de cristalinidad (3,56% y 10,26%), resistencia a la tracción (14,93% y 32,04%) y resistencia a la flexión (10,28% y 28,60%) en comparación con los compuestos de HDPE reforzados con fibra tratados con álcali (NTSF/HDPE) y no tratados (USF/HDPE). Estos hallazgos indican que el MAAT posee un considerable potencial para su uso en la industria, en el tratamiento de fibras naturales destinadas a la producción de elementos de construcción ecológicos.

(Bougtaib et al. 2022) En la investigación de su artículo **“Bloques de Tierra Comprimida Reforzados con Fibras (Palma Doum) Y Estabilizados con Cal: Procedimiento de Compactación Manual e Influencia de la Adición en las Propiedades Mecánicas y la Durabilidad”**. El estudio se enfoca en la valorización de materiales locales para disminuir costos de construcción y optimizar el consumo

energético. La meta principal es analizar el impacto de incorporar fibras locales, en particular la palma doum, en las características mecánicas y la perdurabilidad de los bloques de tierra estabilizados con cal. Se experimentó con cuatro porcentajes de cal (0%, 5%, 10%, 12%) y cuatro porcentajes de fibras de palma doum (0%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%; con longitudes de 10mm y 40mm) en la fabricación de bloques de tierra compactada. Los descubrimientos muestran que la capacidad de resistir compresión de los bloques secos se potencia al añadir cal y/o fibras naturales. La máxima resistencia a la compresión en seco se logra con una dosificación del 10% de cal y del 1% de FPD (palma doum). No obstante, la resistencia a la compresión en húmedo es considerablemente inferior a la resistencia en seco, lo que indica que el contenido de agua es un factor determinante para la estabilidad de los bloques.

(Bekele et al. 2022) En el estudio de su artículo **“Estudio experimental de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de las fibras de enset y sisal”**. Este estudio de ingeniería civil exploró el uso de NaOH para mejorar las fibras de sisal y enset, recolectadas en el suroeste de Etiopía. Se estudió el impacto del NaOH en el diámetro, la absorción de humedad, la densidad, la lignina y la hemicelulosa de las fibras. Los tratamientos con NaOH al 5% y al 10% mejoraron significativamente la absorción de humedad y los diámetros de las fibras. la humedad absorbida por las fibras de enset tratadas con NaOH se incrementó en un 33-34%, mientras que en las fibras de sisal aumentó en un 30-40%. Las fibras que se sometieron a un tratamiento con NaOH al 5% exhibieron una resistencia a la tracción superior. Los hallazgos sugieren que la adición de NaOH podría potenciar la adhesión entre las fibras y los componentes de la matriz, lo que a su vez mejoro las características mecánicas de los compuestos.

Como antecedentes nacionales, tenemos a los siguientes:

(Lopez et al. 2019, p. 455) En el estudio de su artículo **“Beneficios de la Fibra de Cabuya en las Propiedades Mecánicas del Adobe Compactado”**. Nos señala que el adobe, debido a su accesibilidad y bajo costo, es un material que es usado grandemente en la construcción de casas a nivel mundial. Sin embargo, se observan ciertas restricciones en términos de resistencia a la carga y a la flexión.

Recientemente, se han llevado a cabo estudios para mejorar estas características mediante la inclusión de fibras en la composición del adobe. En este escenario, se ha experimentado con la adición de fibra de cabuya en diferentes proporciones para potenciar las características del adobe con paja. Se ha notado que con una incorporación de fibra del 1,75%, se consigue un incremento del 40% en la resistencia a la carga y un 12% en la resistencia a la flexión.

(Argandoña y Palomino 2020, p. 4) En la investigación de su tesis **“Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo Obtenido de la APV. Kari Grande Vía Rumi Wasi – San Sebastián Utilizado A Nivel De Subrasante En La Región Cusco, Estabilizado con Ceniza de Cáscara de Arroz y Cal en Porcentajes 7%-5%, 12%-5% Y 15%-5%; Respectivamente”**. La investigación tiene como objetivo en el incremento de las características físicos y mecánicos del terreno de la subrasante, que se estabiliza usando CCA y cal, usando un enfoque cuantitativo. Se llevan a cabo ensayos de laboratorio para confirmar que estos materiales satisfacen los requisitos mínimos para su aplicación en la subrasante. Este estudio se fundamenta en ejemplares recolectadas de la carretera principal en mención líneas arriba. Se experimenta con mezclas de suelo, CCA y cal en proporciones variadas. Los hallazgos indican aumentos modestos en el LP, LL e IP, y una disminución menor en la DMS. No obstante, al añadir CCA y cal, la capacidad de soporte del suelo incrementando el valor de CBR del suelo arcilloso natural de 4.45% a 28.09%. Esto concluye en que la CCA, con un alto porcentaje de sílice (86.80%), posee la capacidad de actuar como un elemento de estabilización en terrenos de arcillosos.

(Mamani et al. 2023) En su la investigación de su artículo **“Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú”**. El autor se centró en mejorar las condiciones de los caminos de tierra que conectan los centros poblados, los cuales presentan dificultades para el tránsito debido a la lluvia. Se sugirió el uso de una combinación de CQ y cal que será para estabilizar los terrenos. Los hallazgos indican que esta mezcla mejora las particularidades de los suelos cohesivos. Con una adición del 9% de CQ y del 5% de cal, se percibió una ligera variación en los LL y LP, así como en el IP. Además,

se observó una reducción en el OCH al 9%, mientras que la DMS aumentó a 1,902 g/cm³. El índice CBR también mostró un aumento, con valores que varían entre el 32,0% y el 100% de la MDS, y del 25,6% al 95% de la MDS. En conclusión, podemos afirmar que la inclusión de CQ y cal contribuye a mejorar las propiedades mecánicas del terreno.

(Hinostroza 2020, p. 7) Su investigación de tesis “**Mejoramiento de la subrasante utilizando cenizas de fibra de coco en la avenida 13 de julio de Manchay, Pachacamac, Lima - 2019**”. Este proyecto tiene como objetivo principal demostrar el impacto positivo de la CFC y la CCA en la mejora de la subrasante. Se trata de un estudio aplicada de diseño no experimental y transversal, en la que se compararon dos investigaciones que emplearon diferentes aditivos y dosis. El primer estudio utilizó CFC (fibra de coco) en medidas de 0.5%, 1%, 1.5%, 3%, 5% y 8%, mientras que el segundo estudio evaluó CCA (caña de azúcar) en proporciones de 25%, 35% y 45%. Los resultados indicaron que las dosis más apropiadas para esta investigación son 3% en el primer caso y 35% en el segundo. Se concluye que la incorporación de estas cenizas mejora la capacidad portante de la subrasante, su capacidad de expansión y el índice CBR, alcanzando los valores deseados.

(Tunque 2021, p. 8) En este estudio de tesis “**Estabilización de subrasantes blandos utilizando resina natural de pino, trocha carrozable Mayupata, San Pablo, Cusco 2021**”. El tesista tiene como objetivo primordial es la de examinar cómo la resina natural de pino puede mejorar el reforzamiento de las subrasantes. Este proyecto aplicó un método científico aplicada y diseño experimental, para investigar cómo la RNP (resina de pino) puede mejorar la subrasante blanda. Se añadió la resina en porcentajes de 1.0%, 2.00% y 4.00% al suelo, y se observó que la adición del 4.00% de resina logró estabilizar la subrasante. Con esta dosis, se logró un índice CBR del 7.90%, una DMS de 1.775 g/cm³, un OCH de 14.25% y un IP de 4.92%. Al agregar un 4.00% de resina, se alcanzaron valores máximos de DMS de 1.801 g/cm³, OCH del 12.27%, LL del 21.29%, LP del 17.29%, IP de 4.01%, y un índice CBR (100% MDS) de 19.90%. La investigación concluye que la resina de pino puede ser efectiva para mejorar la subrasante blanda.

(Huaman 2022, p. 8) En su tesis titulada **“Adición de tanino de pino en subrasante en trocha carrozable tramo San Jerónimo Huacoto, distrito San Jerónimo, Cusco – 2022”**. Esta investigación examinó el efecto del TP en la subrasante del tramo San Jerónimo, utilizando un diseño experimental y un enfoque cuantitativo. Se exploró el impacto del TP en proporciones de 2%, 4%, 6% y 8% optimizó las propiedades de la subrasante. En particular, con el 6% de tanino, el CBR se incrementó a 6.92%, la DMS alcanzó 2.18 g/cm³, el OPH llegó a 7.88%, y el IP se redujo a 4.49%. La investigación concluye que el empleo de TP es una alternativa coste-efectiva que mejora las características físicas como también mecánicas del terreno, estabiliza la capa inferior del terreno y es beneficioso para el medio ambiente y la economía.

(Rojas y García 2023, p. 9) En la investigación de su tesis **“Estabilización de suelos con fines de pavimentación usando el polímero natural de la cabuya”**. Este estudio exploró soluciones sostenibles para la infraestructura vial, teniendo como objetivo primordial en el uso de polímeros naturales para estabilizar suelos trochas carrozables. Se realizó una evaluación de un terreno arcilloso CL, que fue estabilizado utilizando el polímero orgánico proveniente de la Cabuya. Se usaron tres concentraciones diferentes del polímero (35%, 45% y 65%) y se dejaron macerar durante 10 días. Los hallazgos indicaron que la aplicación de polímero en el terreno arcilloso necesita más líquido para preservar su plasticidad, incrementa el OCH con un aumento marginal de la DMS, pero muestra un crecimiento mínimo del CBR con una reducción notable de la capacidad portante. Se concluyó que, para este tipo de suelo arcilloso, una compactación de la mezcla cercana al 40% es adecuada. No obstante, la efectividad de la estabilización no alcanzó para categorizar el terreno como subrasante para pavimentación.

(Cerna et al. 2019, p. 9) En el ensayo de su tesis **“Influencia de la incorporación de fibra de yute en la resistencia mecánica del material de afirmado de la cantera "Bazán" - Cajamarca, 2017”**. Este estudio se enfocó en mejorar suelos de baja calidad utilizando fibras naturales, específicamente fibra de yute, usando una investigación experimental. El terreno de la cantera ‘Bazán’, que satisface los estándares mínimos para ser empleado como material de relleno según el (MTC),

se fortaleció con FY en proporciones de 0.5%, 0.75% y 1% en peso. La prueba CBR se llevó a cabo con un OCH del 6% y una MDS de 2.242 g/cm³. El CBR del suelo no reforzado fue de 92.3%. Sin embargo, al reforzar el terreno con FY, los valores CBR aumentaron: 101.0% para el suelo con 0.5% de FY, 110.0% para el suelo con 0.75% de FY, y 113.0% para el suelo con 1% de FY. En conclusión, la adición de FY mejoró significativamente las características del terreno. El CBR más elevado, 113%, se alcanzó con el 100% de la MDS para la muestra de relleno fortalecida con 1% de FY. Esto evidencia la capacidad de las fibras orgánicas para potenciar la calidad de los terrenos empleados en la infraestructura de carreteras.

(Luis y Prado 2022, p. 16) En la investigación de la tesis **“Influencia del mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho, 2022”**. Este estudio cuantitativo y cuasi experimental examinó la aplicación de mucílago de nopal para optimizar la carretera. Se llevaron a cabo experimentos con adiciones de MN en proporciones de 0%, 3%, 6% y 9%. Se observó que a medida que se añade una mayor cantidad de MN, también se incrementa la resistencia a la carga y el CBR al 95% de DMS. En particular, la resistencia a la rotura se elevó a 3.4 Kg/cm², 8.5 Kg/cm², 18.2 Kg/cm² y 25.9 Kg/cm², y los valores de CBR resultaron ser de 3.6%, 7.4%, 10.1% y 14.3% respectivamente. Además, se observó un aumento en el OCH en 24.1%, 25.3%, 28.3% y 29.7%, y una disminución en la DMS a medida que se incorporaban los porcentajes de MN. En conclusión, la adición de un 9% de MN puede mejorar tanto física como mecánicamente la capa de subrasante.

(Quispe y Campos 2022, p. 10) En el estudio de la tesis **“Análisis de CBR, máxima densidad y resistencia al corte para estabilizar un suelo arcilloso SC utilizando 1%, 3% y 5% con cenizas de saúco en Lima Este distrito Ate-Vitarte”**. En donde el autor nos muestra este estudio experimental el cual se enfocó en mejorar un suelo arcilloso, utilizando CS, un fruto común en Perú. En un área total de 25000 m², se realizaron ensayos estandarizados en el laboratorio en una muestra de 200 m². Las pruebas realizadas abarcaron granulometría, CH, límite de consistencia, Proctor modificado, CBR, y densidad relativa mínima y máxima. Finalmente, se demostró que al incorporar CS en proporciones de 1%, 3% y 5%,

se optimizaron las características del terreno. Se concluye que se observaron mejoras en las características del suelo a medida que se aumentaba la medida de cenizas de sauco.

(Castillo y Patiño 2022) “**Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar en la subrasante de la carretera Sapillica – Naranjo, Ayabaca – Piura**”. Este estudio cuantitativo y experimental examinó el impacto de las CBCA en la consolidación de la subrasante de la carretera Sapillica. Se escogió una muestra no aleatoria e intencionada a lo largo de 13.2 km de base, se efectuaron 7 calicatas, recolectando un conjunto de 28 muestras (7 muestras de suelo patrón y 21 muestras con adiciones de cenizas del 5%, 10% y 15%). Se recopilaron datos a través de la observación y se llevaron a cabo pruebas de caracterización de suelos. Los hallazgos demostraron que las cenizas tienen un impacto beneficioso en la estabilización del terreno SC y ML-CL. Se concluye que la proporción ideal de cenizas es del 10% para suelos arcillosos arenosos y del 15% para suelos arcillosos limosos inorgánicos.

(Prada 2023, p. 12) En la investigación de su tesis “**Estabilización del suelo usando ceniza de bagazo de caña de azúcar para caminos no pavimentados**”. Donde el autor aduce que este estudio se enfocó en la mejora de un terreno arcilloso usando CBCA, con el objetivo de explorar tecnologías de construcción más ecológicas y económicas. Se realizaron ensayos de CBR y Proctor Modificado en el terreno con adiciones de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% de bagazo de caña. Los resultados del ensayo de Compresión indicaron que el esfuerzo máximo, 6.56 kg/cm², se logra al incinerar la CBCA a 650°C. En términos de propiedades físicas, el suelo es de tipo arenoso arcilloso. Las pruebas mecánicas demostraron que el porcentaje ideal de CBCA es del 7.5%, lo que incrementa el valor inicial del terreno en aproximadamente un 30%, pasando de 13.12% a 17.06%. Por lo tanto, se infiere que la CBCA tiene la habilidad de mejorar el terreno.

(Iquira 2022, p. 5) Para el desarrollo de su investigación “**Estabilidad de suelos arcillosos con cenizas cisco de café para el mejoramiento de subrasante**”. El autor nos indica que se tiene como objetivo usar CCC en proporciones de 5%, 7%

y 9%, para mejorar la subrasante. Se realizaron ensayos CBR y en laboratorio, obteniendo resultados promedio a 0.1” en C-1=6.59, C-2=5.2 y C-3=5.63 y C-1=5, C-2=4.6 y C-3=4.8 respectivamente. Al adicionar CCC al 5%, 7% y 9%, se notó un incremento en el CBR en las excavaciones 01, 02 y 03. En suelo natural, el CBR es menor a 6%, por lo que el (MTC) sugiere estabilizar o reemplazar con un material diferente. Se concluye que al agregar 9% de CCC, el CBR aumenta al 95% M.D.S a 0.1”, el 9% resulta ser la proporción ideal para la adición.

(Espinoza 2022, p. 5) En el desarrollo de la tesis **“Estabilización de suelos de fundación arcillosa con extracto de schinu molle para subrasante, km 26+800 Carretera Huánuco – Punto Unión, 2021”**. Donde el autor propone una tecnología de estabilización para suelos de baja calidad, con bajos CBR y altos índices de expansión, utilizando un enfoque cuantitativo, nivel relacional y cuasiexperimental. La solución propuesta consiste en aprovechar el suelo existente, evitando la necesidad de reemplazarlo completamente. Se utilizó Schinu molle, una planta local, para estabilizar un terreno arcilloso y potenciar sus características físicas y mecánicas. Conforme las directrices del Manual de Carreteras, se realizaron pruebas tanto en el suelo natural como en muestras con el extracto de SM. Se concluyó que el SM como estabilizante acrecienta ciertas propiedades tanto mecánicas como físicas del terreno, incluyendo un aumento en el porcentaje de expansión.

(Adauto 2023, p. 13) En su investigación de tesis **“Incorporación de fibra de agave para la estabilización de la subrasante en el anexo de Azapampa”**. La indagación se centró en estimar la influencia positiva de la FA en la consolidación de terrenos arcillosos, es tipo aplicada y pre-experimental. Se llevaron a cabo pruebas de CBR y Proctor Modificado para examinar la DMS y el OCH. Se recolectaron muestras de suelo de cuatro calicatas y se incorporaron diferentes proporciones de FA de distintas longitudes (5 y 10 cm) y porcentajes (0.5%, 1.0% y 1.5%). Los datos se analizaron en pruebas de laboratorio y se procesaron estadísticamente. Los hallazgos indican que la adición de FA tiene un efecto beneficioso en la capacidad portante relativa y en el contenido de humedad del terreno, aunque su influencia en la densificación es menor. Se concluyó que la fibra

de agave contribuye a equilibrar los terrenos arcillosos, especialmente cuando se añade en una proporción óptima del 1.0% con una longitud de 5cm.

(Poccorpachi 2022, p.7) **“Mejoramiento de subrasante arcillosa para incrementar la capacidad soporte utilizando cloruro de magnesio y cal - avenida Los Chankas, San Jeronimo - Andahuaylas – 2022”**. Se realizó una investigación con la meta de optimizar la calidad del terreno. Para ello se utilizó $MgCl_2$ y cal, el estudio se efectuó con una orientación cuantitativa y aplicada, y un diseño de tipo cuasi experimental. De acuerdo con las clasificaciones SUCS y AASHTO, el suelo natural se identificó como CL y A-6(5), respectivamente. Se experimentó con dosificaciones de 1%, 3% y 9% de $MgCl_2$ y cal. Cada dosificación resultó en mejoras en las características físico-mecánicas del terreno. Con una dosis del 1% de $MgCl_2$ y cal, se logró un IP de 9.7%, MDS de 1.988 gr/cm³, OCH de 7.6% y CBR de 5.2%. Con una dosificación del 3%, los resultados fueron un IP de 11%, MDS de 2.099 gr/cm³, OCH de 6.8% y CBR de 9.3%. Finalmente, con una dosificación del 9% de $MgCl_2$ y cal, los resultados fueron un IP de 7.6%, MDS de 2.104 gr/cm³, OCH de 7.9% y CBR de 12.3%. El estudio deduce que la incorporación de $MgCl_2$ y cal acrecentó significativamente las características del terreno suelo, siendo la dosis del 9% la más efectiva.

(Ramírez 2020, p. 7) **“Incorporación de la ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020”**. Este estudio de ingeniería civil exploró la aplicación de ceniza de Cabuya para optimizar suelos arcillosos, usando una metodología cuasi experimental. A pesar de la falta de investigaciones previas, se demostró que la ceniza de Cabuya puede ser eficaz para este propósito. Se recogieron muestras de un tramo de 3 kilómetros y se hicieron pruebas de límite de límite líquido, plástico, expansión y CBR. La conclusión fue que al adicionar de 6%, 8% y 12% de CC al suelo aminoró el IP y aumentó el CBR. De acuerdo con los experimentos de laboratorio, la adición de ceniza de Cabuya ha probado ser un método eficaz para optimizar la consolidación de suelos arcillosos. Específicamente, la mezcla de un 8% de suelo natural con un 12% de ceniza resultó en un CBR de 17.5%, por lo tanto se concluye que la optimización de la consolidación de terrenos arcillosos es

factible mediante la incorporación de ceniza.

(Salazar y Valle 2021, p. 8) “**Mejoramiento de las propiedades de la subrasante con fibra de cabuya y cal en la Calle el Carmen - Carabaylo, 2021**”. Este estudio de ingeniería civil examinó cómo la FC y la cal pueden optimizar las propiedades de la subrasante de la carretera. Se realizó en 10 cuadras seleccionadas de la Calle el Carmen, utilizando un diseño cuasiexperimental. Se trabajó con un terreno arcilloso de baja plasticidad, aplicando diferentes porcentajes de cal y fibra de cabuya. Los hallazgos revelaron que, al añadir un 1% de FC, se alcanzó un OCH del 16% y una DMS de 1.900gr/cm³. Al utilizar un 5% y 7% de cal, el OCH alcanzó el 15.5% y la DMS llegó a 1.832gr/cm³. Además, se notó un aumento en el CBR a 10.8% con el 1% de fibra de cabuya y a 9.3% con el 7% de cal. Estos resultados sugieren que tanto la FC como la cal tienen la capacidad de acrecentar significativamente las características de la subrasante de la carretera.

(Cabía y Espinoza 2021, p. 7) “**Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021**”. Este estudio investigó el uso de FC y bambú para mejorar la estabilidad de base de una carretera, se utilizó un diseño cuasi experimental para evaluar las características del suelo arcilloso, los hallazgos indicaron que al incorporar un 10% de estas fibras aumentaba el IP a 36.97% y 38.16%, respectivamente, y reducía el contenido óptimo de humedad a un 22.44%, al incorporar estas fibras, el CBR del suelo arcilloso aumentó a 43.45% y 47.81%, demostrando una mejora significativa en comparación con el CBR inicial de 8.87%, en consecuencia, la adición de FC y bambú puede mejorar la estabilización de los cimientos de las carreteras.

(Mamani, Pancca 2022, p. 8) En la investigación de su tesis “**Estabilización de suelos con cáscara de semilla de girasol - fibra de cabuya en camino vecinal Ayaviri – Sunimarca, Puno – 2022**”. Donde el autor tiene como fin de examinar el impacto de incorporar CSG y FC en la consolidación y las características tanto mecánicas como físicas del terreno usando una metodología aplicada y un diseño cuasiexperimental. Se introdujeron distintas proporciones de CSG y FC al suelo y se recolectaron muestras de 4 calicatas. Se efectuaron una serie de pruebas que

están dentro de la mecánica de suelos. Los hallazgos revelaron que la combinación ideal fue de 2.0% de CSG y 2.5% de FC, lo que resultó en una disminución del IP y OCH, pero aumento en la MDS y CBR. No obstante, con la incorporación de 1.5% de CSG y 1.0% de FC, el CBR se redujo. Por ende se concluye que la inclusión de CSG y FC puede potenciar las características de la subrasante del camino rural, funcionando como un estabilizante.

(Ramos Fernández 2020, p. 7) **“Mejoramiento de suelo arcilloso nivel subrasante aplicando fibra de cabuya en Av. Cuzco- Distrito Mi Perú - Callao 2020”**. Este estudio tiene como fin examinar el impacto de incorporar FC en la estabilización de suelos, usando una metodología tipo explicativa, de nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. Siguiendo las normativas el suelo se identificó como arena limosa de baja plasticidad. Se observó que al agregar FC incrementa el índice de soporte de (CBR), en particular con proporciones de 10% y 20%, logrando un CBR de 35.50% y 38.50% respectivamente. Dada la baja permeabilidad y la alta capa freática del material encontrado, se necesita un estabilizante para mejorar sus características. Después de realizar un estudio de mecánica de suelos, se determinó que la inclusión de FC puede funcionar como un estabilizador eficiente para la subrasante del camino vecinal.

CONCEPTOS RELACIONADOS:

Contenido de humedad: El procedimiento para calcular la proporción de humedad en el suelo implica la recolección de una muestra en su estado húmedo y su posterior secado en un horno a 100-110°C hasta que su peso se estabilice. La diferencia de peso representa el agua en el suelo, y se expresa como un grado de peso desecado de la muestra. El grado de humedad puede oscilar desde 0 (suelo seco) hasta un valor límite (suelo saturado). En geotecnia, este procedimiento es crucial debido a que el nivel de humedad puede tener una repercusión considerable en las características tanto mecánicas como físicas del terreno, aspectos como la capacidad de compresión y la resistencia al corte (Gómez 2008, p. 28).

Suelos: Los suelos cambian rápidamente en dirección vertical, a diferencia de los que cambian en dirección horizontal. De esta manera, el suelo también está

representado por muchos tipos diferentes de componentes del terreno, que pueden ser residuos de terraplenes, especialmente arenisca de cemento. Se descartan como rocas sanas, rocas ígneas y otras, pero existen sedimentos muy densos que son difíciles de descomponer bajo la influencia del tiempo. No obstante, el nivel de humedad tiene un papel crucial en las propiedades mecánicas del suelo, por lo que se debe considerar como un componente esencial del mismo (Badillo 1969, p. 25).

TABLA 1; Cantidad de Calicatas para Exploración

Cantidad de Calicatas para la Investigación de Suelos			
Tipo de Vía	Socavón (m)	Cantidad mínima de Calicatas	Observación
Vía de Primera Categoría: Rutas con un IMDA que oscila entre 4000-2001 vehículos/día, conformada por una calzada de dos carriles	1.50 m a nivel de subrasante	<ul style="list-style-type: none"> • 4 excavaciones x kilometro 	Las excavaciones se dispondrán de manera longitudinal y de forma intercalada
Vía de Segunda Categoría: Rutas con un IMDA que oscila entre 2000-401 vehículos /día, conformada por una calzada de dos carriles	1.50 m a nivel de subrasante	<ul style="list-style-type: none"> • 3 excavaciones x kilometro 	
Vía de Tercera Categoría: Rutas con un IMDA que oscila entre 400-201 vehículos/día, conformada por una calzada de dos carriles	1.50 m a nivel de subrasante	<ul style="list-style-type: none"> • 2 excavaciones x kilometro 	
Vías con Trafico de Baja Intensidad: rutas con un IMDA ≤ 200 vehículos/día, de una sola calzada.	1.50 m a nivel de subrasante	<ul style="list-style-type: none"> • 1 excavaciones x kilometro 	

Fuente: "Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos"

Trocha Carrozable: Provias (2008) afirma que es una ruta por la que transitan vehículos motorizados, construida con una mínima alteración del terreno, con una sección transversal que facilita el paso de un solo vehículo, es importante recordar que, para ser clasificada como trocha carrozable, debe tener un IMDA menor a 200 automóviles por día.

Estabilización de Suelos: El procedimiento estabilizar suelos consiste en añadir materiales o compuestos químicos al terreno para alterar sus características, ya sea mediante una interacción tanto químicas como físicas o creando una estructura que une las partículas del suelo. Este proceso es esencial en la construcción de carreteras, ya que se pretende optimizar las características ingenieriles de los suelos para que sean adecuados para su uso en las distintas capas de un pavimento. Este proceso para estabilizar los suelos puede potenciar la resistencia, disminuir la compresibilidad y la permeabilidad del terreno, y aumentar su durabilidad, lo que resulta en una base más sólida y duradera para la infraestructura vial (Tenreiro 2001, p. 87).

Subrasante: La subrasante, ubicada debajo de la sub base, es la superficie finalizada del camino a nivel de movimiento de tierras, esta capa crucial, compuesta por suelo natural, soporta las cargas del pavimento. Los suelos que cumplen con los criterios de compactación son seleccionados para constituir una estructura sólida, los suelos en el nivel de la subrasante deben tener un fondo mínimo de 0.60m y ser firmes con un $CBR > 6\%$. Si los suelos tienen un $CBR < 6\%$, se consideran inadecuados y se buscarán soluciones para mejorarlos, ya sea mecánicamente o reemplazando la subrasante, la elección de la solución dependerá de la eficiencia metodológica y financiera, la resistencia de la subrasante debe ser uniforme para prevenir defectos en los pavimentos siendo esta una capa esencial en la estructura de un plan de carreteras (MTC 2014, p. 20).

Volumen de Suelos: Los suelos, formados por un desarrollo físico, tienen una dimensión crucial en su creación. Es vital conocer el volumen de los huecos y la humedad, ya que permiten calcular la unidad del peso del suelo, un indicador clave en geotecnia, estos datos son esenciales para establecer el índice de porosidad. Además, ayudan a determinar la porosidad del suelo, que es la fracción del volumen total ocupado por los huecos. Este conocimiento es fundamental para entender las características tanto mecánicas como también físicas del terreno, influyendo en las decisiones de diseño y construcción en ingeniería civil y geotecnia. Según la normativa peruana, el volumen de suelos, que incluye los espacios vacíos y la humedad, es un concepto esencial en ingeniería civil. La Norma Técnica Peruana

(NTP) 339.139:1999 establece el método para determinar el peso volumétrico de suelo cohesivo, una medida relevante en geotecnia (Sánchez et. al 2018, p. 49).

Peso Específico: El peso específico, derivado del peso propio de un mineral, resulta en una densidad volumétrica máxima equivalente, la valoración es adimensional se calcula a partir de la proporción entre el peso del sólido y el volumen de líquido a temperatura ambiente, en mecánica de suelos, la carga explícita de partículas esenciales es intrigante y compleja las partículas gruesas contienen aire en poros impenetrables, que se expulsa al romper las partículas en granos más finos. Así, el peso específico sirve como prueba de la carga explícita de los sólidos. Las partículas de un mineral, como el suelo arcilloso, se expresan en unidades de peso por volumen, usando la densidad relativa de los sólidos, que se calcula como la proporción entre la densidad de las partículas (Badillo p. 25).

Índice de plasticidad: Es un parámetro que muestra la discrepancia numérica entre el LL y el LP de un terreno, esta diferencia está condicionada por la cantidad y la variedad de arcillas existentes en el terreno. En términos generales, el I.P está directamente relacionado con la presencia de arcillas en el terreno. Sin embargo, es importante destacar que no solo la cantidad, sino también el tipo de arcilla (como caolinita, illita, montmorillonita, etc.) puede afectar significativamente el I.P. Además, otros factores como la mineralogía, la granulometría y la estructura del suelo también pueden influir en el I.P. Por lo tanto, una comprensión completa del I.P requiere un análisis de las propiedades del suelo (Villalaz 2005, p. 69).

TABLA 2; IP según tipo de Suelos

IP	Nivel de Plasticidad	Propiedades
IP > 20	Elevada	Terrenos altamente arcillosos
IP ≤ 20	Moderada	Terrenos Arcillosos
IP < 7	Reducida	Terrenos con poca arcilla
IP = 0	No plástico	Terrenos libres de arcilla

Fuente: "Manual de Carretera suelos geología, geotecnia y pavimentos"

Resistencia la esfuerzo: En la geotecnia, un parámetro esencial que determina el comportamiento de un suelo bajo diversas condiciones de carga es la resistencia al esfuerzo, esta alude a la habilidad de un material para resistir cargas sin sufrir deformaciones o fracturas, se cuantifica esta resistencia en términos de esfuerzo, que se describe como la tensión aplicada por unidad de superficie, se mide esta resistencia, en el ámbito de la ingeniería de materiales, se alude a la habilidad de un material para aguantar fuerzas que intentan deformarlo (Rico 2005, p. 252).

Ensayos de Límite de Atterberg: O también llamados los límites de Consistencia, se trata de una prueba de laboratorio estandarizada, sirve para especificar el rango de humedad en el que un terreno adquiere propiedades plásticas. Propuestos inicialmente por Atterberg y revisados por Casagrande, estos límites facilitan la clasificación de terrenos según el SUCS. Para establecer estos límites, se reconfigura la muestra de terreno. Por lo tanto, es esencial tener una relación precisa de las condiciones naturales del suelo. Durante las pruebas, se trabaja con la fracción de suelo más fina que atraviesa una malla de 0.42 mm, incluyendo la fracción de arena fina en el análisis (MTC 2014, p. 20).

Ensayo de Compactación Proctor Modificado: Este proceso se lleva a cabo en laboratorios y en el campo, y su objetivo principal es determinar la MDS que un suelo puede lograr bajo condiciones controladas y la cantidad óptima de humedad requerida para lograr esta densidad máxima, en el laboratorio, se toma una muestra característica del terreno y se compacta utilizando una serie de golpes controlados, generalmente con un martillo, en capas sucesivas. (Facultad de Minas p. 16)

El ensayo de compactación es esencial en la edificación de vías, cimentaciones, diques y otras construcciones, ya que proporciona datos cruciales para evaluar la habilidad de carga y la firmeza del terreno. En el campo, el ensayo se realiza de manera similar, utilizando un equipo de compactación adecuado, como una compactadora de rodillo, para evaluar la calidad de la compactación in situ. Los resultados de estos ensayos ayudan a los ingenieros a supervisar y controlar la calidad de la construcción y a tomar decisiones informadas para garantizar la integridad de las estructuras y carreteras a lo largo del tiempo.

Ensayo de CBR: El California Bearing Ratio es un ensayo de laboratorio esencial en ingeniería geotécnica que mide el aguante de un terreno en circunstancias de compresión. Este ensayo se utiliza para medir la resistencia de carga de un terreno, lo que es crucial para el diseño de pavimentos y cimientos. Durante el ensayo, se aplica una carga estándar a una muestra de terreno y registra el grado de penetración. Los resultados se comparan con los de un material de referencia para obtener el ratio de CBR. Un CBR más alto indica una mayor resistencia del suelo. Este ensayo es particularmente útil para suelos con un alto contenido de partículas finas, como arcillas y limos. No obstante, es importante tener en cuenta que los resultados del examen de CBR pueden ser influenciados por diversos factores, entre ellos, el nivel de humedad y la consistencia del terreno (MTC 2014, p. 20).

TABLA 3; Organización de subrasante en base al CBR

Clasificación de CBR de la subrasante	
Categoría	CBR
0: Subrasante inapropiado	CBR < 3%
1: Subrasante bajo	$3\% \leq \text{CBR} < 6\%$
2: Subrasante intermedio	$6\% \leq \text{CBR} < 10\%$
3: Subrasante aceptable	$10\% \leq \text{CBR} < 20\%$
4: Subrasante muy aceptable	$20\% \leq \text{CBR} < 30\%$
5: Subrasante estupendo	CBR $\geq 30\%$

Fuente: "Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos"

TABLA 4; Numero de Ensayo Mr y CBR

Número de Ensayo Mr y CBR	
Tipo de Carretera	Nº Mr y CBR
Vía de Primera Categoría: Rutas con un IMDA que oscila entre 4000-2001 vehículos/día, conformada por una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Por cada 3km hay 1 Mr y por cada 1km hay un CBR
Vía de Segunda Categoría: Rutas con un IMDA que oscila entre 2000-401 vehículos /día, conformada por una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Por cada 1.5km hay un CBR
Vía de Tercera Categoría: Rutas con un IMDA que oscila entre 400-201 vehículos/día, conformada por una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Por cada 2km hay un CBR
Vías de Bajo Volumen de Transito: rutas con un IMDA ≤ 200 vehículos/día, de una sola calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Por cada 3km hay un CBR

Fuente: "Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos"

La cabuya: La cabuya es una fibra natural de gran relevancia debido a su versatilidad y resistencia. Se obtiene de la planta *Agave sisalana*, originaria de América Central y cultivada en varias regiones tropicales y subtropicales del mundo. Esta fibra se utiliza en aplicaciones ingenieriles, sobre todo en geotécnica y construcción, gracias a sus propiedades excepcionales. Esta planta, que varía de tamaño de entre 2 a 7m, tiene hojas verdes oscuras agrupadas en una roseta gruesa, con bordes firmes y espinas prominentes. Las hojas, que pueden variar en tonos de verde grisáceo a azul, se desarrollan rápidamente, alcanzando su madurez en unos pocos años (Merino et al. 2023, p. 2).

La cabuya se convierte en un componente crucial en la fabricación de geotextiles, cuerdas, correas y mallas de refuerzo para la construcción de estructuras civiles. Su capacidad para soportar tensiones y su resistencia a condiciones adversas la hacen valiosa en obras de ingeniería civil, como cimentaciones, taludes y control de erosión. Además, se utiliza en sistemas de anclaje y refuerzo de suelos, contribuyendo a la estabilidad de estructuras. Esta fibra natural, a pesar de la disponibilidad de materiales sintéticos, se mantiene como una elección importante en ingeniería se debe a su durabilidad, su resistencia a las condiciones climáticas adversas y su habilidad de disminuir la erosión del suelo. La cabuya es un ejemplo de cómo la ingeniería moderna aprovecha recursos naturales tradicionales para la construcción de instalaciones respetuosas con el medio ambiente.

FIGURA 1; Planta de Cabuya



Fuente: "Elaboración Propia"

TABLA 5; Propiedades de la Cabuya

Máxima Tensión Mecánica	305 (MPa)
Ensayo de Corte Directo	112 (MPa)
Módulo de Young	7.5 (MPa)
Elongación a la Rotura	5%
Ensayo de Densidad	1.3 gm/cm ³

Fuente: (Machado 2019)

Expansión del suelo: Se refiere a la propiedad de algunos suelos de aumentar su volumen cuando absorben agua. Este fenómeno es especialmente notable en suelos arcillosos, debido a la capacidad de las partículas de arcilla para retener agua en sus estructuras. Cuando el suelo absorbe agua, las partículas de arcilla se hinchan, separándose entre sí y aumentando el volumen total del suelo. La expansión del terreno es una parte crucial que considerar en la ingeniería civil y la construcción, ya que puede dar lugar a problemas como la subsidencia de cimientos, agrietamiento de estructuras y cambios en la estabilidad de terraplenes. Por lo tanto, comprender y evaluar la expansión del suelo es necesario para garantizar la estabilidad y protección de las construcciones de ingeniería, y se realizan ensayos específicos para medir esta y se implementan las acciones necesarias para atenuar sus impactos (Carter et al. 1986, p. 349).

Clasificación de Suelos SUCS: También conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos -SUCS, es una técnica utilizada en geología e ingeniería para caracterizar la textura y la dimensión de las partículas de un terreno. Este esquema de clasificación, que es aplicable a la mayoría de los componentes no consolidados, se simboliza con dos letras. Cada letra se explica a continuación (excepto Pt). Antes de clasificar el suelo, es necesario realizar un análisis granulométrico del suelo mediante tamizado u otros métodos. Este sistema también es conocido como la clasificación modificada de Casagrande (Diego et al. 2014, p. 54).

Clasificación de Suelos AASTHO: El procedimiento de categorización de la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte es uno de los primeros sistemas de clasificación de terrenos. Este procedimiento ha sido examinado en múltiples ocasiones y hoy en día se emplea principalmente en el campo de la ingeniería para la edificación de terraplenes, subrasantes, subbases y bases de vías. No obstante, es crucial tener en cuenta que un terreno que es apropiado para ser empleado como subrasante de carreteras puede no ser idóneo para otros propósitos (Diego et al. 2014, p. 54).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación: Este estudio aplicado se realizó con el objetivo principal de analizar un problema con una orientación hacia la acción, aportando elementos novedosos. Si nuestra investigación se diseña correctamente y confiamos en los elementos evidenciados, la información actualizada puede ser útil y valiosa. Se realizó por medio de la recolección de información, pruebas de laboratorio y análisis de hallazgos para confirmar la hipótesis respaldada por estudios de nuestro país y del extranjero (Sampieri et al. 1991). La meta era evidenciar cómo la fibra de cabuya ejerce un impacto considerable en la mejoría de las características de la subrasante de una trocha carrozable.

Nivel de Instigación: Este análisis explicativo no se restringió a la representación de eventos o conceptos, sino que profundizó en las conexiones conceptuales. Se enfocó en abordar las cuestiones de los fenómenos físicos y sociales, con el propósito principal de comprender por qué surge un evento, en qué estado se halla o cómo interactúan múltiples variables. Por ende, este análisis explicativo no solo buscó observar el comportamiento de cada variable, sino también cómo una variable se relaciona con otra (Arias 2012). Se recolectó información verídica que nos permitió estudiar por qué la fibra de cabuya funciona como aditivo para acrecentar las características de la subrasante. De esta forma, se logró explicar los hallazgos obtenidos, proyectando cómo una variable independiente afecta a la dependiente.

Diseño Metodológico: Este estudio de naturaleza experimental se centró en dos variables: las características de la subrasante y la FC. En virtud de su relevancia, se requiere un manejo cuidadoso de la variable independiente y se evalúa su impacto en la variable dependiente. Por lo tanto, el objetivo propuesto fue analizar las particularidades de la aplicación de la FC para aumentar las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable en las localidades de Chuparo y Miraflores. Se realizó esta investigación a través de un diseño cuasiexperimental, la selección de este procedimiento se fundamenta en la conexión entre dos variables: la variable

explicativa, que es el origen, y la variable de respuesta, que es la consecuencia. En este contexto, es imprescindible ajustar de forma deliberada la variable explicativa para comprender su impacto en la variable de dependiente o de respuesta (Bernal 2010).

Enfoque de Investigación: A través de un enfoque cuantitativo, se recogieron datos y se revisaron los resultados adquiridos en el laboratorio, que son elementos cuantificables (Faneite 2023), este enfoque resaltó la eficacia de la fibra de cabuya como un aditivo estabilizador, este proceso facilitará la respuesta a las preguntas de investigación y la demostración de la hipótesis planteada, además, este enfoque se fundamenta en la medición de variables e instrumentos, en resumen, se investigó cómo la cabuya puede potenciar las características del suelo mediante un enfoque cuantitativo.

3.2. Variable y operacionalización

La definición de la operacionalización de las variables se entiende como el procedimiento de formación de los conceptos de cada una, respaldándose en un autor que nos ofrece una definición mediante su estudio del concepto (Coronel et al. 2023).

Variable Independiente: Fibra de cabuya (FC)

Definición operacional: Primero, en este estudio, se llevará a cabo el análisis de suelos estándar. Posteriormente, se añadirá una dosificación de 0%, 3%, 6%, 9% a cada uno de los ensayos, resultando en 4 diseños. Se realizarán pruebas como Granulometría, Límites de Consistencia, Proctor modificado y CBR, en el laboratorio, se medirán los cambios en las propiedades.

Variable Dependiente: Mejoramiento de Subrasante

Definición operacional: Esta variable, en relación con sus propiedades cambiantes, depende de la variable independiente, que es la Fibra de Cabuya.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población:

El concepto “población de estudio” según los autores Arias Gómez et al. (2016), alude a un conjunto particular de situaciones que son determinadas, restringidas y alcanzables y que cumplen con ciertos criterios preestablecidos. Este grupo sirve como principio para la selección de la muestra. Es crucial subrayar que la población no se limita solo a las personas, sino que también puede incluir a la fauna, especímenes biológicos, archivos, centros de salud, objetos, familias, organizaciones, entre otros. La población se ubicará en el tramo que une el C.P Chuparo y C.P. Miraflores, que posee una longitud de 1.02km para las pruebas de mecánica de suelos.

Muestra:

La muestra se refiere a la precisión delimitada con la que se subdivide una población. Además, el muestreo es no probabilístico, ya que selecciona un segmento de la población basado en factores que no dependen del azar, en lugar de las propiedades del estudio (López 2024).

Para la implementación de la investigación, se escogió un grupo representativo de la población. La delimitación permitió establecer la viabilidad de obtener resultados que puedan extrapolarse a toda la población. Se examinó toda la trocha carrozable de la avenida La Paz, que abarcan aproximadamente 1.02 kilómetros en el distrito de Anco Huallo. Donde se efectuó la ejecución de calicatas para recolectar muestras del suelo, estas calicatas consistieron en excavaciones de al menos 1.50 metros de profundidad, siguiendo las normativas establecidas. La selección de la magnitud de la muestra se fundamentó en la definición de los límites del terreno y en los parámetros adecuados para los ensayos. Estos parámetros fueron aprobados según las especificaciones correspondientes. Además, se determinó que se debía elaborar una calicata por cada 500 m² en este tipo de vía.

Muestreo:

La selección fue no probabilística por conveniencia, también denominada aleatoria, es un procedimiento donde un componente tiene la oportunidad de ser parte de la

muestra, sin embargo, al seleccionar todos los componentes, estos no se fundamentan en probabilidades, sino que obedece a las características que el responsable de la investigación o el que toma la muestra como dice (López 2024). En este procedimiento, el método no es automático ni se basa en métodos probabilísticos, por lo que está en manos del criterio del grupo de personas que toman decisiones colectivas, y las muestras seleccionadas por determinación inherentes tienden a estar predispuestas. La elección para la investigación fue no probabilística, ya que no se empleó el procedimiento de análisis y el conjunto de datos no fueron elegidos aleatoriamente, de modo que se efectuó la indagación en las secciones más complicadas.

Unidad de análisis:

En el ámbito de la investigación cualitativa, se emplea el concepto de unidades de análisis para referirse a diversos elementos, ya sean de campo o de gabinete. Estas entidades pueden cubrir una diversidad de elementos, tales como regiones, tipos de fauna, gases, residuos, productos, servicios o divisas. Lo que caracteriza a estas unidades es su conjunto de atributos o características que las distinguen entre sí, ya sea de manera total o parcial. Además, es posible organizarlas según criterios específicos es lo que mencionan los autores (Sánchez Sáenz 2018, p. 123) . En esta investigación, la unidad de estudio sería la vía transitable que conecta las comunidades de Chuparo y Miraflores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de Investigación:

El método empleado se basa en la observación y el análisis documental como aduce (Rincón 1995). Durante este proceso, se recolectaron datos con el fin de estudiar las variables dependientes e independientes, el objetivo principal es evaluar si la adición de un aditivo, que sería la FC, mejora las características de la subrasante. Para recabar información relevante, se realizaron dos calicatas, y ambas se utilizarán para determinar, comparar y discutir los resultados obtenidos. Se procederá con pruebas de laboratorio para analizar la composición del suelo y la eficacia del aditivo.

Instrumentos de recolección de datos:

La recopilación de datos conlleva la acumulación y organización de información vinculada a variables, sucesos, entornos, clasificaciones y colectividades implicadas en la investigación. Esta información se adquiere mediante el uso de herramientas que deben ser exactas, correctas y validadas previamente. En el ámbito de las ciencias sociales y humanas, es crucial comprender el método, la ubicación y el entorno de la recolección de información, ya que este paso operativo es fundamental para alcanzar las metas del estudio (Buendía et al. 1997, p. 127). En este estudio, se empleó como instrumento de recolección los certificados proporcionados por el laboratorio, este procedimiento nos facilitó recopilar todos los hallazgos obtenidos de los ensayos efectuados en el terreno.

Validez:

La autenticidad se relaciona con el nivel en que las técnicas y herramientas de recolección de información o datos representan de manera precisa el suceso o las variables que lo influyen (Muñoz 2015, p. 186). Por lo tanto, se enfatizó que todos los dispositivos utilizados para verificar la autenticidad de este análisis estaban estandarizados y validados, siguiendo el estándar técnico peruano. Posteriormente, se realizó la implementación de los análisis de laboratorio, los cuales también fueron inspeccionados por tres expertos para asegurar un nivel de autenticidad fiable.

Confiabilidad de los instrumentos:

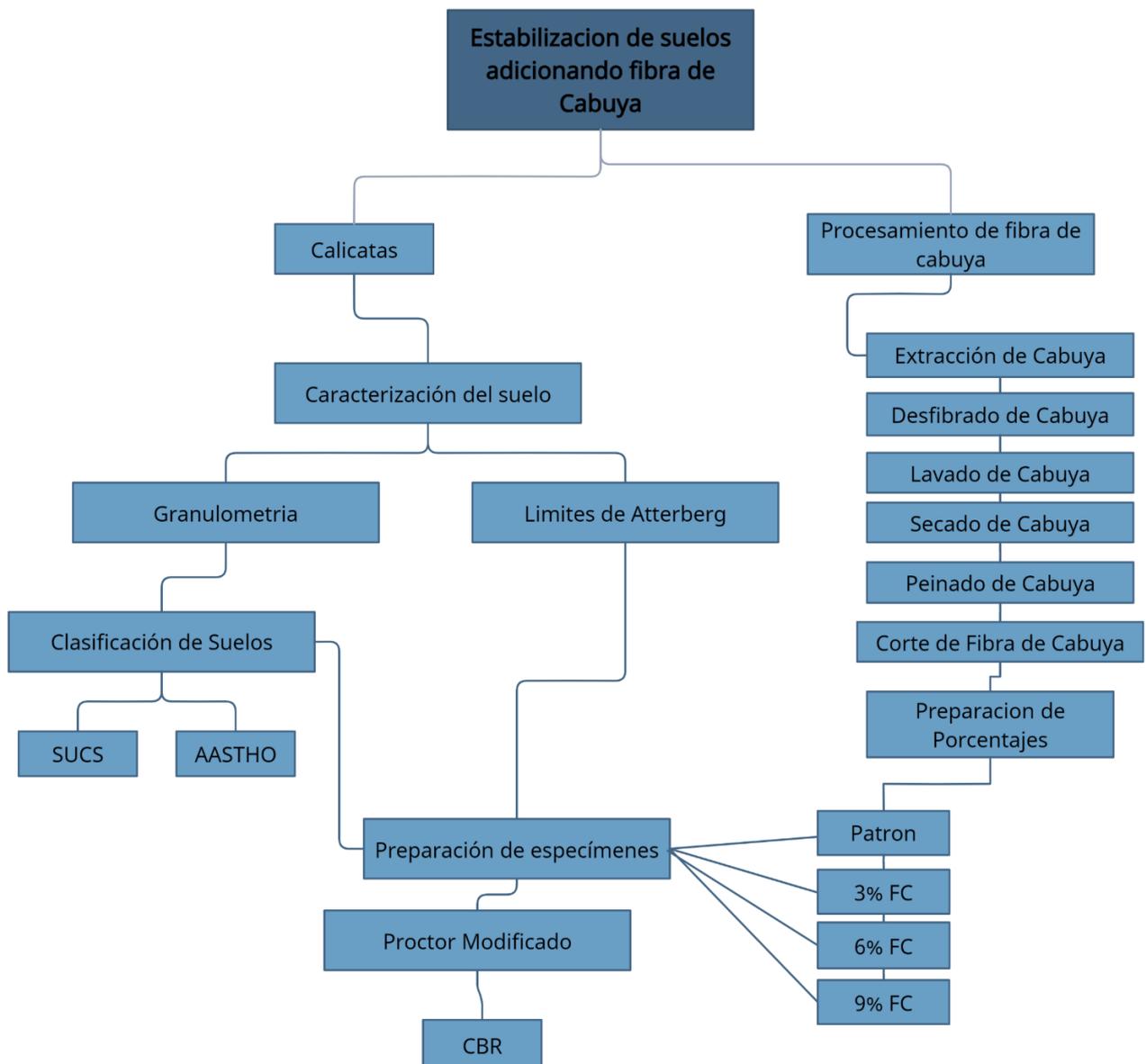
En esta investigación, se utilizaron métodos e instrumentos que cumplen con las normativas y manuales pertinentes como aducen (Domínguez et al. 2023). Estos han sido estudiados y seleccionados cuidadosamente para llevar a cabo el estudio. Entre las referencias utilizadas se encuentran la norma ASTM, la norma técnica peruana y manual de carreteras.

Además, todos los análisis se realizaron bajo la supervisión de personal capacitado, ya sean técnicos o ingenieros, lo que aseguró la confiabilidad y consistencia de los resultados. Los laboratorios donde se realizaron las pruebas disponen de instrumentos debidamente calibrados y certificados.

3.5. Procedimientos:

Para iniciar, se ejecutó la implementación de la teoría actual, realizando una inspección visual exhaustiva de la carretera en estudio. Durante esta observación, se identificaron los problemas presentes tanto in situ como en los alrededores, y se documentaron meticulosamente en una guía con el objetivo de recopilar evidencia. Posteriormente, se procedió a describir las condiciones específicas de la vía, y se tomaron ejemplares de diferentes puntos a lo largo de la trocha carrozable. Estas muestras se utilizarán para llevar a cabo un análisis detallado y preciso.

FIGURA 2; Procedimiento de Ejecución



Fuente: "Elaboración Propia"

3.6. Método de análisis de datos

Es de vital importancia desarrollar un plan estratégico que sirva como guía en nuestro camino investigativo. Este plan se construirá a partir de una variedad de fuentes, experimentos que proporcionan datos empíricos, observaciones que ofrecen perspectivas valiosas, literatura que aporta un marco teórico, archivos que contienen información histórica y trabajos de investigación previos que proporcionan un punto de partida para nuestro estudio.

Para la recopilación de datos, se empleó un análisis documental el sitio de investigación se ubicó en la Avenida La Paz, que presentaba un estado topográfico natural, durante el estudio, se aplicó un aditivo la fibra de cabuya.

En el procedimiento inductivo, se transportaron muestras de fibra de cabuya al laboratorio para efectuar pruebas que evaluaron la conducta de los materiales en la subrasante y cómo influyeron en el incremento de su capacidad de carga. Esto nos permitirá resolver cualquier incertidumbre que pueda surgir durante el proceso de investigación y presentar nuestros hallazgos de manera clara, precisa y convincente. Al hacerlo, podremos contribuir de manera significativa a nuestro campo de estudio y proporcionar una base sólida para futuras investigaciones.

3.7. Aspectos éticos

Con relación a los aspectos éticos, los autores mencionados en este estudio fueron citados meticulosamente, reconociendo su contribución como fuentes de estudio. La información proporcionada por ellos fue fundamental para nuestra investigación y se obtuvo a través de tesis, artículos científicos, libros, entre otros, es importante destacar que las citas recogidas se realizaron siguiendo las directrices establecidas en el manual ISO 690. Adicionalmente, la información obtenida se presentó de forma adecuada en el debate y el análisis de datos, los ensayistas de este estudio garantizan que este documento se utilizará únicamente con fines científicos. De igual manera, los resultados logrados como producto de esta investigación se han divulgado de manera transparente.

IV. RESULTADOS

Título del Proyecto de Estudio:

“Incorporación de Fibra de Cabuya para Estabilizar la Subrasante de la Trocha Carrozable - Distrito de Anco Huallo - Apurímac, 2024”

Ubicación de la zona Investigada

Esta investigación se realizó en el distrito de Anco Huallo que pertenece a 1 de los doce distritos que son parte la provincia de Chincheros región de Apurímac, se encuentra en las siguientes coordenadas; 13°31'55.93" en latitud sur y 73°40'33.69" latitud oeste, específicamente entre las comunidades de Chuparo y Miraflores, que cuenta con un tramo de 1.02km con coordenadas 13°31'25.05" en latitud sur y 73°41'4.37" latitud oeste (CHUPARO), 13°32'0.02" en latitud sur y 73°41'13.51" latitud oeste (MIRAFLORES), y cuenta con una altitud de 3147 M.S.N.M.

FIGURA 3; Ubicación de la zona de Estudio



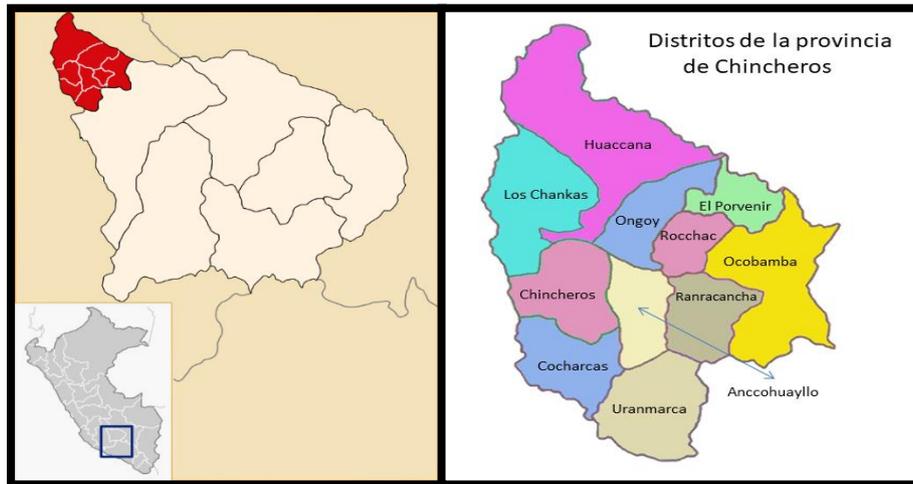
Fuente: “Elaboración Propia”

Limites:

El distrito de Anco Huallo, limita con:

- Norte : Colinda con el sector de Ongoy
- Sur : Colinda con el sector de Uranmarca
- Este : Colinda con el sector de Ranracancha
- Oeste : Colinda con el sector de Chincheros

FIGURA 4; Ubicación Política de Anco Huallo



Fuente: "Elaboración Propia"

Clima:

Anco Huallo cuenta con un clima frígido y seco con una temperatura media de entre 5°C hasta 16° C en épocas de lluvias que van entre los meses de diciembre hasta abril y 7° C hasta 25° C en verano, en relación con las precipitaciones, se observa una mayor intensidad desde octubre hasta marzo, con intensidades que van de 80 mm a 113.6 mm, el pico de precipitación anual vendría a ser de 146 mm.

Estudios de Información

- Análisis Granulométrico
- Contenido de humedad
- Límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)
- CBR
- Ensayo Proctor Modificado

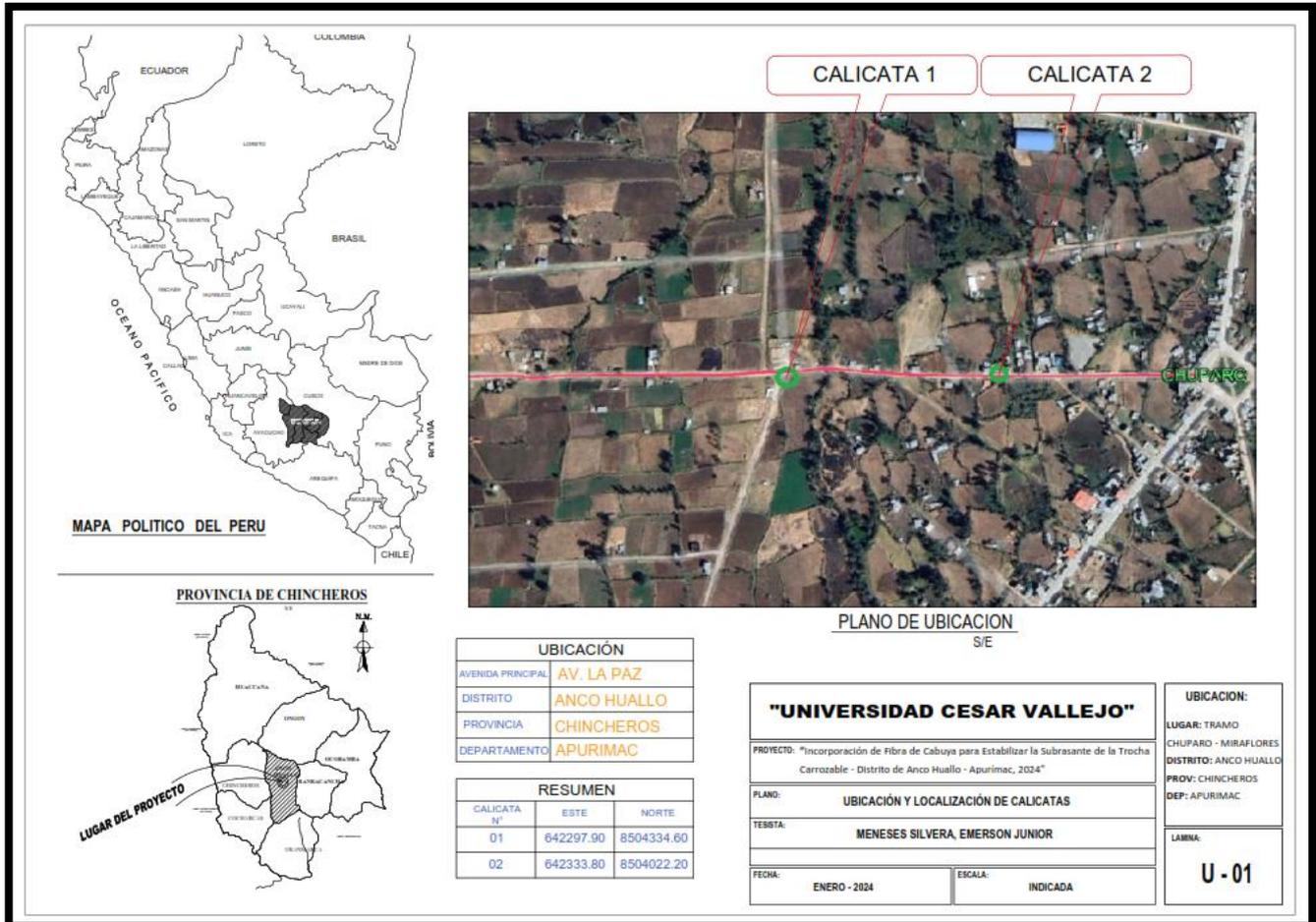
Exploración de Suelos

Se efectuó una verificación y reconocimiento, tras lo cual se efectuaron 2 calicatas de 1.50m con relación al nivel de subrasante de la vía, las calicatas se dispusieron de manera longitudinal y alternada en el tramo de 1.02 KM que conecta las comunidades de Chuparo y Miraflores, la calicata número 1 se sitúa en el KM 0+220 y la calicata número 2 en el KM 0+500.

Plano de Localización y Ubicación

En el mapa de posición y localización, se detallan en campo la ubicación referencial de las dos calicatas que se realizaron para esta investigación.

FIGURA 5; Ubicación de Calicatas



Fuente: "Elaboración Propia"

Clasificación de Suelos

TABLA 6; Clasificación de Calicatas

CALICAR	ANCHO (m)	LARGO (m)	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA (kg)	COORDENADAS UTM	
					ESTE	NORTE
C-1	1.00	1.00	1.50	100.00	642297.90	8504334.60
C-2	1.00	1.00	1.50	100.00	642333.80	8504022.20

Fuente: "Elaboración Propia"

Se realizó un Análisis Granulométrico al suelo natural, sin realizar ninguna modificación al mismo, con la finalidad de conseguir información inicial del terreno. Este estudio facilita la categorización del suelo basándose en la distribución del tamaño de los componentes. Así, se adquiere información sobre los elementos que constituyen el suelo mediante un procedimiento de tamizado.

Granulometría Calicata C-01:

En las siguientes tablas se presentan todos los resultados granulométricos obtenidos en el laboratorio JJR en la capital de Andahuaylas.

TABLA 7; Análisis Granulométrico C-01

TAMICES		MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS	
TAMIZ	∅ mm	PESO (g)	PARCIAL (g)	PESO (g)	MAT. PASA (g)
3"	76.20				
2 1/2"	63.50				
2"	50.80	236.0	5.3	5.3	94.7
1 1/2"	36.10	96.0	22.0	7.5	92.5
1"	25.40	214.0	4.8	12.3	87.7
3/4"	19.05	115.0	2.6	14.8	85.2
1/2"	12.70	71.0	1.6	16.4	83.6
3/8"	9.53	157.0	3.5	20.0	80.0
1/4"	6.35				
N°4	4.75	288.0	6.5	26.4	73.6
N°8	2.36				
N°10	2.00	53.0	7.8	34.2	65.8
N°16	1.19				
N°20	0.85				
N°30	0.60				
N°40	0.42	138.0	20.3	54.5	45.5
N°50	0.30				
N°60	0.25				
N°80	0.18				
N°100	0.15	89.0	13.1	67.6	32.4
N°140	0.11				

N°200	0.074	21.0	3.1	70.7	29.3
BANDEJA		199.0	29.30	100.00	

Fuente: "Elaboración Propia"

TABLA 8; Datos encontrados en la Granulometría

CALICATA	C-1
% gruesos	29.3
% finos	70.7
% grava	26.4
% arena	73.6
Clasificación SUCS	SC-SM
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)

Fuente: "Elaboración Propia"

Se realizó un análisis granulométrico mediante tamizado, como se ve en la tabla N° 7 y 8. Los hallazgos obtenidos de las calicatas revelan la distribución porcentual de los componentes del suelo en cada ubicación. En la calicata C-1, el 29.3% de la muestra son partículas gruesas, mientras que el 70.7% está compuesto por partículas finas. La muestra cuenta con un 26.4% de grava, pero el 73.6% se clasifica como arena. Según la clasificación SUCS, sería arena limosa arcillosa con grava, y según la clasificación AASHTO, sería gravas y arenas limosas o arcillosas.

Granulometría Calicata C-02:

TABLA 9; Análisis Granulométrico C-02

TAMICES		MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS	
TAMIZ	Ø mm	PESO (g)	PARCIAL (g)	PESO (g)	MAT. PASA (g)
3"	76.20				
2 1/2"	63.50				
2"	50.80				
1 1/2"	36.10				
1"	25.40	227.0	5.2	5.2	94.8
3/4"	19.05	160,0	3.7	8.8	91.2

1/2"	12.70	148.0	3.4	12.2	87.8
3/8"	9.53	99.0	2.3	14.5	85.5
1/4"	6.35				
N°4	4.75	208.0	4.8	19.2	80.8
N°8	2.36				
N°10	2.00	38,0	6.1	25.4	74.6
N° 16	1.19				
N°20	0.85				
N°30	0.60				
N°40	0.42	72.0	11.6	37.0	63.0
N°50	0.30				
N°60	0.25				
N°80	0.18				
N°100	0.15	102.0	16.5	53.5	46.5
N°140	0.11				
N°200	0.074	12.1	1.9	55.4	44.6
BANDEJA		199.0	44.60	100.00	

Fuente: "Elaboración Propia"

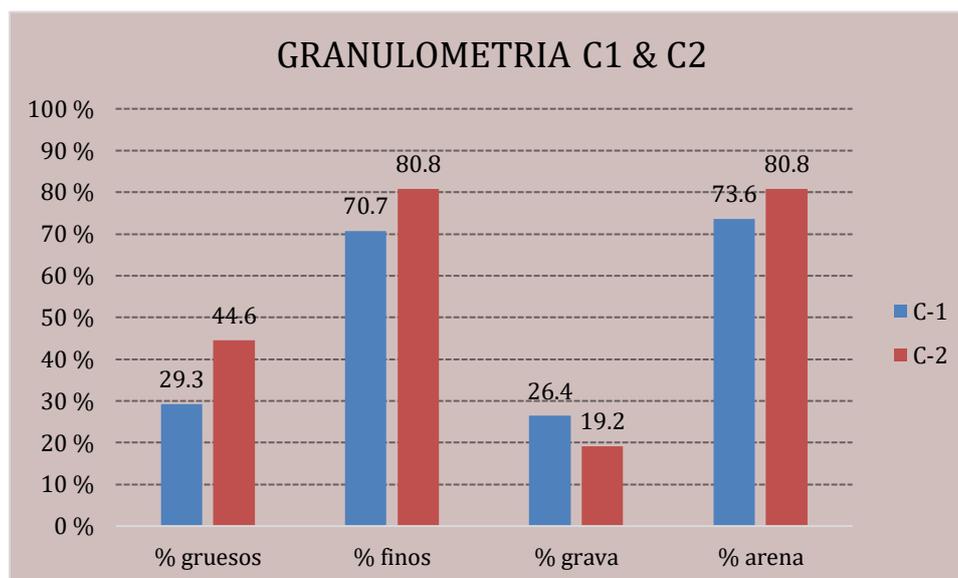
TABLA 10; Datos encontrados en la Granulometría

CALICATA	C-2
% gruesos	44.6
% finos	80.8
% grava	19.2
% arena	80.8
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-4 (2)

Fuente: "Elaboración Propia"

En la calicata C-2, que se puede contemplar en la tabla N° 9 y 10, el 44.6% de la muestra son partículas gruesas, mientras que el 80.8% está compuesto por partículas finas. Cuenta con un porcentaje de grava de 19.2%, pero el 80.8% se clasifica como arena, cuenta con una clasificación SUCS que vendría a ser arena limosa con grava, y como clasificación AASHTO es de suelos limosos.

FIGURA 6; Datos de Ensayo Granulométrico C1 y C2



Fuente: "Elaboración Propia"

Observando la tabla N°11, es evidente que en la calicata número 1, el porcentaje de agregado grueso es de 29.3%, el de finos es de 70.7%, el de grava es de 26.4% y finalmente, el de arena es de 73.6%, en la calicata numero 2 vemos que se tiene un porcentaje de agregado grueso de 44.6%, de finos 80.8%. de grava 19.2% y de arena es de 80.8%.

Límites de Atterberg C1:

TABLA 11; Limite de Atterberg C-1

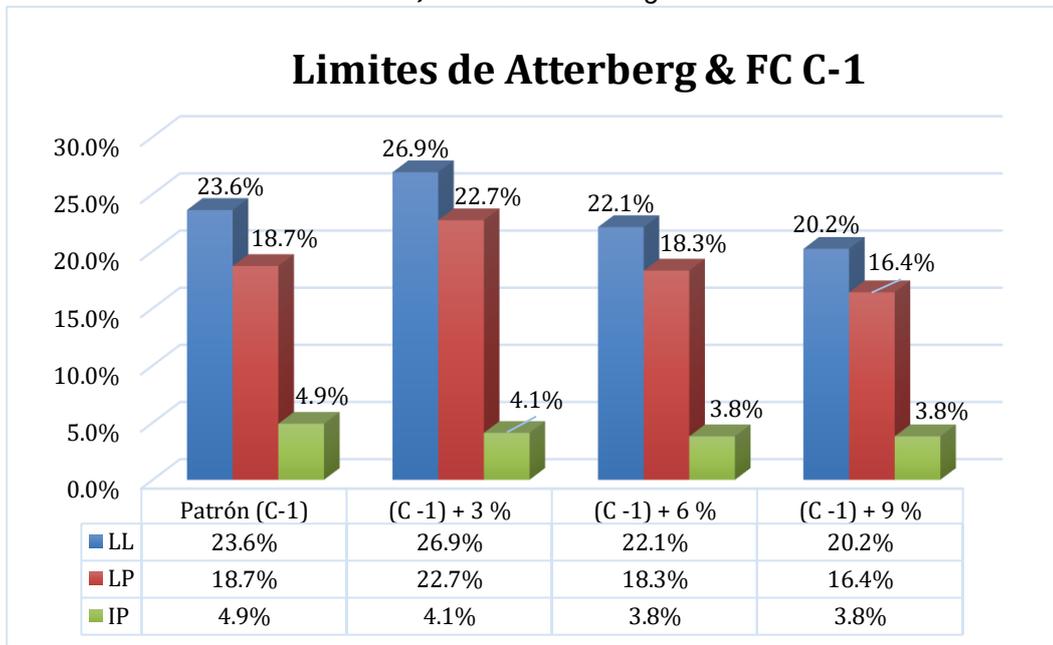
Descripción	Límites de consistencia		
	LL	LP	IP
Patrón (C-1)	23.6	18.7	4.9
Fibra de Cabuya (C -1) + 3 %	26.9	22.7	4.1
(C -1) + 6 %	22.1	18.3	3.8
(C -1) + 9 %	20.2	16.4	3.8

Fuente: "Elaboración Propia"

En la tabla N°11, se visualiza que la muestra patrón de la calicata 1 presenta un LL – 23.6%, un LP – 18.7% y un IP de 4.9%. Al añadir un 3% de fibra de cabuya, se obtuvo un LL – 26.9%, un LP – 22.7% y un IP de 4.1% con un 6% de incorporación los valores fueron un LL – 22.1%, un LP – 18.3% y un IP de 3.8%. Finalmente, con

un 9% de adición, los valores resultantes fueron un LL – 20.2%, un LP – 16.4% y un IP de 3.8%. Según la norma, la calicata 1 tiene un IP bajo, característico de suelos poco arcillosos - plásticos.

FIGURA 7; Limite de Atterberg C-1+ FC



Fuente: “Elaboración Propia”

Límites de Atterberg C2:

TABLA 12; Limite de Atterberg C-2

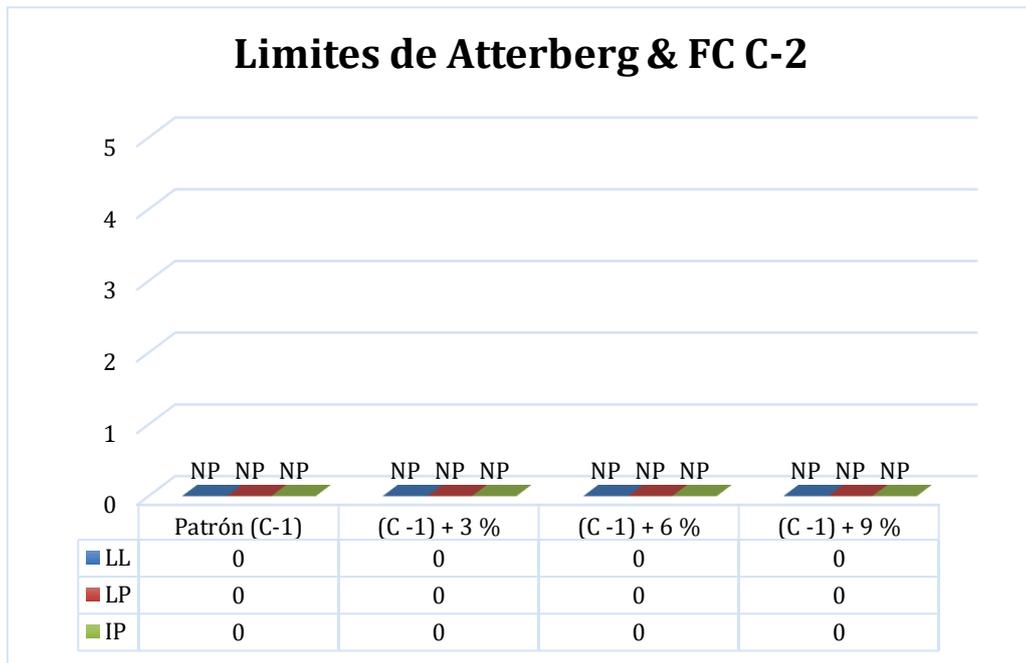
Descripción	Límites de consistencia		
	LL	LP	IP
Patrón (C-2)	NP	NP	NP
(C -2) + 3 %	NP	NP	NP
Fibra de Cabuya (C -2) + 6 %	NP	NP	NP
(C -2) + 9 %	NP	NP	NP

Fuente: “Elaboración Propia”

Según se observa en la tabla N°12, la muestra de la calicata número 2 no muestra un LL ni un LP, por lo que no tiene un IP. Al añadir la fibra de cabuya, se nota que tampoco presenta LL ni LP, por lo que tiene un IP (no plástico). De acuerdo con la

norma, la calicata número 2 tiene un IP nulo.

FIGURA 8; Limite de Atterberg C-2 + FC



Fuente: Elaboración Propia

Proctor Modificado – Suelos Patrón C1

TABLA 13; Proctor Modificado – Suelo Patrón C1

PROCTOR MODIFICADO SUELO PATRON					
Densidad humedad	(g/cm3)	1.973	2.130	2.232	2.149
Contenido de agua	%	1.8	3.8	5.7	7.8
Densidad seca	(g/cm3)	1.937	2.053	2.113	1.993
Densidad Seca Optima					
OCH	%				5.7
CHN	%				9.5
MDS	(g/cm3)				2.113

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N°13 muestra que la MDS es de 2.113 g/cm³, el OCH es de 5.7% y el contenido de humedad natural es de 9.5%. Estos hallazgos serán comparados posteriormente con los obtenidos al agregar los porcentajes de fibra de cabuya.

Proctor Modificado - C1 + 3% FC

TABLA 14; Proctor Modificado – C1 + 3% FC

PROCTOR MODIFICADO C1 + 3% FC					
Densidad humedad	(g/cm ³)	1.985	2.151	2.245	2.162
Contenido de agua	%	1.8	3.8	5.7	7.8
Densidad seca	(g/cm ³)	1.950	2.073	2.124	2.005
Densidad Seca Optima					
OCH	%				5.7
MDS	(g/cm ³)				2.124

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N°14 muestra que, al adicionar el 3% de FC, se vio que el OCH es de 5.7% y MDS vendría a ser 2.124 g/cm³.

Proctor Modificado - C1 + 6% FC

TABLA 15; Proctor Modificado – C1 + 6% FC

PROCTOR MODIFICADO C1 + 6% FC					
Densidad humedad	(g/cm ³)	2.024	2.177	2.283	2.200
Contenido de agua	%	1.8	3.8	5.7	7.8
Densidad seca	(g/cm ³)	1.987	2.098	2.161	2.040
Densidad Seca Optima					
OCH	%				5.7
MDS	(g/cm ³)				2.161

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla N°15, donde se adiciono el 6% de FC se mostró que el OCH es de 5.7%, y por la MDS vendría a ser 2.161 g/cm³.

Proctor Modificado - C1 + 9% FC

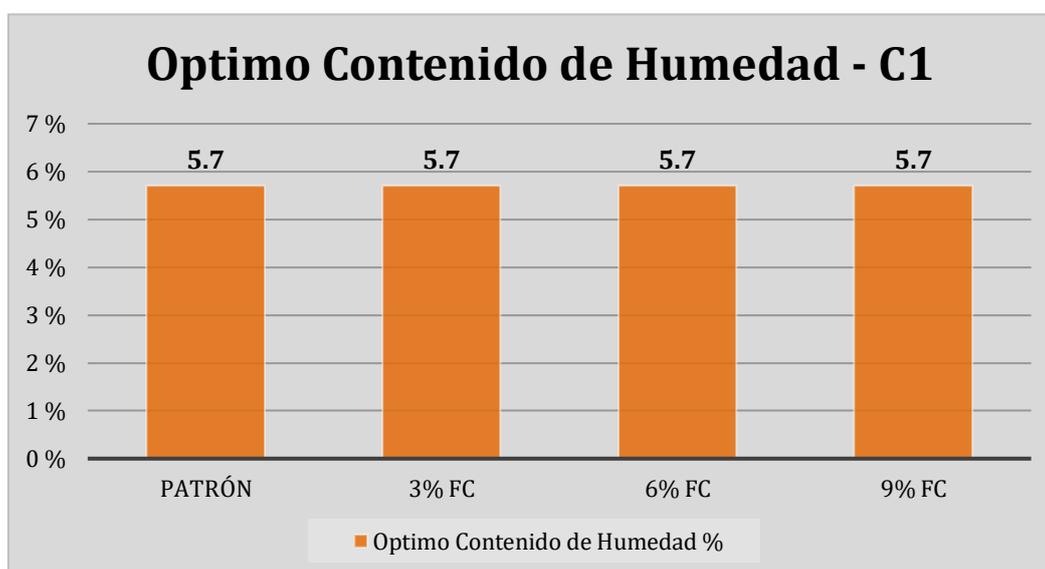
TABLA 16; Proctor Modificado – C1 + 9% FC

PROCTOR MODIFICADO C1 + 9% FC					
Densidad humedad	(g/cm ³)	2.034	2.192	2.194	2.211
Contenido de agua	%	1.8	3.8	5.7	7.8
Densidad seca	(g/cm ³)	1.998	2.113	2.171	2.050
Densidad Seca Optima					
OCH	%				5.7
MDS	(g/cm ³)				2.171

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N°16 muestra que, al adicionar el 9% de fibra de cabuya, se observa el OCH es de 5.7% y la MDS es de 2.171 g/cm³.

FIGURA 9; OCH – Calicata 01



Fuente: "Elaboración Propia"

El ensayo de Proctor Modificado, representado en la figura N°9, se realizó utilizando muestras de la calicata 01 y material de la zona de estudio, a las que se añadió fibra de cabuya. Este proceso permitió obtener diferentes niveles de humedad para alcanzar una compactación óptima. El punto de máxima compactación se indica

con la curva más alta de cada ensayo en el laboratorio. Se observó que el OCH es equitativo en todos las proporciones, así como en la muestra patrón, siendo este de 5.7%. Esto sugiere que la adición de fibra de cabuya no modifica notablemente estas propiedades del suelo. No obstante, es relevante resaltar que estos hallazgos pueden fluctuar dependiendo de las propiedades particulares del terreno y de la fibra de cabuya empleada.

FIGURA 10; MDS – Calicata 01



Fuente: "Elaboración Propia"

El ensayo de Proctor Modificado, representado en la figura N°10, se realizó utilizando muestras de la calicata 01 y material de la zona de estudio, a las que se añadió fibra de cabuya. Este proceso permitió obtener diferentes niveles de humedad para alcanzar una compactación óptima. El punto de máxima compactación se indica con la curva más alta de cada ensayo en el laboratorio. Se observó que la DMS con una adición de 9% de FC es de 2.171 gr/cm³. No obstante, es relevante resaltar que estos hallazgos pueden fluctuar dependiendo de las propiedades particulares del terreno y de la fibra de cabuya empleada.

Proctor Modificado – Suelos Natural C2

TABLA 17; Proctor Modificado – Suelo Patrón C2

PROCTOR MODIFICADO SUELO PATRÓN					
Densidad humedad	(g/cm ³)	1.957	2.134	2.232	2.143
Contenido de agua	%	3.2	5.1	7.2	9.1
Densidad seca	(g/cm ³)	1.896	2.031	2.082	1.964
Densidad Seca Optima					
OCH	%				7.2
CHN	%				14.1
MDS	(g/cm ³)				2.082

Fuente: "Elaboración Propia"

La tabla N°17 muestra que la MDS es de 2.082 g/cm³, el OCH es de 7.2% y el contenido de humedad natural es de 14.1%. Estos hallazgos serán comparados posteriormente con los obtenidos al agregar los porcentajes de fibra de cabuya.

Proctor Modificado – C2 + 3% FC

TABLA 18; Proctor Modificado – C2 + 3% FC

PROCTOR MODIFICADO C2 + 3% FC					
Densidad humedad	(g/cm ³)	1.961	2.137	2.236	2.148
Contenido de agua	%	3.2	5.1	7.2	9.1
Densidad seca	(g/cm ³)	1.900	2.033	2.086	1.968
Densidad Seca Optima					
OCH	%				7.2
MDS	(g/cm ³)				2.086

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N°18 muestra que, al adicionar el 3% de fibra de cabuya se observa que el OCH es de 7.2% y la MDS vendría a ser de 2.086 g/cm³.

Proctor Modificado – C2 + 6% FC

TABLA 19; Proctor Modificado – C2 + 6% FC

PROCTOR MODIFICADO C2 + 6% FC					
Densidad humedad	(g/cm3)	1.984	2.134	2.259	2.171
Contenido de agua	%	3.2	5.1	7.2	9.1
Densidad seca	(g/cm3)	1.923	2.030	2.108	1.989
Densidad Seca Optima					
OCH	%				7.2
MDS	(g/cm3)				2.108

Fuente: "Elaboración Propia"

La tabla N°19 muestra que, al adicionar el 6% de fibra de cabuya se observó que el OCH es de 7.2% y la MDS vendría a ser de 2.108 g/cm3.

Proctor Modificado – C2 + 9% FC

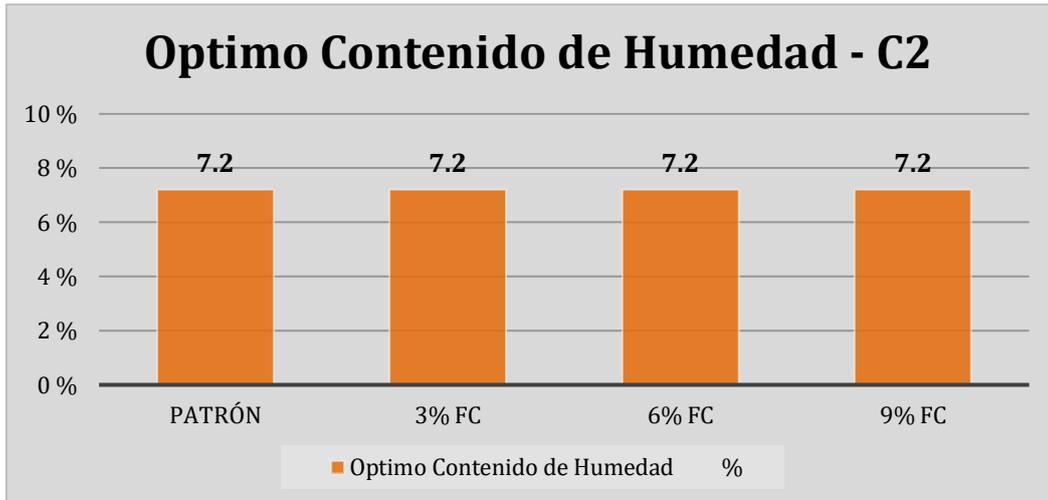
TABLA 20; Proctor Modificado – C2 + 9% FC

PROCTOR MODIFICADO C2 + 9% FC (ASTM D854 - 14)					
Densidad humedad	(g/cm3)	2.001	2.177	2.277	2.189
Contenido de agua	%	3.2	5.1	7.2	9.1
Densidad seca	(g/cm3)	1.940	2.071	2.125	2.006
Densidad Seca Optima					
OCH	%				7.2
MDS	(g/cm3)				2.125

Fuente: "Elaboración Propia"

Como se muestra en la tabla N°20, donde se adiciono el 9% de fibra de cabuya se observa que el OCH es de 7.2%, y por la MDS vendría a ser 2.125 g/cm3.

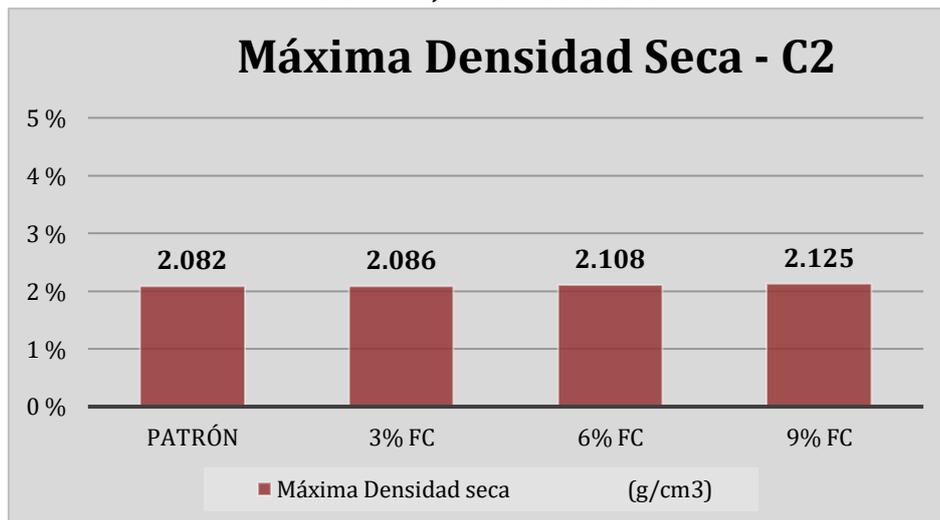
FIGURA 11; OCH – Calicata 02



Fuente: "Elaboración Propia"

El ensayo de Proctor Modificado, representado en la figura N°11, se realizó utilizando muestras de la calicata 02 utilizando material de la zona de estudio y se añadió fibra de cabuya. Esto permitió obtener diferentes niveles de humedad para lograr una compactación óptima. La curva más alta de cada ensayo en el laboratorio indica el punto de máxima compactación. Se encontró que el OCH es equitativo en todos los porcentajes como también en la muestra patrón que vendría a ser 7.2%.

FIGURA 12; MDS – Calicata 02



Fuente: "Elaboración Propia"

En la figura N°12 del ensayo de Proctor Modificado, que se realizó con las muestras de la calicata 02 utilizando material de la zona de estudio y se añadió fibra de cabuya. Esto permitió obtener diferentes niveles de humedad para lograr una

compactación óptima. La curva más alta de cada ensayo en el laboratorio indica el punto de máxima compactación. Se encontró que la DMS con una aditamento de 9% es de 2.125 gr/cm³.

CBR : C1 - Suelo Patrón

TABLA 21; Ensayo CBR – C1 Suelo Patrón

CBR - C1 Suelo Natural		
Dosificación	Penetración	CBR
CBR AL 100%	0.1"	11.7%
CBR AL 95%	0.1"	4.7%
CBR AL 100%	0.2"	17.4%
CBR AL 95%	0.2"	6.2%

Fuente: "Elaboración Propia"

Los descubrimientos logrados en el ensayo de CBR, presentados en la tabla N° 21, muestran que con una penetración de 1", se obtuvo un valor de 11.7% al 100% y un valor de 4.7% al 95%. Este último valor es crucial y se debe utilizar en el diseño.

CBR : C1 - SN + 3% FC

TABLA 22; Ensayo CBR – C1 SN + 3% FC

CBR - C1 SN + 3% FC		
Dosificación	Penetración	CBR
CBR AL 100%	0.1"	13.3%
CBR AL 95%	0.1"	4.2%
CBR AL 100%	0.2"	19.7%
CBR AL 95%	0.2"	5.9%

Fuente: "Elaboración Propia"

Los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, presentados en la tabla N° 22, muestran que al adicionar 3% de FC al suelo patrón, consiguió un valor de 13.3% al 100% y un valor de 4.2% al 95% con una penetración de 1". Este último valor es crucial y se debe utilizar en el diseño.

CBR : C1 - SN + 6% FC

TABLA 23; Ensayo CBR – C1 SN + 6% FC

CBR - C1 SN + 6% FC		
Dosificación	Penetración	CBR
CBR AL 100%	0.1"	18.9%
CBR AL 95%	0.1"	5.2%
CBR AL 100%	0.2"	29.5%
CBR AL 95%	0.2"	10.0%

Fuente: "Elaboración Propia"

Los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, presentados en la tabla N° 23, muestran que al adicionar 6% de FC al suelo patrón, se logró un valor de 18.9% al 100% y un valor de 5.2% al 95% con una penetración de 1". Este último valor es crucial y se debe utilizar en el diseño.

CBR : C1 - SN + 9% FC

TABLA 24; Ensayo CBR – C1 SN + 9% FC

CBR - C1 SN + 9% FC		
Dosificación	Penetración	CBR
CBR AL 100%	0.1"	28.1%
CBR AL 95%	0.1"	7.8%
CBR AL 100%	0.2"	39.8%
CBR AL 95%	0.2"	11.8%

Fuente: Elaboración Propia

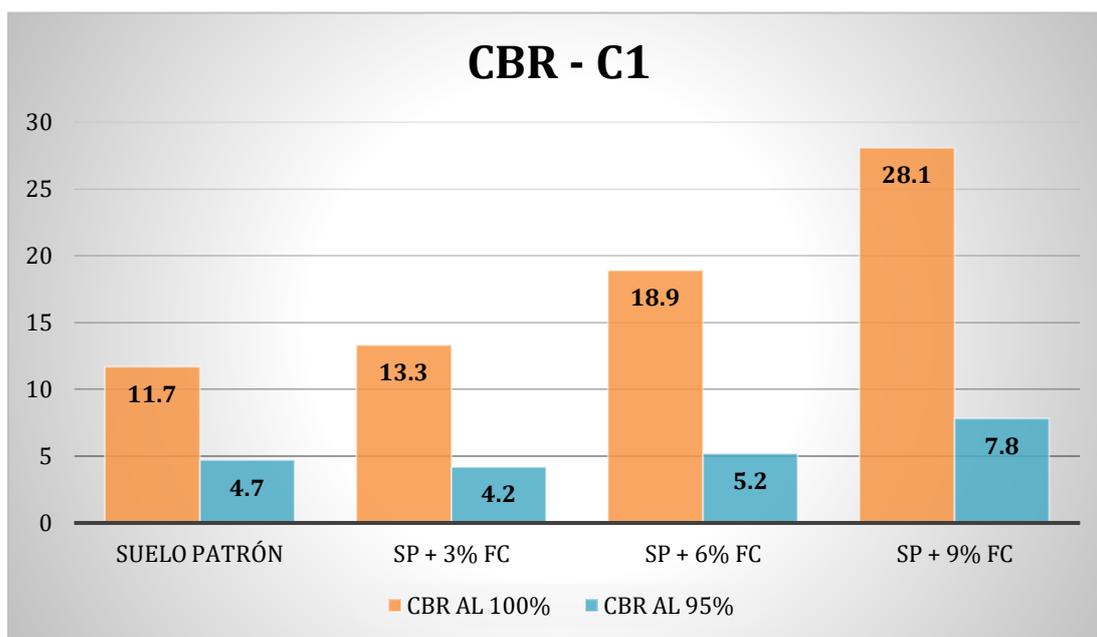
Los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, presentados en la tabla N° 24, muestran que al adicionar 9% de FC al suelo patrón, se logró un valor de 28.1% al 100% y un valor de 7.8% al 95% con una penetración de 1". Este último valor es crucial y se debe utilizar en el diseño.

TABLA 25; Ensayo CBR – C1 + FC

CBR - C1					
Dosificación	Penetración	Suelo Patrón	SP + 3% FC	SP + 6% FC	SP + 9% FC
CBR AL 100%	0.1"	11.7%	13.3%	18.9%	28.1%
CBR AL 95%	0.1"	4.7%	4.2%	5.2%	7.8%

Fuente: "Elaboración Propia"

FIGURA 13; Datos de Ensayo CBR – C1



Fuente: "Elaboración Propia"

En la figura N° 13, del ensayo CBR que se obtuvo al examinar las muestras extraídas de la calicata uno, donde se observa que los resultados obtenidos del suelo patrón al 95% con una penetración de 1" en el suelo patrón es de 4.7%, al agregar 3% de FC se tiene un CBR 4.2%, al 6% de FC se tiene un 5.2% y al 9% de FC se obtuvo el porcentaje máximo que vendría a ser 7.8%, por lo tanto podemos

decir que al adicionar una mayor cantidad de fibra de cabuya se obtendrá un mayor CBR.

CBR : C2 - Suelo Patrón

TABLA 26; *Ensayo CBR – C2 Suelo Patrón*

CBR – C2 Suelo Patrón		
Dosificación	Penetración	CBR
CBR AL 100%	0.1"	14.0%
CBR AL 95%	0.1"	5.4%
CBR AL 100%	0.2"	23.8%
CBR AL 95%	0.2"	8.2%

Fuente: "Elaboración Propia"

Los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, presentados en la tabla N° 26, muestran que con una penetración de 1", se obtuvo un valor de 14.0% al 100% y un valor de 5.4% al 95%, este último valor es crucial y se debe utilizar en el diseño.

CBR : C1 - SN + 3% FC

TABLA 27; *Ensayo CBR – C2 SN + 3% FC*

CBR – C2 SN + 3% FC		
Dosificación	Penetración	CBR
CBR AL 100%	0.1"	24.9%
CBR AL 95%	0.1"	17.9%
CBR AL 100%	0.2"	39.4%
CBR AL 95%	0.2"	26.6%

Fuente: "Elaboración Propia"

Los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, presentados en la tabla N° 27, muestran que al adicionar 3% de FC al suelo patrón, se logró un valor de 24.9% al 100% y un valor de 17.9% al 95% con una penetración de 1". Este último valor es crucial y se debe utilizar en el diseño.

CBR : C2 - SN + 6% FC

TABLA 28; *Ensayo CBR – C2 SN + 6% FC*

CBR – C2 SN + 6% FC		
Dosificación	Penetración	CBR
CBR AL 100%	0.1"	34.9%
CBR AL 95%	0.1"	22.2%
CBR AL 100%	0.2"	57.0%
CBR AL 95%	0.2"	36.1%

Fuente: "Elaboración Propia"

Los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, presentados en la tabla N° 28, muestran que al adicionar 6% de FC al suelo patrón, se logró un valor de 34.9% al 100% y un valor de 22.2% al 95% con una penetración de 1". Este último valor es crucial y se debe utilizar en el diseño.

CBR : C2 - SN + 9% FC

TABLA 29; *Ensayo CBR – C2 SN + 9% FC*

CBR – C2 SN + 9% FC		
Dosificación	Penetración	CBR
CBR AL 100%	0.1"	40.8%
CBR AL 95%	0.1"	20.3%
CBR AL 100%	0.2"	78.0%
CBR AL 95%	0.2"	36.6%

Fuente: "Elaboración Propia"

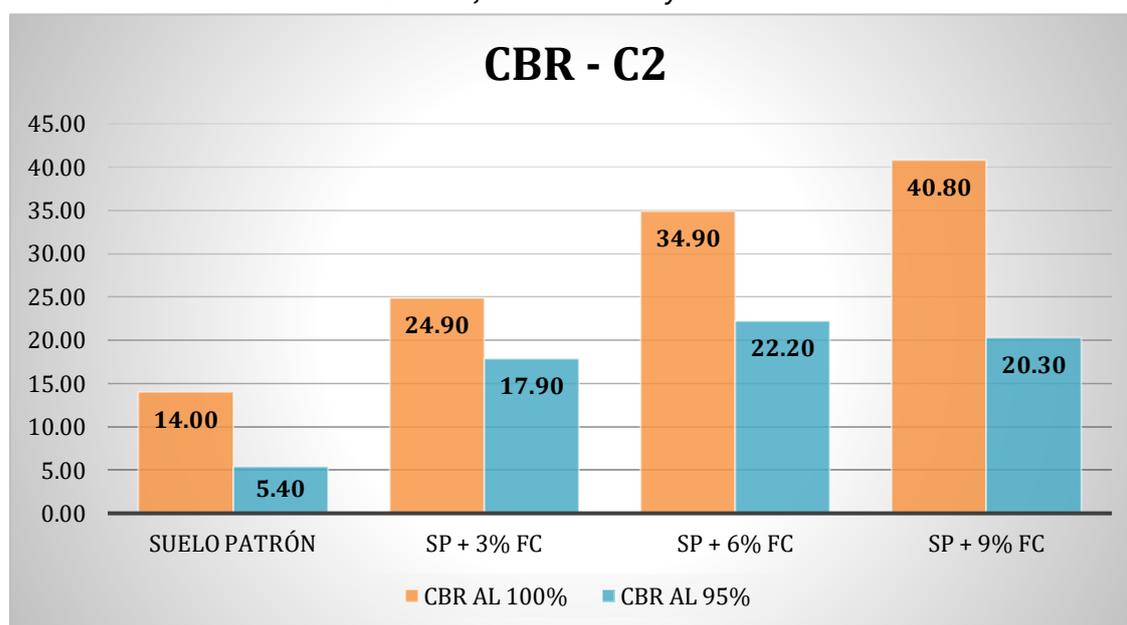
Los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, presentados en la tabla N° 29, muestran que al adicionar 9% de FC al suelo patrón, se logró un valor de 40.8% al 100% y un valor de 20.3% al 95% con una penetración de 1". Este último valor es crucial y se debe utilizar en el diseño.

TABLA 30; Ensayo CBR – C2 + FC

CBR – C2					
Dosificación	Penetración	Suelo Patrón	SN + 3% FC	SN + 6% FC	SN + 9% FC
CBR AL 100%	0.1"	14.0%	24.9%	34.9%	40.8%
CBR AL 95%	0.1"	5.4%	17.9%	22.2%	20.3%

Fuente: "Elaboración Propia"

FIGURA 14; Datos de Ensayo CBR – C2



Fuente: "Elaboración Propia"

En la figura N° 14, del ensayo CBR que se obtuvo al examinar las muestras extraídas de la calicata dos, donde se observa que los resultados obtenidos del suelo patrón al 95% con una penetración de 1" en el suelo patrón es de 5.40%, al agregar 3% de FC se tiene un CBR 17.9%, al 6% de FC se tiene un 22.20% siendo está el porcentaje máximo obtenido y al 9% de FC se obtuvo 20.30%, por lo tanto, podemos decir que al adicionar 6% de FC se obtuvo el mejor CBR.

DISEÑO DE PAVIMENTO:

Para el diseño de un pavimento flexible, se tomaron en cuenta varios factores según la norma (CE. 010). Estos incluyen la calidad del suelo, el volumen de tránsito y las condiciones climatológicas. También se consideraron aspectos económicos y de seguridad, como se muestra en norma donde se nos indica los requerimientos básicos para el diseño de un pavimento.

Cálculo de Ejes Equivalentes (ESAL)

Según la definición de AASHTO, los ejes equivalentes (EE) se refieren al efecto de deterioro que ejes simples de dos ruedas, cargados con un peso de 8.2 Tn y neumáticos a una presión de 80 lb/pulg², causan sobre el pavimento.

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * F_{ca} * 365)]$$

Duración de Diseño:

20 AÑOS			
Porcentaje de Incremento por Departamentos %	$r_{vp} =$	0.40	Índice Anual de Incremento Poblacional (REGIÓN APURIMAC) (vehículos de pasajeros)
	$r_{vc} =$	5.30	Índice Anual de Incremento de PBI Regional (REGIÓN APURIMAC) (vehículos de carga)

Numero De Repeticiones De Ejes Equivalentes De 8.2tn:

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * F_{ca} * 365)]$$

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = 653,668 \text{ EE}$$

Diseño De Pavimento Flexible Por El Método Aastho-93

Formula General AASTHO:

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

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

Estimación De Los Ejes Equivalentes Esal's(W18):

ESAL's(W18) =	653,668.00
ESAL's(W18) =	6.54E+05

Confiabilidad:

R (%) = 80.00 %

Desviación Estándar(Zr):

Zr = -0.842

Error Estándar Combinado (So):

So = 0.450

Serviciabilidad (Δ Psi):

Δ PSI = 1.80

Módulo Resiliente (Mr):

CBR = 22.2 %

Mr = 18,580.47 PSI

Numero Estructural Requerido:

SN = 2.109

Número Estructural (Sn):

a1 = 0.17 /cm

a2 = 0.052 /cm

a3 = 0.047 /cm

Calidad de Drenaje:

m2 =	1.15
m3 =	1

Secciones de Pavimento Flexible:

Espesor de capa Superficial	D1 =	5.00	Cm
Espesor de Base	D2 =	15.00	Cm
Espesor de Subbase	D3 =	15.00	Cm

Número Estructural requerido

SN = 2.109

Número Estructural calculado

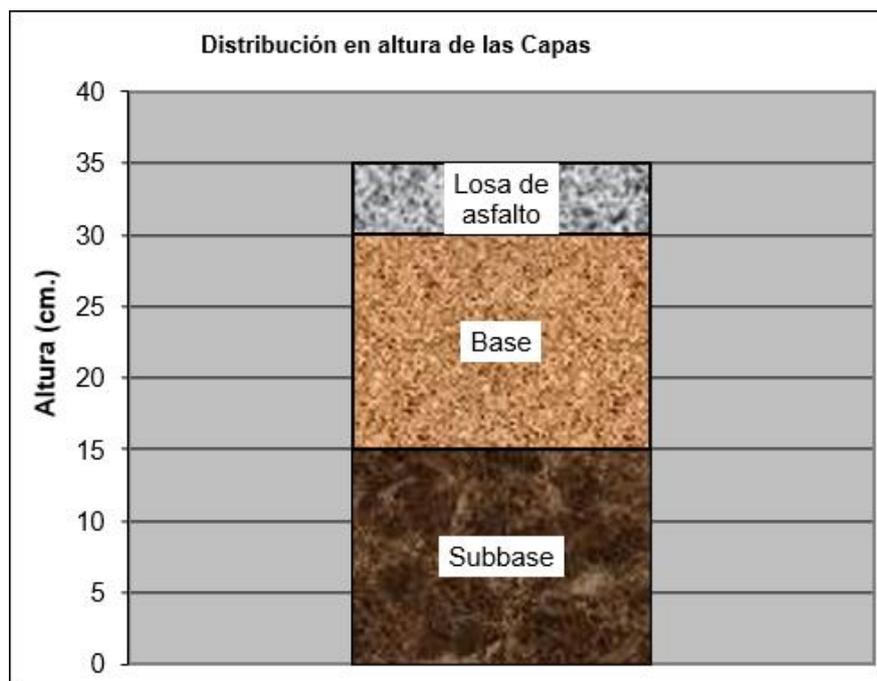
SN = 2.452

Comparando ambos "SN"

CUMPLE

Estructura del Pavimento:

		Pulg.	Cm.
Losa de C° Asfáltico	e=	0.020	5.00
Base Granular	e=	0.059	15.00
Subbase granular	e=	0.059	15.00



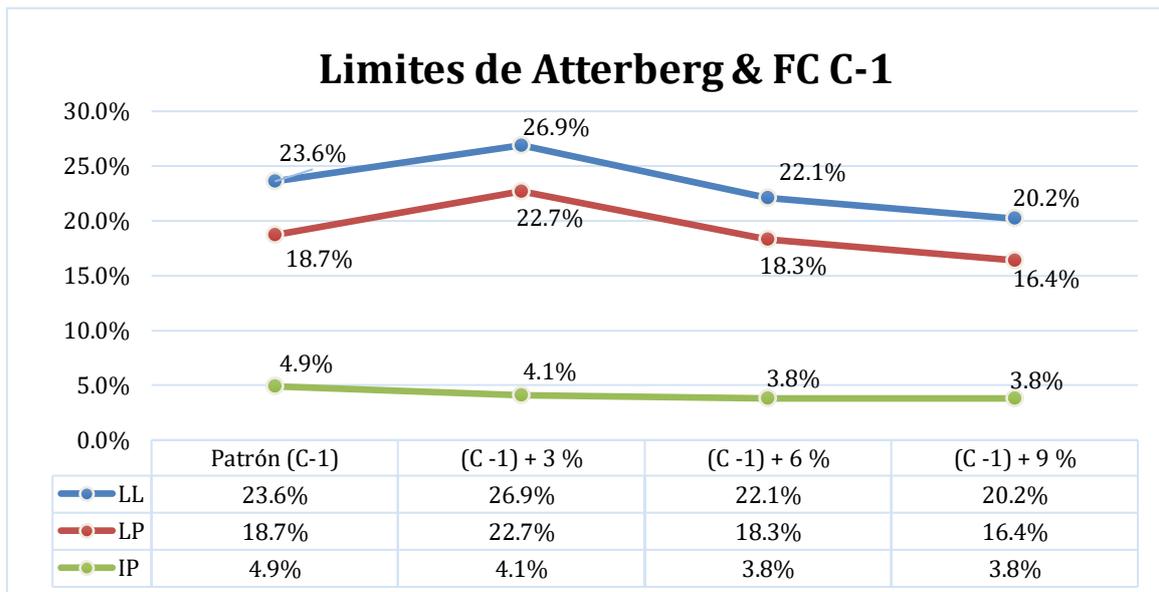
V. DISCUSIÓN

Objetivo Especifico 1: Definir la repercusión de la adición de fibra de cabuya sobre el índice de plasticidad en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024.

Resultados: En términos de granulometría, SUCS en la calicata 1 se clasifica el suelo como limo con arena limosa - arcillosa (SC-SM) y en la calicata 2 como arena limosa (SM), mientras que el Sistema ASSHTO lo clasifica como A-2-4 en la calicata 1 que es de arenas y grava con alto contenido de limos y como A-4 (2) suelo limoso en el caso de la calicata 2. El IP del suelo patrón es del 4.9% en la calicata 1, y la calicata 2 es NP (no plástico).

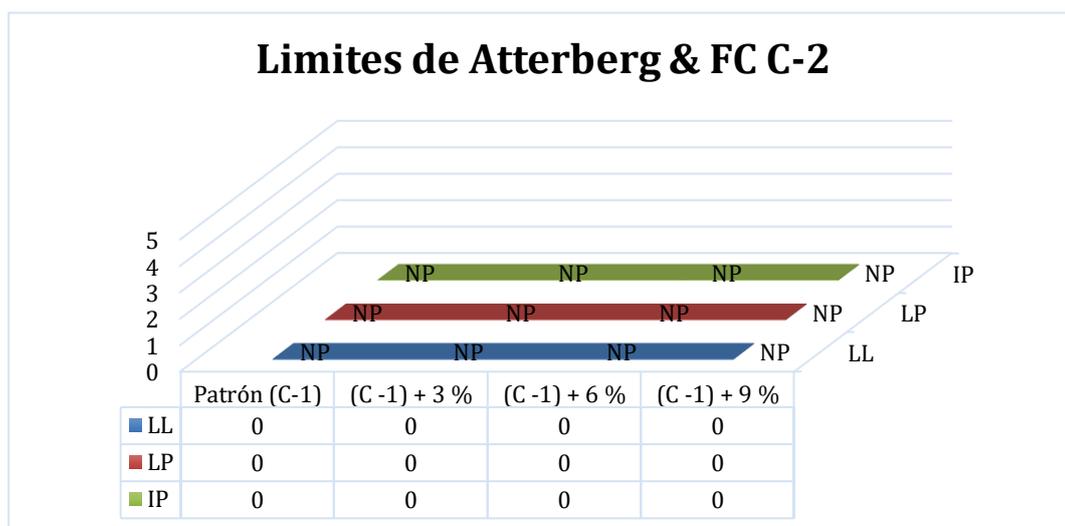
En la calicata 1, los resultados obtenidos se observan que la muestra patrón tiene un LL de 23.6%, un LP de 18.7% y un IP de 4.9%. Al adicionar 3% de FC, el LL es de 26.9%, el LP es de 22.7% y el IP es de 4.1%. Con una adición de 6% de FC, el LL es de 22.1%, el LP es de 18.3% y el IP es de 3.8%. Al adicionar 9% de FC, el LL es de 20.2%, el LP es de 16.4% y el IP es de 3.8%. En la calicata 2, que se muestra en la figura, no se cuenta con un LL y LP, por lo que se determina que el suelo es no plástico (NP).

FIGURA 15; Datos de Ensayo de Limites de Atterberg C1



Fuente: "Elaboración Propia"

FIGURA 16; Datos de Ensayo de Limites de Atterberg C2



Fuente: "Elaboración Propia"

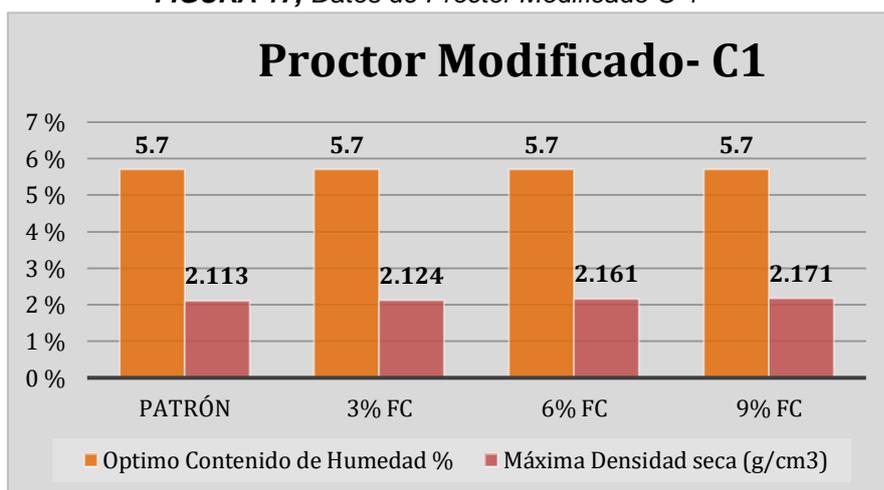
Antecedentes: En su tesis, Salazar (2021) realizó una investigación en la que añadió fibra de cabuya en proporciones de 0.25%, 0.5% y 1% a una muestra de suelo patrón. Los hallazgos mostraron que tanto el LL como el LP del suelo patrón eran 0%, lo que indica que el suelo es no plástico (NP). Al añadir la fibra de cabuya, se obtuvieron los mismos resultados. En este proyecto se usó de igual manera la fibra de cabuya con dosificación de 3%, 6% y 9% donde se tuvo como resultados de laboratorio, que al momento de adicionar los porcentajes de FC se observó que el IP disminuyó en el caso de la calicata 1 llegando a un IP mínimo de 3.8% al agregar 6% y 9% de FC y en el caso de la calicata 2 se muestra que es NP (no plástico) por ende se utilizó un suelo compuesto de gravas y arenas limosas - arcillosos. Comparando los resultados de Salazar se coincide parcialmente con los resultados puesto que se observa que en ambos estudios se vio que el IP disminuyó en el caso de la calicata 1 y fue NP (no plástico) en caso de la calicata 2 y tomando en cuenta que ambos suelos tienen contenido de limos.

Hipótesis: La fibra de cabuya reduce el índice de plasticidad en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024. . Los resultados obtenidos en el laboratorio a través del ensayo de Limite de Atterberg se confirma que al agregar la FC el índice de plasticidad baja, en este caso disminuye hasta ser NP.

Objetivo Especifico 2: Determinar la repercusión de la adición de fibra de cabuya sobre la compactación en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024

Resultados: Para determinar la repercusión en la compactación, se ejecutó el ensayo de Proctor modificado en donde mediante una cantidad determinada de golpes de 12, 25 y 56, en la calicata N° 1 se obtuvo una OCH en el suelos patrón de 5.7%, luego incorporando 3%, 6% y 9% de fibra de cabuya logrando obtener un OCH de 5.7% en todas las dosificaciones, en cuanto a la MDS se consiguieron los siguientes hallazgos en el suelo patrón es de 2.113 gr/cm³, al adicionar 3% de FC se obtuvo 2.124 gr/cm³ y al 6% de FC llego a 2.161 gr/cm³ y al adicionar 9% de FC se obtuvo la MDS que es de 2.171 gr/cm³.

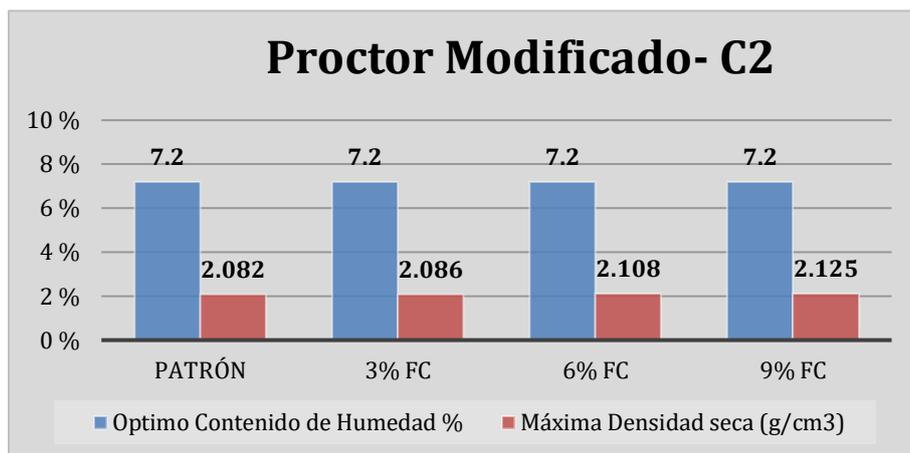
FIGURA 17; Datos de Proctor Modificado C-1



Fuente: "Elaboración Propia"

En la calicata N° 2 se obtuvo una OCH en el suelo natural de 7.2%, luego incorporando 3%, 6% y 9% de fibra de cabuya logrando obtener un OCH de 7.2% en todas las dosificaciones, en cuanto a la MDS se obtuvieron los siguientes hallazgos en el suelo patrón es de 2.082 gr/cm³, al adicionar 3% de FC se obtuvo 2.086 gr/cm³ y al 6% de FC llego a 2.108 gr/cm³ y al adicionar 9% de FC se obtuvo la MDS que es de 2.125 gr/cm³.

FIGURA 18; Datos de Proctor Modificado C-2



Fuente: "Elaboración Propia"

Antecedentes: En la investigación de (Cabía y Espinoza, 2021) donde nos indica que se adicione fibra de cabuya en estas proporciones 5%, 7.5% y 10%, para el proctor modificado en la muestra N°1 se tuvo como OCH en el suelo patrón de 28.75%, al adicionar 5% de cabuya incremento a 29.34%, al 7.5% de cabuya se mantuvo en 29.34% y al 10% de cabuya disminuyó a 28.58%, como MDS se consiguieron los siguientes hallazgos para el suelo patrón se tiene 1.420 gr/cm, al adicionar 5% de cabuya se mantuvo en 1.420 gr/cm, al 7.5% de cabuya se siguió manteniendo en 1.420 gr/cm y al 10% de cabuya se incrementó a 1.460 gr/cm siendo esta la MDS obtenida. En nuestra investigación, se observó que los resultados del OCH son consistentes en la calicata 1 y 2, tanto para la muestra patrón como al adicionar los porcentajes de fibra de cabuya. En cuanto al MDS, se observó un incremento respecto a las dosificaciones usadas de 3%, 6% y 9%. Considerando los tipos de suelos en la calicata 1 (gravas y arenas limosas o arcillosas) y en la calicata 2 (suelos limosos), se detectó que al equiparar el suelo patrón con el suelo añadiendo la FC, los resultados del OCH son los mismos y en la MDS, al relacionar con nuestro suelo patrón, vemos que al adicionar un 9% de FC se llega a un máximo de 2.171 gr/cm³ en la calicata 1 y 2.125 gr/cm³ en la calicata 2. Por lo tanto, no existe una relación a seguir entre las diferentes incorporaciones respecto a la MDS, lo que indica que no es concluyente sino asociado a cada clase de suelo es por tal motivo por lo que los hallazgos difieren. Por otro lado, al comparar los resultados de Cabía y Espinoza, se observa una discrepancia con los resultados obtenidos. Al añadir las diferentes proporciones al

terreno natural de tipo arcilla limo inorgánica de baja plasticidad, se observó que el OCH se incrementó respecto a la muestra patrón al adicionar 5% y 7.5% de fibra de cabuya, mientras que al adicionar 10% de fibra de cabuya, esta disminuyó. En el caso de MDS, se observó que esta se mantuvo en los porcentajes de 5% y 7.5% de FC respecto a la muestra patrón y al agregar 10% de fibra de cabuya, esta se incrementó.

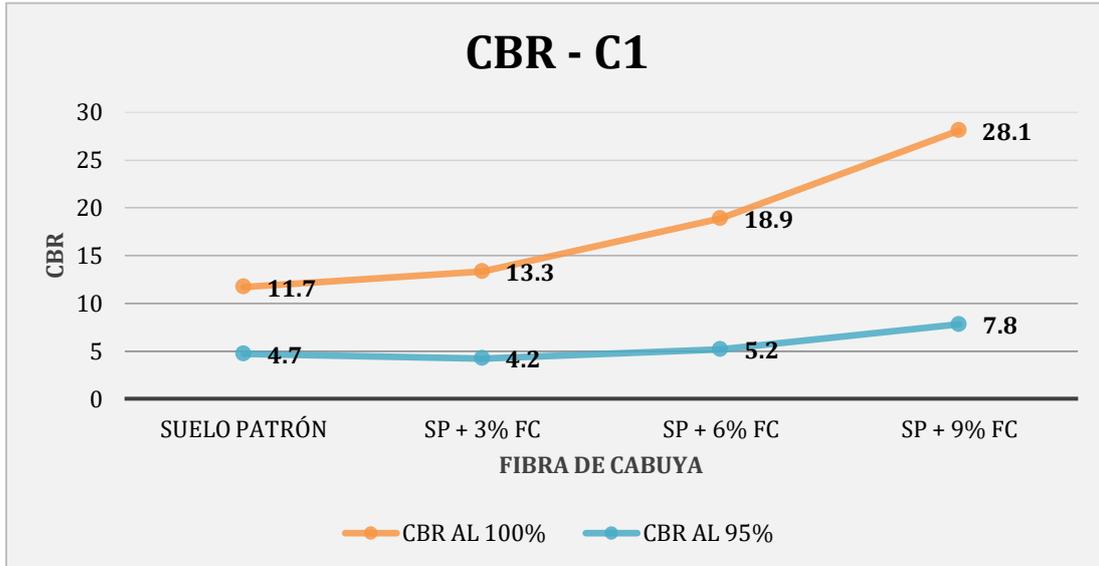
Hipótesis: La fibra de cabuya incrementa la compactación en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024. Por medio del ensayo de Proctor Modificado realizado en el laboratorio, se confirma que al agregar de fibra de cabuya mantiene el OCH en relación con la muestra patrón, y que la MDS aumenta en función de las dosificaciones utilizadas.

Objetivo Especifico 3: Demostrar la repercusión de la adición de fibra de cabuya en la resistencia de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024

Resultados: La prueba de CBR, que se rige por la ASTM D 1883 y MTC E 132, evalúa la resistencia de los suelos. En la calicata 1, el CBR del suelo patrón fue de 4.7%. Al añadir fibra de cabuya en porcentajes de 3%, 6% y 9%, se observó un incremento en los resultados. Al llegar al 9% de adición de FC, la resistencia alcanzó un máximo, pasando de un CBR de 4.7% en el suelo patrón (SP) a un 7.8%. Según la categoría, el SP, que se clasificaba como sub rasante insuficiente, pasaría a ser una sub rasante regular con la adición del 9% de FC.

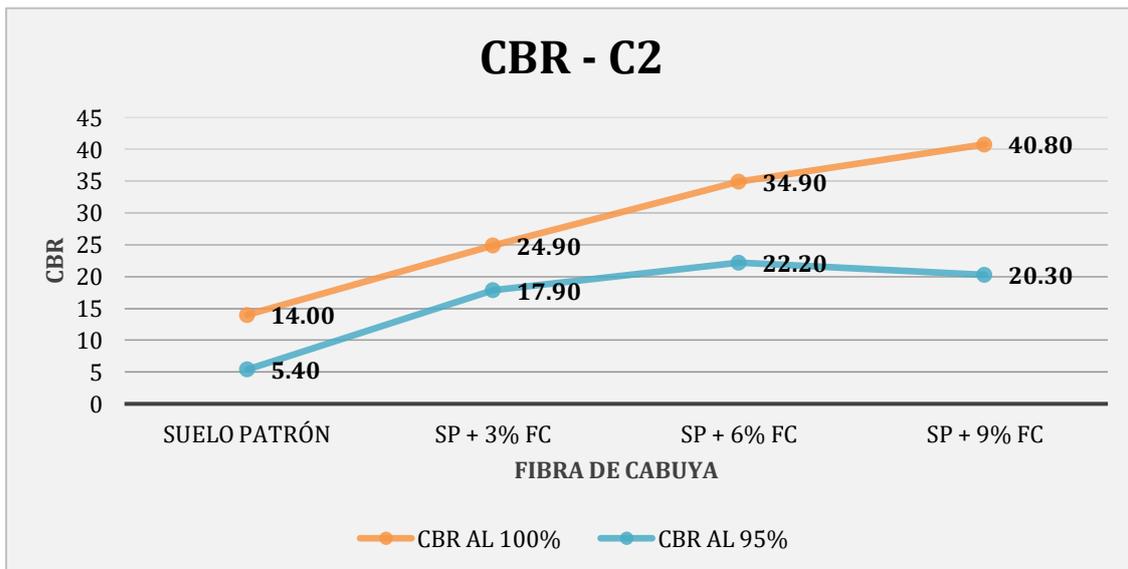
En el caso de la calicata 2, el CBR del suelo natural fue de 14.0%. Al igual que en la calicata 1, se añadió fibra de cabuya en porcentajes de 3%, 6% y 9%, los resultados fueron crecientes. Al adicionar un 6% de FC, la resistencia alcanzó un máximo, pasando de un CBR de 5.40% en el SP a un 20.30%. De acuerdo con la categoría, el SP, que se clasificaba como sub rasante insuficiente, pasaría a ser una sub rasante muy buena con la adición del 6% de FC.

FIGURA 19; Comparación CBR & FC C-1



Fuente: "Elaboración Propia"

FIGURA 20; Comparación CBR & FC C-2



Fuente: "Elaboración Propia"

Antecedentes: En la investigación de Ramos (2020), se buscó determinar la capacidad portante del suelo al añadir fibra de cabuya en proporciones de 10%, 15% y 20%. Los resultados mostraron que, para un suelo limoso de calidad regular a mala, el ensayo de CBR en el suelo patrón arrojó un resultado de 19.50%. Al añadir 10% de fibra de cabuya, este incrementó a 31.30%, con un 15% de FC incremento a 35.50% y al 20% de fibra de cabuya alcanzó su pico máximo con un 38.50%, siendo este el resultado más alto obtenido.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en nuestra investigación, se

encuentra una concordancia parcial, ya que ambos están relacionados con el tipo de suelo y muestran promedios similares. En los ensayos de Ramos, el resultado más favorable se obtuvo al añadir 20% de FC, obteniendo un 38.50% de CBR. En nuestro caso, el resultado más favorable se obtuvo al añadir 9% y 6% de FC, obteniendo 7.8% en la calicata 1 y 22.20% en la calicata 2 de CBR.

En ambas investigaciones, al agregar la FC resultó en un aumento en relación con las diferentes dosificaciones, demostrando así que el uso de la fibra de cabuya potencia la capacidad portante suelo y aumenta su resistencia a la carga, esto indica que la fibra de cabuya es una opción segura para incrementar el CBR.

Hipótesis: La fibra de cabuya incrementa la resistencia de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024. Los hallazgos del laboratorio a través del ensayo de CBR corroboran que al agregar la fibra de cabuya incrementa el CBR, mejorando así la capacidad portante del suelo.

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, para el objetivo general se tuvo que el estudio analizo muestras de suelo de dos calicatas, la meta de la investigación es identificar el efecto de la fibra de cabuya en el mejoramiento de las cualidades de la subrasante, tras el análisis de los ensayos de laboratorio, los resultados confirmaron que la adición de fibra de cabuya mejoraba las propiedades del suelo, reduciendo su plasticidad e incrementando su resistencia. Por lo tanto, se concluyó que la fibra de cabuya demostró ser un componente efectivo para la mejora de las características del suelo.

Para el primer objetivo los Limites de Consistencia de obtuvo lo siguiente en la C-01 al adicionar la fibra de cabuya el IP disminuyo a medida que se le fue agregando los diferentes proporciones, en la C-02 esta no presento un LL ni LP, y al adicionar la fibra de cabuya en las diferentes proporciones los resultados fueron los mismos por lo cual se entiende que es un suelo NP (no plástico), por ende se concluye que al adicionar fibra de cabuya en ambos suelos el IP disminuyo y/o fue nula.

Para el segundo objetivo el ensayo de compactación concluyo que tanto en la C-01 y C-02 el óptimo contenido de humedad se mantuvo constante, pero cuando se adiciono la fibra de cabuya se observó que la máxima de densidad seca se fue incrementando a medida que se agregaba los diferentes porcentajes de fibra de cabuya, esto ayuda en la potenciación de la resistencia del suelo y otorga una consistencia favorable.

Para el tercer objetivo el ensayo de CBR concluyo que la adición de un 9% y 6% de fibra de cabuya (FC) a los suelos de las calicatas C-1 y C-2 respectivamente fueron los valores máximos alcanzados en los cuales la subrasante mejoró significativamente su resistencia. Originalmente el SP tanto de la C-1 y C-2 fueron clasificados como subrasantes insuficientes, ambos suelos alcanzaron categorías superiores tras la adición de FC, con la C-1 llegando a ser una subrasante regular y la C-2 una subrasante muy buena, esto evidencia el potencial de la FC como aditivo para mejorar las propiedades de los suelos.

Para el diseño de una carretera se concluyó que se debe proyectar una estructura de pavimento flexible utilizando la técnica AASTHO-93, puesto que esta vía viene siendo de poco tránsito y tiene un menor costo de construcción. Los principales resultados son los espesores del pavimento: la losa tiene un grosor de 5 cm, la base de 15 cm y la subbase de 15 cm, la elección de este diseño de pavimento traerá consigo un factor de costo – beneficio lo cual es beneficioso para la comunidad.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda para investigaciones futuras que tengan como objetivo determinar el índice de plasticidad y que consideren el uso de fibra de cabuya u otro aditivo similar, seleccionar un tipo de suelo distinto al limoso, la razón es que este último no presenta un índice de plasticidad (IP).

En el presente estudio, se ha conseguido mejorar la resistencia del terreno de suelo limoso - arcilloso estabilizando su subrasante, gracias a la incorporación de FC, de acuerdo con los resultados obtenidos. Por ende, se recomienda llevar a cabo investigaciones futuras en diversos tipos de suelos, también empleando la adición de FC.

Se recomienda para la mejora del CBR usar cantidades cercanas al 9% de fibra de cabuya para mitigar posibles asentamientos del suelo y fallas de nivel sub base o subrasante, siempre tomando en cuenta el tipo de suelo donde se quiera aplicar.

Se recomienda efectuar un análisis comparativo de las fibras de cabuya con otras fibras naturales, realizando pruebas idénticas para poder seleccionar la fibra natural que ofrezca los mejores rendimientos. Es importante tener en cuenta que se deben cumplir los criterios de estabilización, uno de ellos es el factor de costo-beneficio.

A partir de la investigación de diversos materiales estabilizantes, se puede recomendar la integración de la fibra de cabuya para la estabilización de suelos, esta propuesta busca cumplir con los estándares mínimos establecidos por las normativas, al mismo tiempo que ofrece una opción más rentable.

REFERENCIAS

- ADAUTO PORRAS, P.D., 2023. Incorporación de fibra de agave para la estabilización de la subrasante en el anexo de Azapampa. *Universidad Peruana Los Andes* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5692>.
- ARGANDOÑA PUMA, D.A. y PALOMINO BLANCO, J., 2020. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del suelo obtenido de la APV. Kari Grande vía Rumi Wasi – San Sebastián utilizado a nivel de subrasante en la región Cusco, estabilizado con ceniza de cáscara de arroz y cal en porcentajes 7%-5%, 12%-5% y 15%-5%; respectivamente. *Universidad Andina del Cusco* [en línea], [consulta: 28 octubre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3487>.
- ARIAS, F., 2012. El Proyecto de Investigación_Introducción a la metodología científica_Sexta Edición. [en línea], [consulta: 4 abril 2024]. Disponible en: <https://news.ge/anakliis>.
- ARIAS GÓMEZ, J., ÁNGEL VILLASÍS, KEEVER MIGUEL, MIRANDA NOVALES y MARÍA GUADALUPE, 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea], [consulta: 7 febrero 2024]. Disponible en: www.nietoeditores.com.mx.
- BEKELE, A.E., LEMU, H.G. y JIRU, M.G., 2022. Experimental study of physical, chemical and mechanical properties of enset and sisal fibers. *Polymer Testing*, vol. 106, ISSN 01429418. DOI 10.1016/j.polymertesting.2021.107453.
- BERNAL TORRES CÉSAR AUGUSTO, 2010. *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. S.l.: s.n.
- BOUGTAIB, K., JAMIL, Y., NASLA, S., GUERAOU, K. y CHERRAJ, M., 2022.

COMPRESSED EARTH BLOCKS REINFORCED WITH FIBERS (DOUM PALM) AND STABILIZED WITH LIME: MANUAL COMPACTION PROCEDURE AND INFLUENCE OF ADDITION ON MECHANICAL PROPERTIES AND DURABILITY. *JP Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 26, ISSN 09735763. DOI 10.17654/0973576322018.

BUENDÍA EISMAN, L., HERNÁNDEZ PINA, F. y COLÁS BRAVO, M.P., 1997. *Métodos de investigación en psicopedagogía* [en línea]. S.l.: McGraw-Hill Interamericana de España. [consulta: 4 abril 2024]. ISBN 84-481-1254-7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=127059>.

CABÍA ADRIANO, K.G. y ESPINOZA ROMERO, G.A., 2021. Análisis de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos usando fibra de cabuya y bambú, Las Moras – Huánuco 2021. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 20 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84217>.

CARTER, J.P., BOOKER, J.R. y YEUNG, S.K., 1986. Cavity expansion in cohesive frictional soils. , vol. 36, no. 3,

CASTILLO CARHUAPOMA, J.M. y PATIÑO NEIRA, M.A., 2022. Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar en la subrasante de la carretera Sapollica – Naranjo, Ayabaca - Piura. *Universidad Privada Antenor Orrego* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9735>.

CERNA, B., PÁG, S., ASESOR, E., ALEJANDRO, I. y BECERRA, C., 2019. Influencia de la incorporación de fibra de yute en la resistencia mecánica del material de afirmado de la cantera «Bazán» - Cajamarca, 2017. *Universidad Privada del Norte* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14936>.

CORONEL-CARVAJAL, C., GUÁIMARO, P. y CAMAGÜEY, C., 2023. Las

variables y su operacionalización. *Revista Archivo Médico de Camagüey* [en línea], vol. 27, [consulta: 4 abril 2024]. ISSN 1025-0255. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552023000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

DAL-RÉ TENREIRO RAFAEL, 2001. *Caminos rurales, Proyectos y construcción* [en línea]. 3ra Edición. S.l.: s.n. [consulta: 8 marzo 2024]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=Tpbf_8ijTBcC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false.

DIEGO, J., MORA, A., RIQUETTI, J.P. y CUENCA, M., 2014. Universidad del Azuay Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LAS CAUSAS POR LAS CUALES OCURRIÓ EL COLAPSO DE LA LOSA DE PISO DE LA CANCHA DEL PABELLÓN DE COMUNIDAD TERAPÉUTICA DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN SOCIAL (CRS) CUENCA Y SOLUCIÓN TÉCNICA DE LA PROBLEMÁTICA Trabajo de Grado para la obtención del título de.

EN ROBERTO HERNÁNDEZ SAMPIERI, M.C., FERNÁNDEZ COLLADO, C., PILAR BAPTISTA LUCIO, D. y DE LA LUZ CASAS PÉREZ, M., 1991. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

ESPINOZA JESUS, J.M., 2022. Estabilización de suelos de fundación arcillosa con extracto de schinu molle para subrasante, km 26+800 Carretera Huánuco – Punto Unión, 2021. [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7758>.

FACULTAD DE MINAS, [sin fecha]. GG-17 COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO. ,

FANEITE, S.F.A., 2023. Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales. *Revista Latinoamericana Ogmios* [en línea], vol. 3, no. 8, [consulta: 4 abril 2024]. ISSN 2789-0309. DOI 10.53595/RLO.V3.I8.084. Disponible en: <https://idicap.com/ojs/index.php/ogmios/article/view/226>.

GOMEZ LORENZINI MARIA SOLEDAD, 2008. Correlation of Soils Moisture Determination Through Drying in Oven and Microwaves. *Revista de la Construcción*,

HINOSTROZA ARONES, M., 2020. Mejoramiento de la subrasante utilizando ceniza de fibra de coco en la Avenida 13 de Julio de Manchay, Pachacamac, Lima - 2019. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 28 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48818>.

HUAMAN PACHACUTEC, R., 2022. Adición de tanino de pino en subrasante en trocha carrozable tramo San Jerónimo Huacoto, distrito San Jerónimo, Cusco – 2022. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 28 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90811>.

IQUIRA CANAZA, M.R., 2022. Estabilidad de suelos arcillosos con cenizas cisco de café para el mejoramiento de subrasante. [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/6054>.

JUÁREZ BADILLO, E. y RICO RODRÍGUEZ, A., 1969. *MECANICA DE SUELOS TOMO I* [en línea]. Segunda Edición. Mexico: Editorial Limusa. [consulta: 8 marzo 2024]. Disponible en: https://www.academia.edu/43300523/MECANICA_DE_SUELOS_TOMO_I_JUAREZ_BADILLO.

LOPEZ, X., TORBISCO, D., RODRIGUEZ, J. y EYZAGUIRRE, C., 2019.

Benefits of cabuya fiber in the mechanical properties of compacted adobe. *Proceedings - 2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference, IESTEC 2019* [en línea], [consulta: 12 enero 2024]. DOI 10.1109/IESTEC46403.2019.00088. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338255713_Benefits_of_Cabuya_Fiber_in_the_Mechanical_Properties_of_Compacted_Adobe.

LUIS LÓPEZ PEDRO, 2024. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. [en línea], [consulta: 4 abril 2024]. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1815-0276.

LUIS, T. y PRADO, A.T., 2022. Influencia del mucílago de nopal en el mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso de la carretera Rosario-Sivia, Ayacucho, 2022. *Universidad Continental* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13037>.

MACHADO MACHADO, A.F., 2019. Caracterización mecánica del material compuesto de matriz elastomérica reforzado con fibra de cabuya para determinar las propiedades mecánicas en aplicaciones industriales. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO* [en línea], [consulta: 22 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30015>.

MAMANI GONZALO, G., DE LA CRUZ VEGA, S.A., VEGA NEYRA, C.S., YLLESCAS RODRÍGUEZ, P.M. y REA OLIVARES, W.M., 2023. Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. *Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú* [en línea]. [consulta: 28 octubre 2023]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/53569/56073>.

- MAMANI VILCA, V.R. y PANCCA QUISPE, D., 2022. Estabilización de suelos con cáscara de semilla de girasol - fibra de cabuya en camino vecinal Ayaviri – Sunimarca, Puno - 2022. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 20 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105586>.
- MERINO, C.P.A., ZAMBRANO, G.S.J., PACHECO, E.D.G. y OCAÑA, F.R.M., 2023. Cabuya (*Furcraea andina*, Asparagaceae): una persistencia biocultural para la reproducción del ser social Puruhá en la microcuenca del Río Guano (Andes Ecuatorianos). *Acta Botanica Mexicana* [en línea], no. 130, [consulta: 8 marzo 2024]. ISSN 2448-7589. DOI 10.21829/ABM130.2023.2194. Disponible en: <https://abm.ojs.inecol.mx/index.php/abm/article/view/2194>.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014. MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS. [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: www.mtc.gob.pe.
- MUÑOZ ROCHA, C.I., 2015. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n. vol. 01. ISBN 9786074265422.
- NAIK, T.P., GAIROLA, S., SINGH, I. y SHARMA, A.K., 2024. Microwave-assisted alkali treatment of sisal fiber for fabricating composite as non-structural building materials. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 411, [consulta: 3 enero 2024]. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2023.134651. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823043702#:~:text=The%20MAAT%20\(at%20640W10\)%20showed,and%20untreated%20sisal%20fibers%2C%20respectively](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823043702#:~:text=The%20MAAT%20(at%20640W10)%20showed,and%20untreated%20sisal%20fibers%2C%20respectively).
- OJO, E.B., BELLO, K.O., MUSTAPHA, K., TEIXEIRA, R.S., SANTOS, S.F. y SAVASTANO, H., 2019. Effects of fibre reinforcements on properties of

extruded alkali activated earthen building materials. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 227, [consulta: 3 enero 2024]. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.116778. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819321968#:~:text=Fibres%20and%20alkali%20activators%20significantly%20improve%20properties%20of%20earth%2Dbased%20composites.&text=Physical%20and%20chemical%20fibre%2Dmatrix%20interactions%20control%20composite%20performance.&text=Sisal%20fibres%20increase%20flexural%20strength%2Fdensity%20and%20reduce%20water%20absorption.>

POCCORPACHI ECHAVARRÍA, R.S., 2022. Mejoramiento de subrasante arcillosa para incrementar la capacidad soporte utilizando cloruro de magnesio y cal - avenida Los Chankas, San Jeronimo - Andahuaylas - 2022. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91400>.

PRADA TORRES, J.C., 2023. Estabilización del suelo usando ceniza de bagazo de caña de azúcar para caminos no pavimentados. *Repositorio Institucional - USS* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11059>.

QUISPE CAÑAPATAÑA, C.H. y CAMPOS IBAÑEZ, J.J., 2022. Análisis de CBR, máxima densidad y resistencia al corte para estabilizar un suelo arcilloso SC utilizando 1%, 3% y 5% con cenizas de saúco en Lima Este distrito Ate-Vitarte. *Universidad Privada del Norte* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30690>.

RAMÍREZ CRUZ, E., 2020. Incorporación de la ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61598>.

RAMOS FERNÁNDEZ, P., 2020. Mejoramiento de suelo arcilloso nivel subrasante aplicando fibra de cabuya en Av. Cuzco- Distrito Mi Perú - Callao 2020. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 20 enero 2024]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77138>.

RICO RODRIGUEZ ALFONSO, 2005. La ingeniería de suelos las vías terrestres carreteras ferrocarriles aeropistas (TOMO1). [en línea], [consulta: 8 marzo 2024]. ISSN 1098-6596. Disponible en: https://books.google.com/books/about/La_ingenier%C3%ADa_de_suelos_en_las_v%C3%ADas_terrestres.html?hl=es&id=d042vJAKVK8C.

RINCÓN, D. del, 1995. *Técnicas de investigación en ciencias sociales / Delio del Rincón... [et al.]*. S.I.: Dykinson. ISBN 848155104X.

ROJAS RODRÍGUEZ, C.F. y GARCÍA ARGOMEDO, J.A., 2023. Estabilización de suelos con fines de pavimentación usando el polímero natural de la cabuya. *Universidad de Piura* [en línea], [consulta: 1 enero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/6137>.

SALAZAR RONDOS, J. y VALLE PAMO, M.J., 2021. Mejoramiento de las propiedades de la subrasante con fibra de cabuya y cal en la Calle el Carmen - Carabaylo, 2021. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 20 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81664>.

SÁNCHEZ CARLESSI, H., REYES ROMERO, C. y MEJIA SÁENZ, K., 2018. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanista. *Journal of Chemical Information and Modeling* [en línea], vol. 500, [consulta: 9 febrero 2024]. Disponible en: <https://isbn.cloud/9786124735141/manual-de-terminos-en-investigacion->

[cientifica-tecnologica-y-humanistica/](#).

SANTAMARÍA DOMÍNGUEZ, M., JIMÉNEZ VIVAS, A. y GÓMEZ MARCOS, M., 2023. Competencia científica en Educación Primaria: diseño y validación de un instrumento. [en línea], [consulta: 7 abril 2024]. DOI 10.14201/eks.28111. Disponible en: <http://revistas.usal.es/index.php/eks/24-1>.

THENNARASAN LATHA, A., MURUGESAN, B. y SKARIAH THOMAS, B., 2023. Compressed earth block reinforced with sisal fiber and stabilized with cement: Manual compaction procedure and influence of addition on mechanical properties. *Materials Today: Proceedings* [en línea], [consulta: 3 enero 2024]. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/J.MATPR.2023.04.373. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323022745>.

TUNQUE CRUZ, F.A., 2021. Estabilización de subrasantes blandos empleando resina natural de pino, trocha carrozable Mayupata, San Pablo, Cusco 2021. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 28 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70768>.

VILLALAZ CRESPO CARLOS, 2005. Mecánica de suelos y cimentaciones/Mechanics of Grounds and Laying of Foundations. [en línea], [consulta: 8 marzo 2024]. Disponible en: https://books.google.com/books/about/Mec%C3%A1nica_de_suelos_y_cimentaciones.html?hl=es&id=Db2SQbBHVPQC.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Título: “INCORPORACION DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURIMAC, 2024”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p><u>Problema general:</u></p> <p>¿Cuál es el impacto del aditamento de fibra de cabuya en la mejora de las características en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024?</p>	<p><u>Objetivo general:</u></p> <p>Evaluar la repercusión de la adición de fibra de Cabuya en las características de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024.</p>	<p><u>Hipótesis general:</u></p> <p>La fibra de Cabuya incrementa las características de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024.</p>	<p>Tipo:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño:</p> <p>Cuasi Experimental</p> <p>Correccional</p> <p>Var. Independiente:</p> <p>Fibra de Cabuya</p> <p>Var. Dependiente:</p> <p>Trochas Carrozables</p> <p>Objeto de estudio:</p> <p>Tramo C.P. Chuparo – C.P. Miraflores.</p>	<p>Población: Km 1.02 del tramo Chuparo - Miraflores</p> <p>Muestra: 02 calicatas de 1.02km</p>
<p><u>Problemas específicos:</u></p> <p>¿Cuál es el impacto del aditamento de fibra de Cabuya en el índice de plasticidad en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024?</p>	<p><u>Objetivos específicos:</u></p> <p>Definir la repercusión de la adición de fibra de cabuya sobre el índice de plasticidad en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024</p>	<p><u>Hipótesis específicas:</u></p> <p>La fibra de cabuya reduce el índice de plasticidad en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024</p>		
<p>¿Cuál es el impacto del aditamento de fibra de Cabuya en la compactación en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024?</p>	<p>Determinar la repercusión de la adición de fibra de cabuya sobre la compactación en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024</p>	<p>La fibra de cabuya incrementa la compactación en la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024</p>		
<p>¿Cuál es el impacto del aditamento de fibra de Cabuya en la resistencia de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024?</p>	<p>Demostrar la repercusión de la adición de fibra de cabuya en la resistencia de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024</p>	<p>La fibra de cabuya incrementa la resistencia de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024</p>		

Fuente: Elaboración Propia

ANEXOS

FOTOGRAFÍA DE INVESTIGACIÓN Y CONSTANCIA DE APLICACIÓN

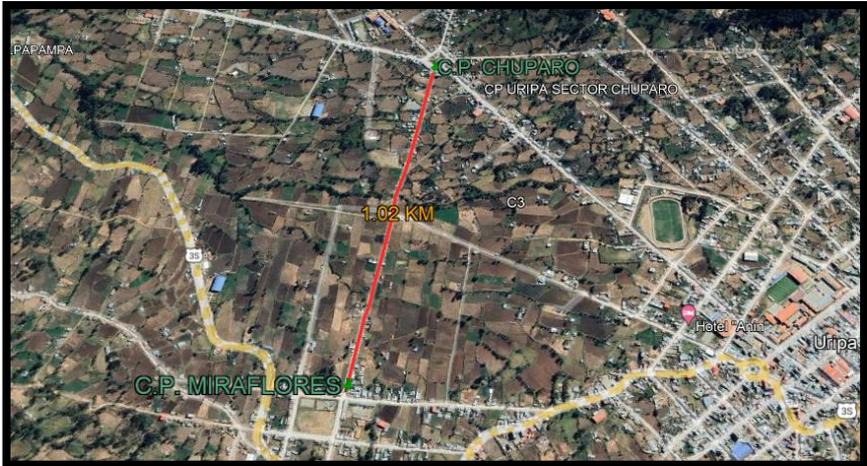
PROCEDIMIENTO	FOTOGRAFÍA		
<p>FIGURA 21; <i>Proceso de Extracción de Fibra de Cabuya</i></p>			
	Extracción de Cabuya	Desfibrado de Cabuya	Lavado de Cabuya
			
	Secado de Cabuya	Peinado de Cabuya	Corte de Fibra de Cabuya
	<p>FIGURA 22; <i>Exploración de Suelos mediante el método de Calicata</i></p>		
			



FIGURA 23; TP 339.151

Práctica estándar para conservar y transportar muestras de suelo al Laboratorio.



FIGURA 24; ASTM C 702

Procedimiento de muestreo por cuarteo manual



FIGURA 25; NTP 339.128

Método de prueba estándar para la distribución del tamaño de partículas (gradación) de suelos usando análisis de tamiz.



FIGURA 26; NTP 339.127

Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo y la roca por masa.



FIGURA 27; NTP 339.129

Método de prueba estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.



**FIGURA 28; ASTM
698**

Ensayo de
Compactación Proctor



**FIGURA 29; NTP
339.145**

Método de prueba
estándar para
California Bearing
Ratio (CBR) de
suelos
compactados en
laboratorio.



DISEÑO DE PAVIMENTO:

En este caso se optó por tomar el diseño de un pavimento flexible, para la elección se tomaron los siguientes factores como señala la norma (CE. 010) como lo son la calidad del suelo, el volumen de tránsito, las condiciones climatológicas, también se vio desde un punto de vista económico y de seguridad. Se observa en el siguiente cuadro los requisitos mínimos para el diseño de un pavimento

TABLA 31; Requisitos para el Diseño de Pavimentos

Elemento		Tipo de Pavimento		
		Flexible	Rigido	Adoquines
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %	
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)	f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 MPa)

Fuente: Normal CE.010

Cálculo de Ejes Equivalentes (ESAL)

AASHTO define como ejes equivalentes (EE) al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por ejes simples de dos ruedas cargados con 8.2 Tn. De peso con neumáticos a la presión de 80 lb/pulg².

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{día-carril} * Fca * 365)]$$

Periodo de Diseño:

20 AÑOS				
Tasa de Crecimiento por Región en %	r _{vp} =	0.40	Tasa de Crecimiento Anual de la Población (REGIÓN APURIMAC)	(vehículos de pasajeros)
	r _{vc} =	5.30	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (REGIÓN APURIMAC)	(vehículos de carga)

Factor Direccional, Factor Carril y Factor Presión de Neumático:

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico.

El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

Para la presión de neumáticos se tomará en cuenta para el cálculo de EE, un factor de ajuste por presión de neumáticos.

TABLA 32; Factor Direccional y Factor Carril

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

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

TABLA 33; Factor Presión de Neumático

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

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

Fd, Fc y Fb:

FUERZA DE PRESIÓN (Fb)	1
FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	0.8
FACTOR CARRIL (Fc)	1

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo:

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	7	21.88
Camioneta	13	40.63
C.R.	6	18.75
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	4	12.50
Camión 3E	2	6.25
Camión 4E	0	0.00
Semi Tráiler 2S1 /2S2	0	0.00
Semi Tráiler 2S3	0	0.00
Semi Tráiler 3S1 /3S2	0	0.00
Semi Tráiler ≥3S3	0	0.00
Tráiler 2T2	0	0.00
Tráiler 2T3	0	0.00
Tráiler 3T2	0	0.00
Tráiler ≥3T3	0	0.00
IMD	32	100.00

Demanda Proyectada:

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

- T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
- T₀ = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
- n = año futuro de proyección
- r = tasa anual de crecimiento de tránsito

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMD _{PI}	Distribución (%)
Automóvil	8	17.14
Camioneta	14	31.83
C.R.	6	14.69
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	11	24.22
Camión 3E	5	12.11
Camión 4E	0	0.00
Semi Tráiler 2S1 /2S2	0	0.00
Semi Tráiler 2S3	0	0.00
Semi Tráiler 3S1 /3S2	0	0.00
Semi Tráiler ≥3S3	0	0.00
Tráiler 2T2	0	0.00
Tráiler 2T3	0	0.00
Tráiler 3T2	0	0.00
Tráiler ≥3T3	0	0.00
IMD	44	100.00

Factor De Crecimiento Acumulado:

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

Fca V. Ligeros= 20.78

Fca V. Pesados= 34.13

Ejes Equivalentes Por Cada Tipo De Vehículo:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VPI} * F_{PI}$$

EJES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCULO		
Tipo de Vehículo	E día-carril	Distribución (%)
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	38	73.28
Camión 3E	14	26.72
Camión 4E	0	0.00

Semi Tráiler 2S1 /2S2	0	0.00
Semi Tráiler 2S3	0	0.00
Semi Tráiler 3S1 /3S2	0	0.00
Semi Tráiler ≥3S3	0	0.00
Tráiler 2T2	0	0.00
Tráiler 2T3	0	0.00
Tráiler 3T2	0	0.00
Tráiler ≥3T3	0	0.00
IMD	52	100.00

Numero De Repeticiones De Ejes Equivalentes De 8.2tn:

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carrit}} * Fca * 365)]$$

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = 653,668$$

EE

Diseño De Pavimento Flexible Por El Método Aastho-93

Formula General AASTHO:

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{1094} + 2.32 \log_{10}(Mr) - 8.07$$

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

Donde:

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

Cálculo De Los Ejes Equivalentes Esal's(W18):

ESAL's(W18) =	653,668.00
ESAL's(W18) =	6.54E+05

Confiabilidad:

TABLA 34; Valores Recomendados para la Confiabilidad diseño de (10 a 20 años)

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

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

$$R (\%) = 80.00 \%$$

Desviación Estándar(Zr):

TABLA 35; Coeficiente Estadístico para la Desviación Estándar diseño de (10 a 20 años)

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

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

$$Zr = -0.842$$

Error Estándar Combinado (So):

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

Para pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
En construcción nueva	0.45

$$So = 0.450$$

Serviciabilidad (Δ Psi):

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

TABLA 36; Índice de Serviciosibilidad Inicial (Pi)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,00	150,000	3.80
	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80

TABLA 37; Índice de Serviciosibilidad Final (Pt)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	2.00
	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00

TABLA 38; Diferencial de Serviciosibilidad (Δ PSI)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,001	1500,000	1.80
	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750 001	1,000,000	1.80

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

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

Entonces:

$$P_o = 3.8$$

$$P_t = 2.0$$

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta \text{ PSI} = 1.80$$

Módulo Resiliente (Mr):

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

TABLA 39; Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

$$\text{CBR} = 22.2 \%$$

$$\text{Mr} = 18,580.47 \text{ PSI}$$

Numero Estructural Requerido:

Se iguala en 2 ecuaciones del problema principal, haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Se aproxime o sea igual a la (Ecuación II):

$$SN = 2.109$$

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

14.464 ... Ecuación I

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

14.464 ... Ecuación II

Número Estructural (Sn):

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

SN = Número Estructural.

a_{1,2,3} = Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase.

d_{1,2,3} = Espesores (en cm) de las capas: superficial, base y subbase.

m_{2,3} = Coeficiente de drenaje para las capas: superficial, base y subbase.

TABLA 40; Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico. Este ES un valor Maximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingenieria debe ser explicito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar : - Un control de calidad riguroso - Indicar un valor de Estabilidad Marshal, superior a 1000 kf-f - Alertar sobre la suceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

$$a_1 = 0.17 \text{ /cm}$$

$$a_2 = 0.052 \text{ /cm}$$

$$a_3 = 0.047 \text{ /cm}$$

Calidad de Drenaje:

TABLA 41; Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Insuficiente	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Insuficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

$$m_2 = 1.15$$

$$m_3 = 1$$

Secciones de Pavimento Flexible:

TABLA 42; Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base **Granular**

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio:	150 mm
	T _{P2}	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio:	150 mm
	T _{P3}	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T _{P4}	750 001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

$$\text{Espesor de capa Superficial} \quad D_1 = 5.00 \quad \text{Cm}$$

$$\text{Espesor de Base} \quad D_2 = 15.00 \quad \text{Cm}$$

$$\text{Espesor de Subbase} \quad D_3 = 15.00 \quad \text{Cm}$$

Número Estructural
requerido

SN = 2.109

Número Estructural
calculado

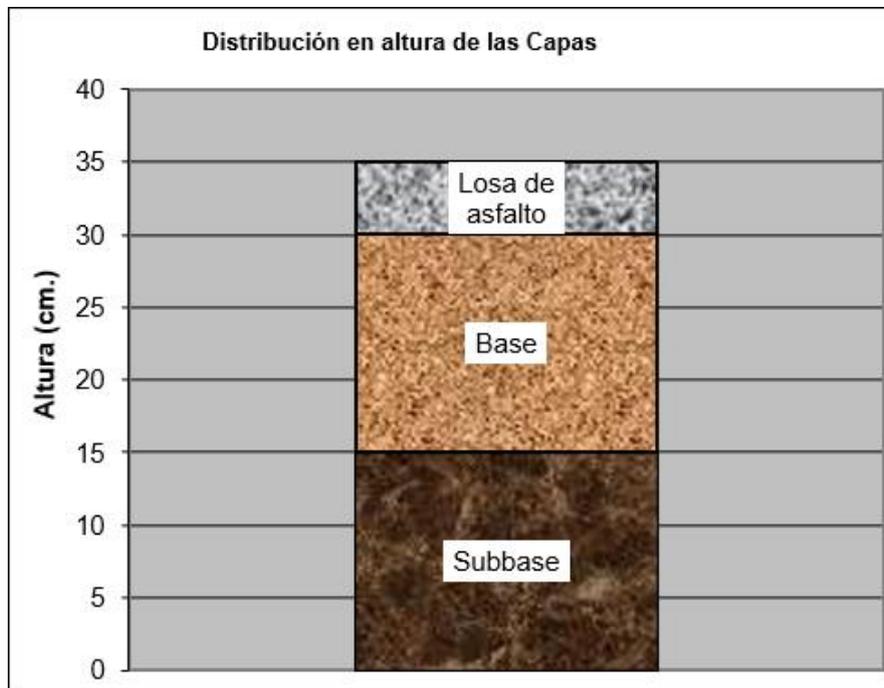
SN = 2.452

Comparando ambos "SN"

CUMPLE

Estructura del Pavimento:

		Pulg.	Cm.
Losa de C° Asfáltico	e=	0.020	5.00
Base Granular	e=	0.059	15.00
Subbase granular	e=	0.059	15.00



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 2024-01-10

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FECHA DE ENSAYO : 2024-01-10

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

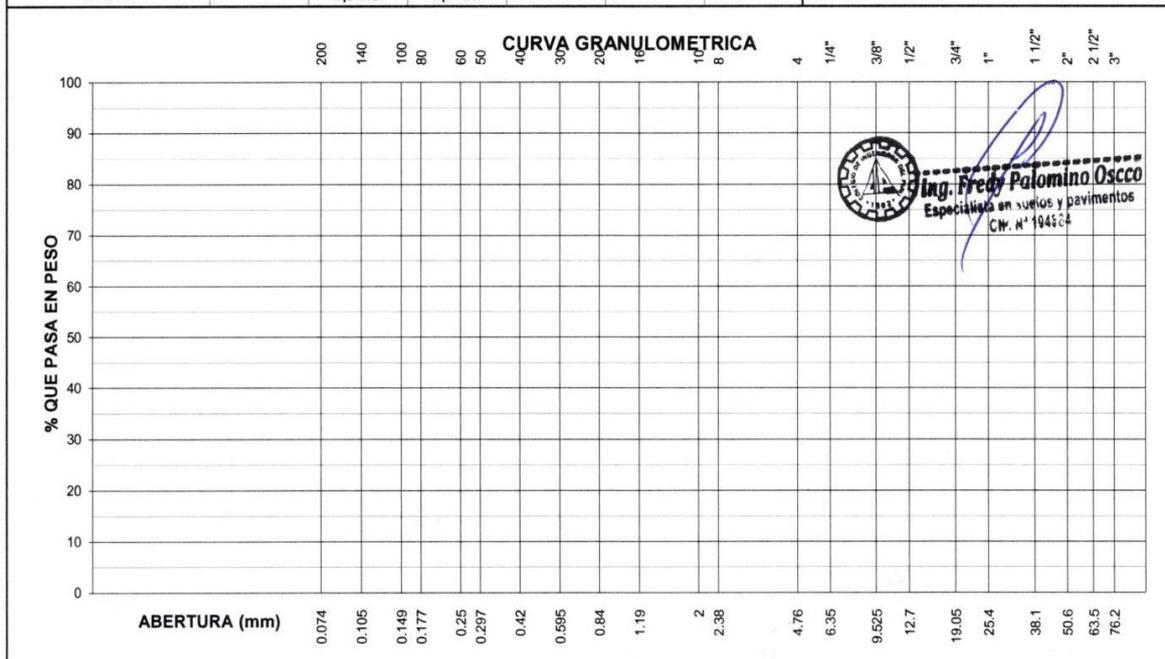
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C33 PARA AGREGADO GRUESO

TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Ø		PESO	PARCIAL	ACUMULADO	QUE PASA	MIN.	MAX.	
Pulg.	mm	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
3"	76.20							PESO INICIAL :
2 1/2"	63.50							PORCION FINOS :
2"	50.80							% DE HUMEDAD :
1 1/2"	38.10							TAMAÑO MAXIMO :
1"	25.40							% DE GRAVA :
3/4"	19.05							% DE ARENA :
1/2"	12.70							% PASANTE N° 200 :
3/8"	9.53							L. L. :
1/4"	6.35							L. P. :
N° 4	4.75							I. P. :
N° 8	2.36							M.F. :
N° 10	2.00							CLASIFIC. SUCS :
N°16	1.19							CLASIF. AASHTO :
N° 20	0.85							D ₁₀ C _u
N° 30	0.60							D ₃₀ C _c
N° 40	0.42							D ₆₀
N° 50	0.30							
N° 60	0.25							
N° 80	0.18							
N° 100	0.15							
N° 140	0.11							
N° 200	0.074							
BANDEJA			#DIV/0!	#DIV/0!				

OBSERVACIONES:



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE –
DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURIMAC ,2024

MATERIAL PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO
HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

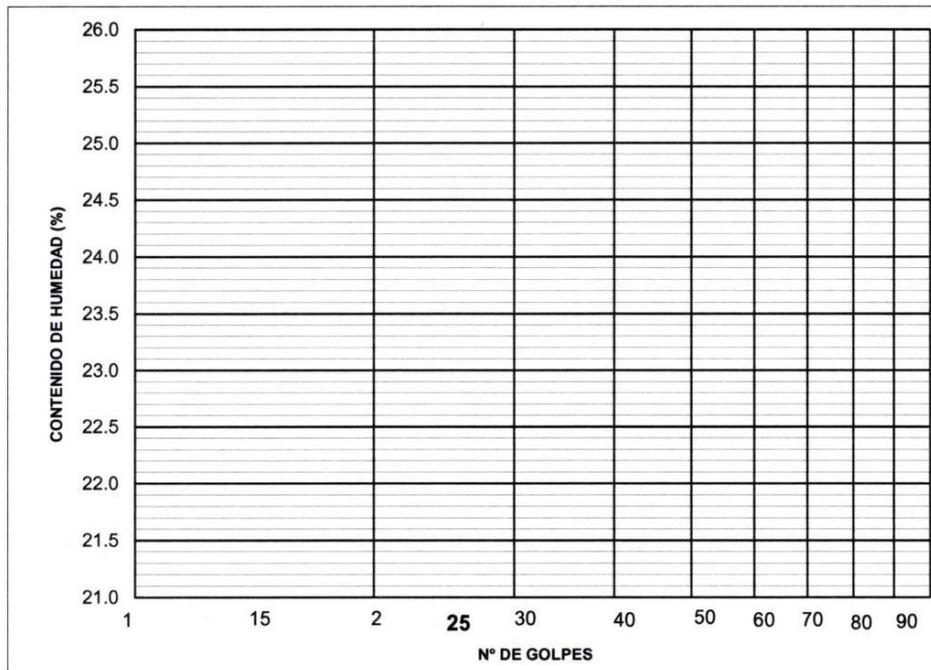
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N					
N° DEL DEPOSITO					
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (w%)	-	-	-		

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO					
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (W%)					
% DE HUMEDAD					



L.L. = -

L.P. = -

I. P. =

OBSERVACIONES:


 Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL


 Ing. Fredy Palomino Oscco
 Especialista en suelos y pavimentos
 CIP. N° 104134

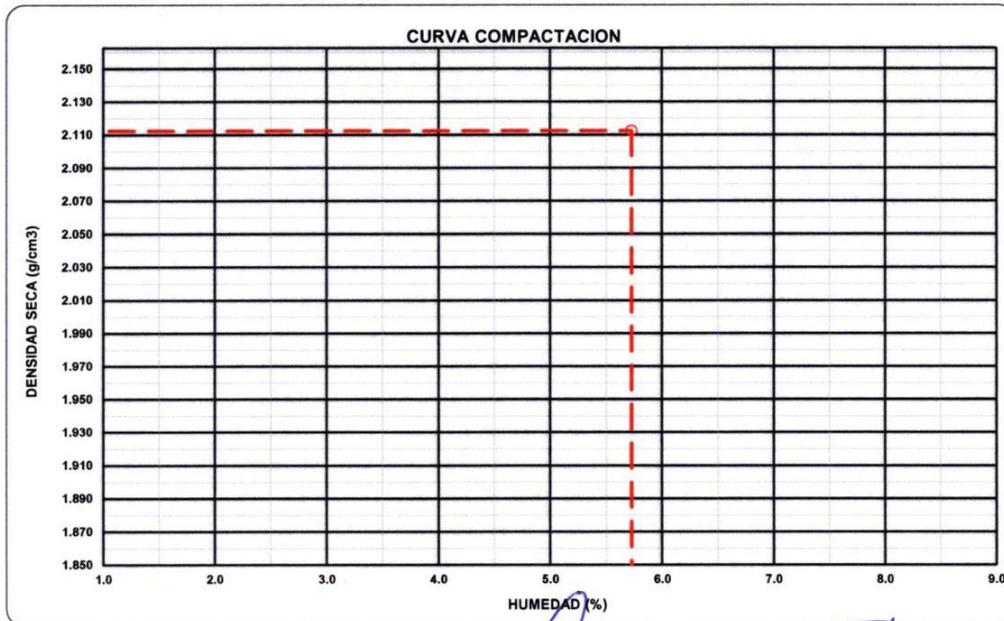
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)	N° CALICATA : C_01
UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO	PROFUNDIDAD : 1.50 M
SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220	ING. RESPONSABLE : A.P.O.
FECHA RECEPCION : 10/01/2024	ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024	SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000					
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO (g)					
PESO MOLDE (g)					
PESO SUELO COMPACTADO (g)					
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°					
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)					
PESO SUELO SECO + TARA (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL RECIPIENTE (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO HUMEDAD (%)					
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)					

MAXIMA DENSIDAD SECA	}	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
----------------------	---	-----------------------------



Ing. Fredy Palomino Oscoco
Especialista en suelos y pavimentos
C.P. N° 104834



Alex Palomino Oscoco
C.I.P. N° 252770
INGENIERO CIVIL

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA
CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE –
DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108-2000

N° RECIPIENTE		1	2		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE (g)					
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL RECIPIENTE (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
HUMEDAD (%)					
PROMEDIO (%)					

OBSERVACIONES :



Ing. Fredy Palomino Oscco
Especialista en suelos y pavimentos
CIP. N° 904834



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURIMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 FECHA RECEPCION : 10/01/2024 ING.RESPONSABLE : A.P.O.
 FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024 ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

Molde N°	0	0	0
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compactación			
Peso molde + suelo húmedo (g)			
Peso de molde (g)			
Peso del suelo húmedo (g)			
Volumen del molde (cm ³)			
Densidad húmeda (g/cm ³)			
Contenido de Humedad (%)			
Recipiente N°			
Tara + Suelo húmedo (g)			
Tara + Suelo seco (g)			
Peso del Agua (g)			
Tara (g)			Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital
Peso del suelo seco (g)			
Humedad (%)			
Densidad seca (g/cm ³)			

SIN EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2023	09:00	0									
11/01/2023	09:00	24									
12/01/2023	09:00	48									
13/01/2023	09:00	72									

PENETRACION													
PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 0				MOLDE N° 0				MOLDE N° 0			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
0.00													
0.64													
1.27													
1.91													
2.54													
3.81													
5.08													
6.35													
7.62													
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													



Ing. Fredy Palomino Oscoco
Especialista en suelos y pavimentos
C.N. N° 104334



Alex Palomino Oscoco
OIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC, 2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

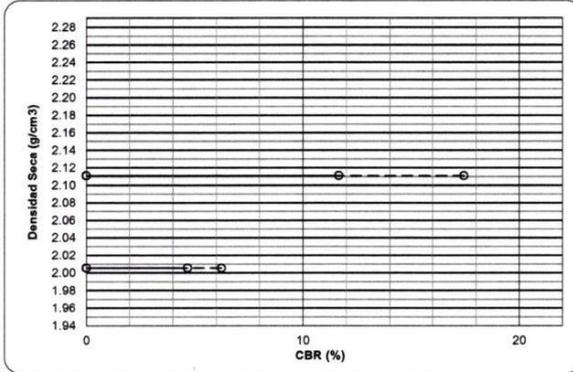
ING.RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

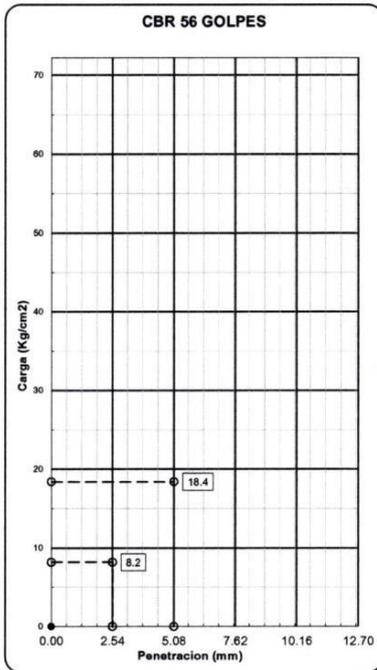


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" :
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" :

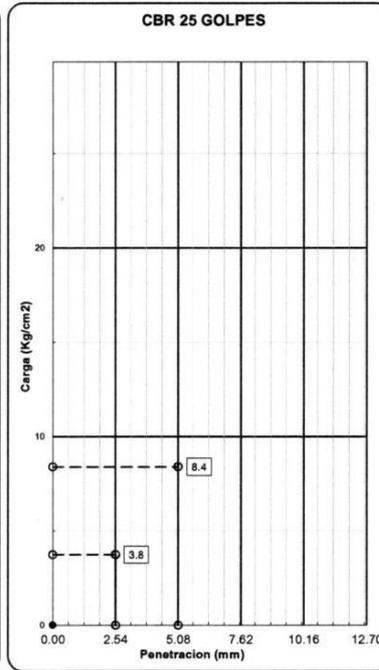
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" :
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" :

Datos del Proctor	
Densidad Seca	g/cm ³
Humedad Opt.	%

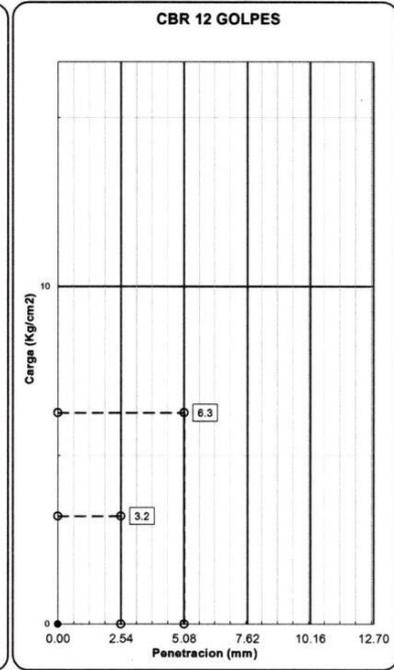
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES :
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES :



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES :
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES :



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES :
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES :



Ing. Fredy Palomino Oscco
Especialista en suelos y pavimentos
C.N. N° 104684



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL

AV. LA PAZ CALICATA

01 KM 0+220

MATERIAL PROPIO + 0%

DE FIBRA DE CABUYA



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 2024-01-10

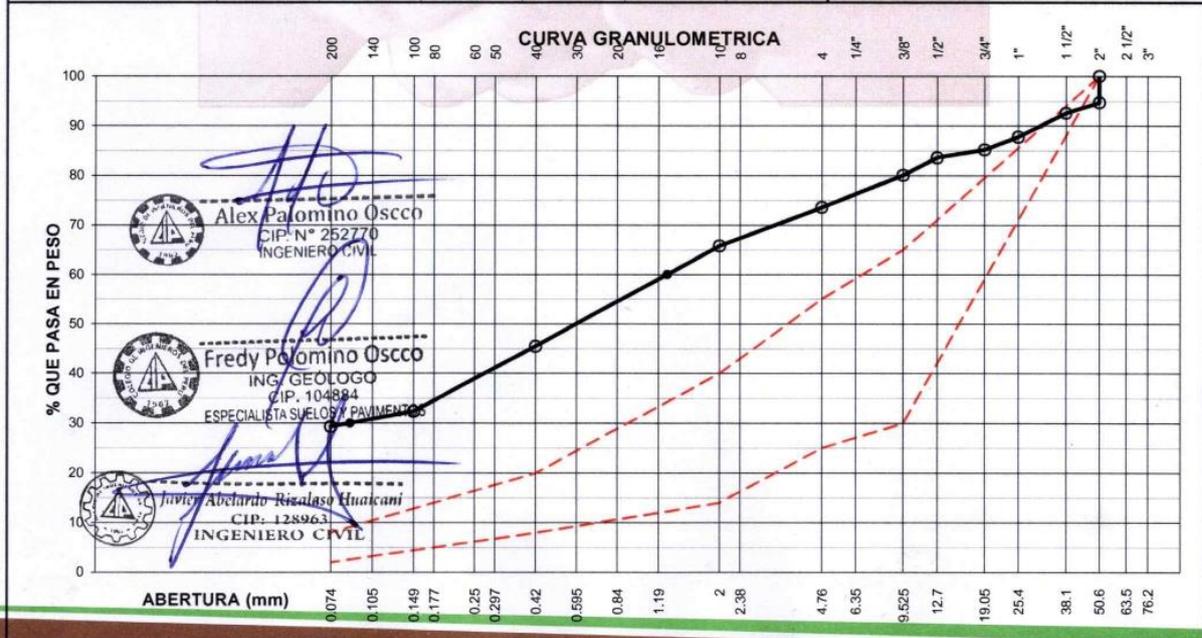
ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FECHA DE ENSAYO : 2024-01-10

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C33 PARA AGREGADO GRUESO

TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Ø		PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)		MIN. (%)	MAX. (%)		
Pulg.	mm	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)		
3"	76.20						PESO INICIAL : 4452 g	
2 1/2"	63.50						PORCION FINOS : 500 g	
2"	50.80	236.0	5.3	5.3	94.7	100.0	% DE HUMEDAD : 9.5	
1 1/2"	38.10	96.0	2.2	7.5	92.5		TAMAÑO MAXIMO :	
1"	25.40	214.0	4.8	12.3	87.7		% DE GRAVA : 26.4	
3/4"	19.05	115.0	2.6	14.8	85.2		% DE ARENA : 73.6	
1/2"	12.70	71.0	1.6	16.4	83.6		% PASANTE N° 200 : 29.3	
3/8"	9.53	157.0	3.5	20.0	80.0	30.0	L. L. : 23.6 %	
1/4"	6.35						L. P. : 18.7 %	
N° 4	4.75	288.0	6.5	26.4	73.6	25.0	I. P. : 4.9 %	
N° 8	2.36						M.F. : 1.55	
N° 10	2.00	53.0	7.8	34.2	65.8	14.0	CLASIFIC. SUCS : SC-SM	
N° 16	1.19						CLASIF. AASHTO : A-2-4 (0)	
N° 20	0.85						D ₁₀ : C _u	
N° 30	0.60						D ₃₀ : C _c	
N° 40	0.42	138.0	20.3	54.5	45.5	8.0	D ₆₀ : C _c	
N° 50	0.30						OBSERVACIONES:	
N° 60	0.25							
N° 80	0.18							
N° 100	0.15	89.0	13.1	67.6	32.4			
N° 140	0.11							
N° 200	0.074	21.0	3.1	70.7	29.3	2.0		
BANDEJA		199.0	29.3	100.0				





INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

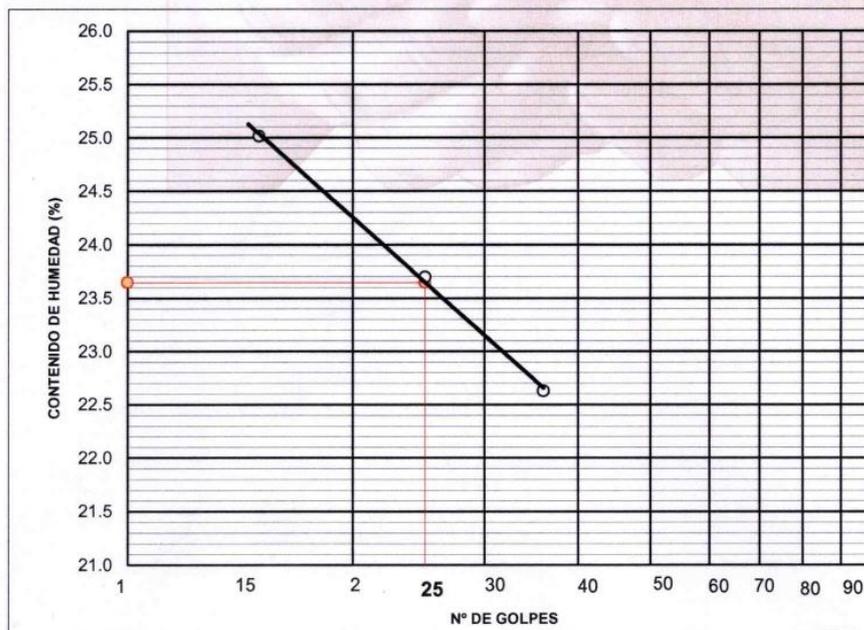
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N	15	25	36
N° DEL DEPOSITO	1	2	3
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	41.77	46.01	49.06
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	37.79	42.42	45.15
PESO DEL AGUA (g)	3.98	3.59	3.91
PESO DEL DEPOSITO (g)	21.88	27.27	27.87
PESO DEL SUELO SECO (g)	15.91	15.15	17.28
CONTENIDO DE AGUA (w%)	25.02	23.70	22.63

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO	1	2
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	20.04	31.69
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	18.67	30.06
PESO DEL AGUA (g)	1.37	1.63
PESO DEL DEPOSITO (g)	11.23	21.49
PESO DEL SUELO SECO (g)	7.44	8.57
CONTENIDO DE AGUA (W%)	1.37	1.63
% DE HUMEDAD	18.41	19.02



L.L. = **23.6 %**

L.P. = **18.7 %**

I.P. = **4.9 %**

OBSERVACIONES:

Alex Polomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL

Fredy Polomino Oscco
 ING. GEÓLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Javier Abelardo Rizalazo Huaicani
 CIP: 128968
 INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

N° CALICATA : C_01

PROFUNDIDAD : 1.50 M

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2468 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO	(g)	11560.0	11948.0	12200.0	11995.0
PESO MOLDE	(g)	6691	6691	6691	6691
PESO SUELO COMPACTADO	(g)	4869	5257	5509	5304
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm ³)	1.973	2.130	2.232	2.149
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(g)	501.0	497.0	504.0	509.0
PESO SUELO SECO + TARA	(g)	492.0	479.0	477.0	472.0
PESO DEL AGUA	(g)	9.0	18.0	27.0	37.0
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO	(g)	492.0	479.0	477.0	472.0
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	1.8	3.8	5.7	7.8
DENSIDAD SECA	(gr/cm ³)	1.937	2.053	2.113	1.993

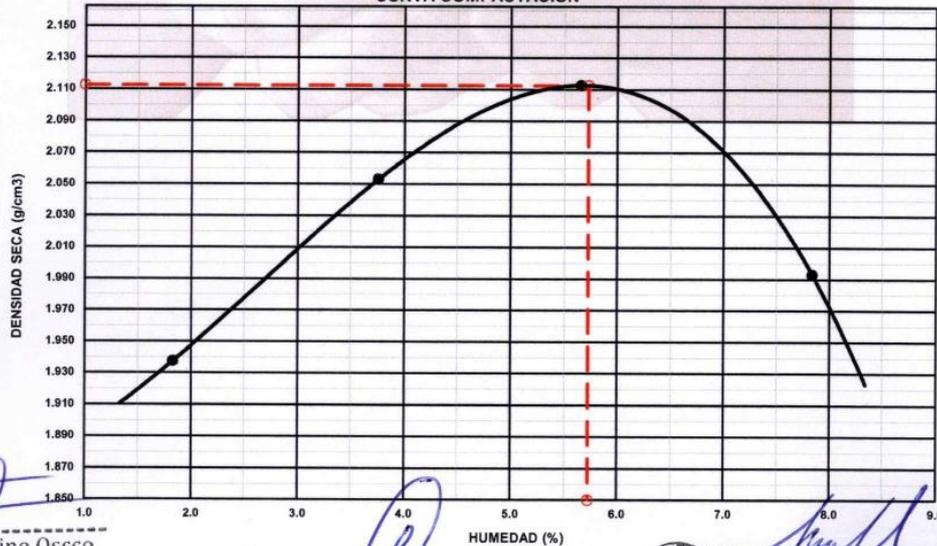
MAXIMA DENSIDAD SECA

2.113 gr/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

5.7 %

CURVA COMPACTACION



Alex Palomino Oscoco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscoco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Bizalaso Huacani
CIP. 428963
INGENIERO CIVIL

Jr. Bolognesi N° 500 San Jerónimo - Andahuaylas
Jr. Cusco N° 901 - Abancay

E-mail: jjringenioslaboratorios@gmail.com



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.
Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE –
DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
MTC E 108-2000**

N° RECIPIENTE		1	2		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(g)	600.00	600.00		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	(g)	556.00	556.00		
PESO DEL AGUA	(g)	44.00	44.00		
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	94.0	94.0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	462.00	462.00		
HUMEDAD	(%)	9.52	9.52		
PROMEDIO	(%)	9.5			

OBSERVACIONES :



Atex Palomino Oscoco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Polomino Oscoco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Ricalaso Huaicani
CIP: 128903
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 FECHA RECEPCION : 10/01/2024 ING.RESPONSABLE : A.P.O.
 FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024 ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12200	12220.0	11896	11925.0	11478	11635
Peso de molde (g)	6691	6691	6669	6669	6567	6567
Peso del suelo húmedo (g)	5509	5529	5227	5256	4911	5068
Volumen del molde (cm ³)	2468	2468	2377	2377	2334	2334
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.232	2.240	2.199	2.211	2.104	2.171
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	504.00	447.60	504.00	391.00	504.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	477.00	422.60	477.00	368.90	477.00	321.7
Peso del Agua (g)	27.00	25.00	27.00	22.10	27.00	28.70
Tara (g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital					
Peso del suelo seco (g)	477.00	422.60	477.00	368.90	477.00	321.70
Humedad (%)	5.66	5.92	5.66	5.99	5.66	8.92
Densidad seca (g/cm ³)	2.113	2.115	2.081	2.086	1.991	1.994

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
				10/01/2023	09:00		0				
11/01/2023	09:00	24									
12/01/2023	09:00	48									
13/01/2023	09:00	72									

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N°															
		CARGA		CORRECCION		1		MOLDE N°		2		MOLDE N°		3			
		Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
		0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0			0	0.0
0.64		8	2.0			4	1.0			3	0.8			3	0.8		
1.27		17	4.3			7	1.8			6	1.5			6	1.5		
1.91		26	6.5			11	2.8			9	2.3			9	2.3		
2.54	70.31	35	8.8	11.67		16	4.0	5.33		13	3.3	4.56		13	3.3	4.56	
3.81		49	12.3			23	5.8			19	4.8			19	4.8		
5.08	105.46	70	17.6	17.47		33	8.3	7.97		26	6.5	5.93		26	6.5	5.93	
6.35		110	27.6			48	12.1			32	8.0			32	8.0		
7.62		160	40.2			68	17.1			40	10.1			40	10.1		
8.89		230	57.8			95	23.9			53	13.3			53	13.3		
10.16																	
11.43																	
12.70																	



Alex Palomino Oscoco
 N.º. GEÓLOGO
 CIP. N° 252770
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Fredy Polomino Oscoco
 N.º. GEÓLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivalazo Huacani
 CIP: 128963
 INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURIMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

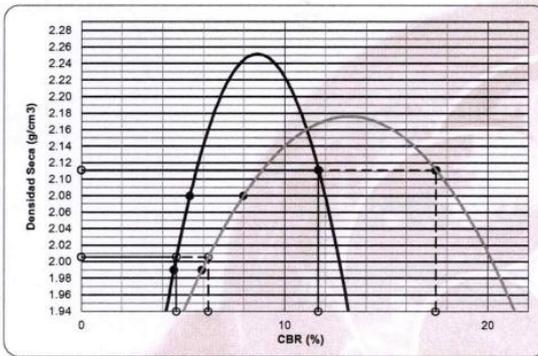
PROFUNDIDAD : 1.50 M

ING.RESPONSABLE : A.P.O.

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	11.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	4.7

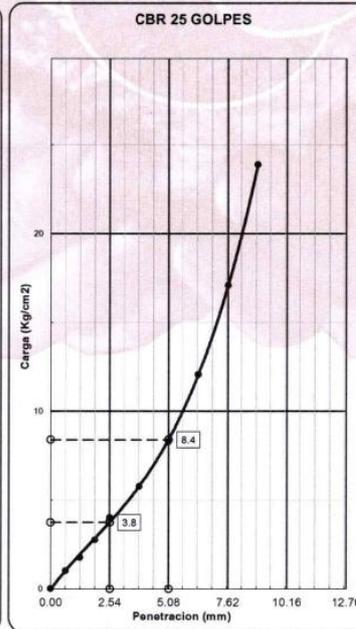
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	17.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	6.2

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.113 g/cm³
Humedad Opt.	5.7 %

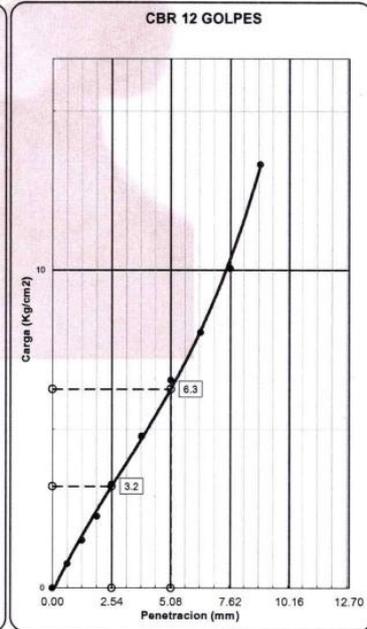
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **11.7**
 C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **17.5**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **5.3**
 C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **8.0**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **4.6**
 C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **5.9**



Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
 ING. GEÓLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivaldo Huaicani
 CIP: 128963
 INGENIERO CIVIL

MATERIAL PROPIO + 3%
DE FIBRA DE CABUYA



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL PROPIO + 3% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

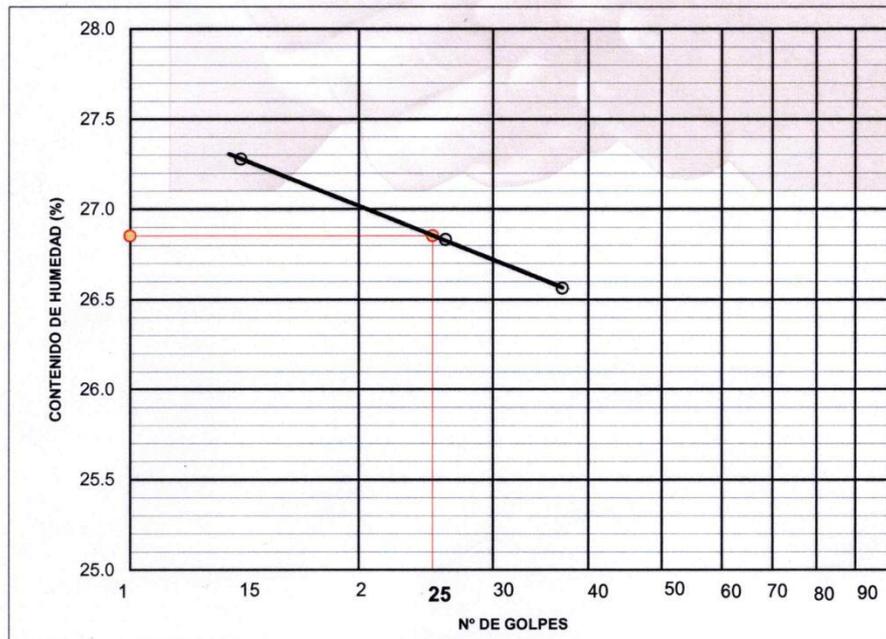
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N	14	26	37		
N° DEL DEPOSITO	1	2	3		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	49.65	38.13	40.41		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	43.60	33.11	34.97		
PESO DEL AGUA (g)	6.05	5.02	5.44		
PESO DEL DEPOSITO (g)	21.42	14.40	14.49		
PESO DEL SUELO SECO (g)	22.18	18.71	20.48		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	27.28	26.83	26.56		

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO	1	2			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	25.67	25.59			
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	24.88	24.82			
PESO DEL AGUA (g)	0.79	0.77			
PESO DEL DEPOSITO (g)	21.39	21.44			
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.49	3.38			
CONTENIDO DE AGUA (W%)	0.79	0.77			
% DE HUMEDAD	22.64	22.78			



L.L. = 26.9 %

L.P. = 22.7 %

I. P. = 4.1 %

OBSERVACIONES:



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Ing. Freddy Palomino Oscco
Especialista en suelos y pavimentos
CIP. N° 104884



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC, 2024

MATERIAL : PROPIO + 3% DE FIBRA DE CABUYA
UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING. RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2468 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO (g)		11591.0	11999.0	12231.0	12026.0
PESO MOLDE (g)		6691	6691	6691	6691
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4900	5308	5540	5335
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.985	2.151	2.245	2.162
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		501.0	497.0	504.0	509.0
PESO SUELO SECO + TARA (g)		492.0	479.0	477.0	472.0
PESO DEL AGUA (g)		9.0	18.0	27.0	37.0
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO (g)		492.0	479.0	477.0	472.0
CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.8	3.8	5.7	7.8
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.950	2.073	2.124	2.005

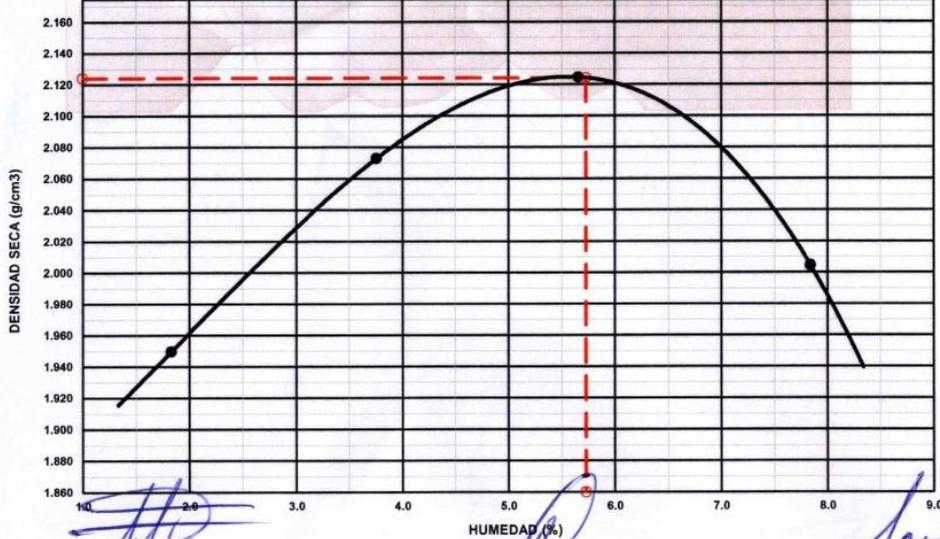
MAXIMA DENSIDAD SECA

2.124 gr/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

5.7 %

CURVA COMPACTACION



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivaldo Huacani
CIP: 12896
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO + 3% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING.RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

Molde N°	1	2	3			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12231	12248.0	11936	11968.0	11520	11685
Peso de molde (g)	6691	6691	6669	6669	6567	6567
Peso del suelo húmedo (g)	5540	5557	5267	5299	4953	5118
Volumen del molde (cm ³)	2468	2468	2377	2377	2334	2334
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.245	2.252	2.216	2.229	2.122	2.193
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	504.00	447.60	504.00	391.00	504.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	477.00	422.60	477.00	368.90	477.00	321.7
Peso del Agua (g)	27.00	25.00	27.00	22.10	27.00	28.70
Tara (g)						
Peso del suelo seco (g)	477.00	422.60	477.00	368.90	477.00	321.70
Humedad (%)	5.66	5.92	5.66	5.99	5.66	8.92
Densidad seca (g/cm ³)	2.124	2.126	2.097	2.103	2.008	2.013

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2024	09:00	0									
11/01/2024	09:00	24									
12/01/2024	09:00	48									
13/01/2024	09:00	72									

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		7	1.8			3	0.8			2	0.5		
1.27		15	3.8			5	1.3			4	1.0		
1.91		23	5.8			10	2.5			6	1.5		
2.54	70.31	30	7.5	13.35		13	3.3	7.14		9	2.3	3.92	
3.81		49	12.3			24	6.0			15	3.8		
5.08	105.46	70	17.6	19.79		39	9.8	10.95		21	5.3	5.39	
6.35		99	24.9			52	13.1			26	6.5		
7.62		130	32.7			66	16.6			31	7.8		
8.89		152	38.2			82	20.6			35	8.8		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Polomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abchardo Ricalaso Huacani
CIP: 128908
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO + 3% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

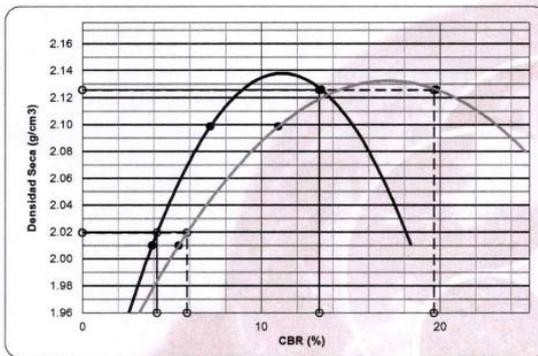
PROFUNDIDAD : 1.50 M

ING.RESPONSABLE : M

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

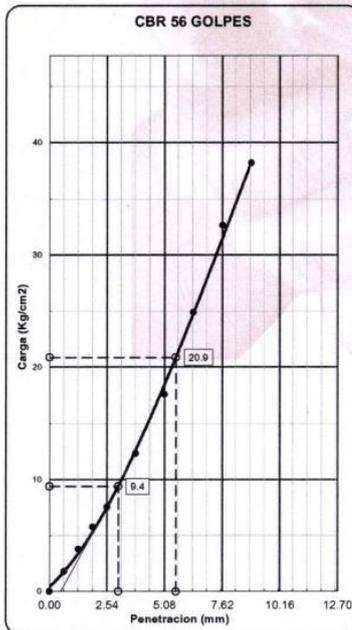


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	13.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	4.2

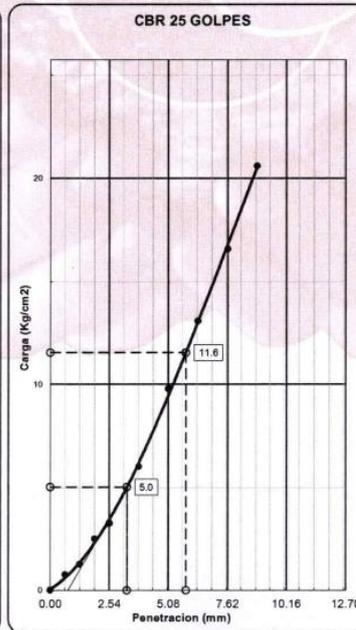
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	19.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	5.9

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.124	g/cm ³
Humedad Opt.	5.7	%

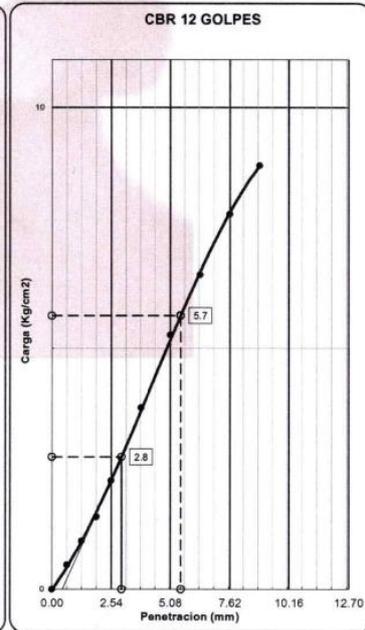
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **13.3**
 C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **19.8**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **7.1**
 C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **11.0**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **3.9**
 C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **5.4**



Alex Palomino Oscoco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



Fredy Polomino Oscoco
 ING. GEÓLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Juvier Abayardo Rivalaso Huaicani
 CIP. 128963
 INGENIERO CIVIL

MATERIAL PROPIO + 6%
DE FIBRA DE CABUYA



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.
Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL PROPIO + 6% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

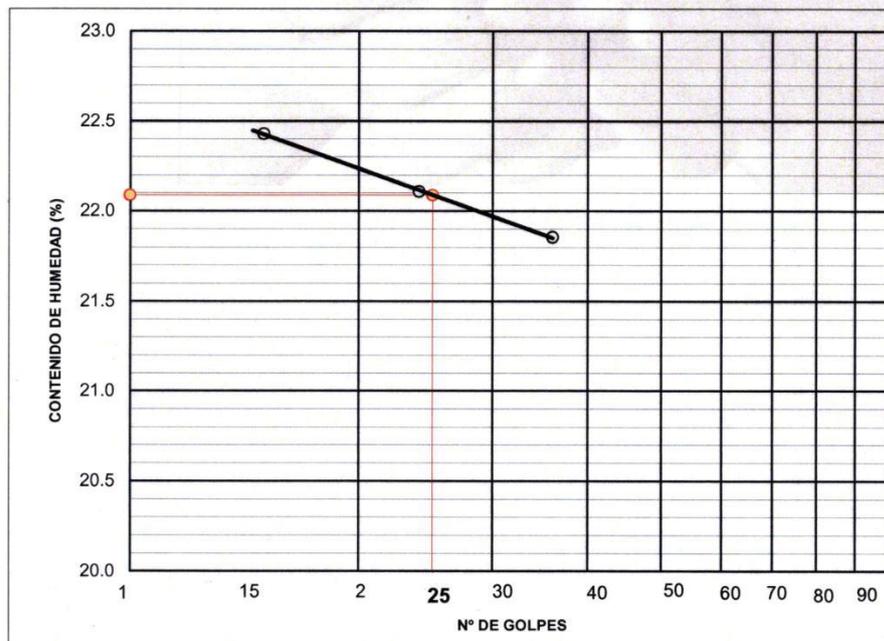
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N		15	24	36		
N° DEL DEPOSITO		1	2	3		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	(g)	40.00	43.29	47.99		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	(g)	35.29	37.92	41.79		
PESO DEL AGUA	(g)	4.71	5.37	6.20		
PESO DEL DEPOSITO	(g)	14.29	13.63	13.42		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	21.00	24.29	28.37		
CONTENIDO DE AGUA (w%)		22.43	22.11	21.85		

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO		1	2			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	(g)	21.72	21.48			
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	(g)	21.02	20.76			
PESO DEL AGUA	(g)	0.70	0.72			
PESO DEL DEPOSITO	(g)	17.10	16.90			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.92	3.86			
CONTENIDO DE AGUA (W%)		0.70	0.72			
% DE HUMEDAD		17.86	18.65			



L.L. = **22.1 %**

L.P. = **18.3 %**

I.P. = **3.8 %**

OBSERVACIONES:



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Ing. Fredy Palomino Oscco
Especialista en suelos y pavimentos
CIP. N° 104834



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO + 6% DE FIBRA DE CABUYA
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220
 FECHA RECEPCION : 10/01/2024
 FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

N° CALICATA : C_01
 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 ING. RESPONSABLE : M
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000					
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :		2468 cm ³	MOLDE N° : 3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO (g)		11685.0	12063.0	12325.0	12120.0
PESO MOLDE (g)		6691	6691	6691	6691
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4994	5372	5634	5429
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.024	2.177	2.283	2.200
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		501.0	497.0	504.0	509.0
PESO SUELO SECO + TARA (g)		492.0	479.0	477.0	472.0
PESO DEL AGUA (g)		9.0	18.0	27.0	37.0
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO (g)		492.0	479.0	477.0	472.0
CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.8	3.8	5.7	7.8
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.987	2.098	2.161	2.040

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.161	gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	5.7 %
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	-------



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
ING. GEÓLOGO
C.P. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivalaso Huaicani
CIP. 128263
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO + 6% DE FIBRA DE CABUYA
UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO
SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220 PROFUNDIDAD : 1.50 M
FECHA RECEPCION : 10/01/2024 ING.RESPONSABLE : M
FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024 ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000						
Molde N°	1	2	3			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12325	12352.0	12014	12036.0	11588	11785
Peso de molde (g)	6691	6691	6669	6669	6567	6567
Peso del suelo húmedo (g)	5634	5661	5345	5367	5021	5218
Volumen del molde (cm³)	2468	2468	2377	2377	2334	2334
Densidad húmeda (g/cm³)	2.283	2.294	2.249	2.258	2.151	2.236
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	504.00	447.60	504.00	391.00	504.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	477.00	422.60	477.00	368.90	477.00	321.7
Peso del Agua (g)	27.00	25.00	27.00	22.10	27.00	28.70
Tara (g)						
Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital						
Peso del suelo seco (g)	477.00	422.60	477.00	368.90	477.00	321.70
Humedad (%)	5.66	5.92	5.66	5.99	5.66	8.92
Densidad seca (g/cm³)	2.161	2.166	2.128	2.130	2.036	2.053

SIN EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2024	09:00	0									
11/01/2024	09:00	24									
12/01/2024	09:00	48									
13/01/2024	09:00	72									

PENETRACION													
PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		3	0.8			3	0.8			4	1.0		
1.27		9	2.3			7	1.8			6	1.5		
1.91		25	6.3			11	2.8			10	2.5		
2.54	70.31	30	7.5	18.90		18	4.5	8.94		11	2.8	4.52	
3.81		62	15.6			30	7.5			18	4.5		
5.08	105.46	99	24.9	29.53		48	12.1	16.78		33	8.3	8.84	
6.35		131	32.9			87	21.9			55	13.8		
7.62		178	44.7			120	30.2			90	22.6		
8.89		217	54.5			172	43.2			135	33.9		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivalta Hualcani
CIP: 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURIMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO + 6% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

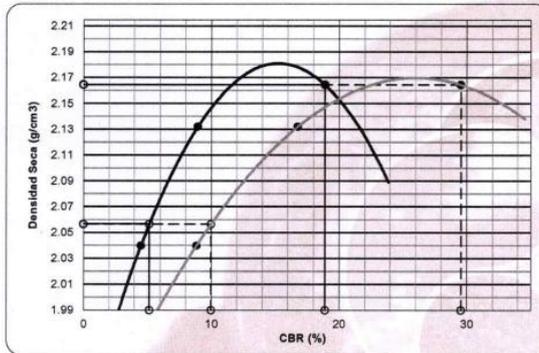
PROFUNDIDAD : 1.50 M

ING.RESPONSABLE : M

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

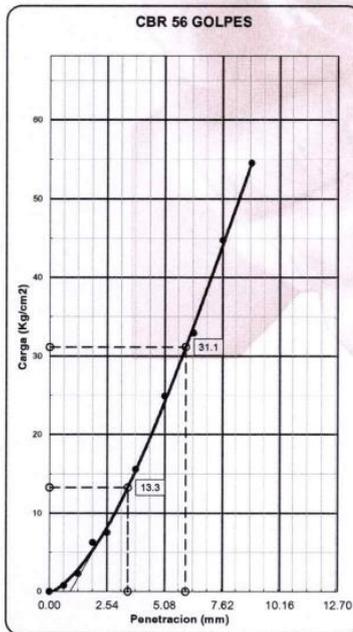


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" :	18.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" :	5.2

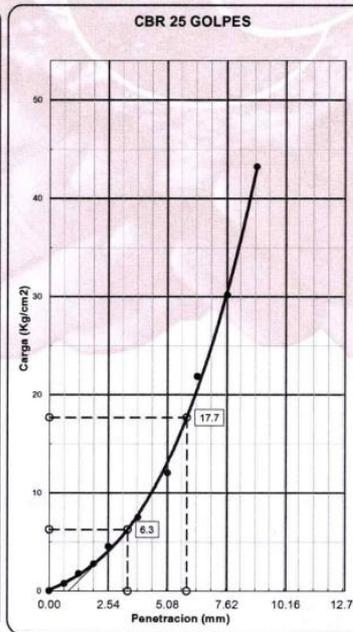
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" :	29.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" :	10.0

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.161	g/cm ³
Humedad Opt.	5.7	%

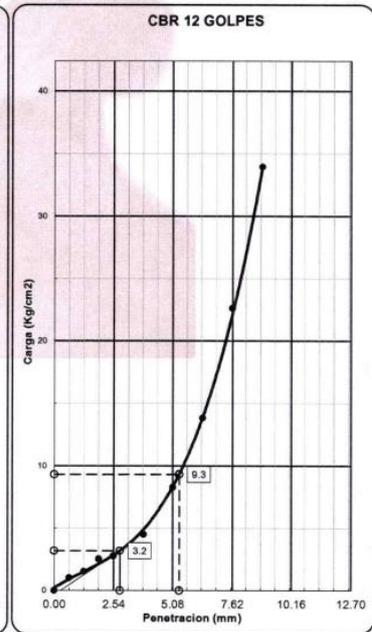
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **18.9**
 C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **29.5**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **8.9**
 C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **16.8**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **4.5**
 C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **8.8**



Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
 ING. GEÓLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivalaso Hualcani
 CIP: 128063
 INGENIERO CIVIL

MATERIAL PROPIO + 9%
DE FIBRA DE CABUYA



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE -
DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURIMAC ,2024

MATERIAL PROPIO + 9% DE FIBRA DE CABUYA
UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_01

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

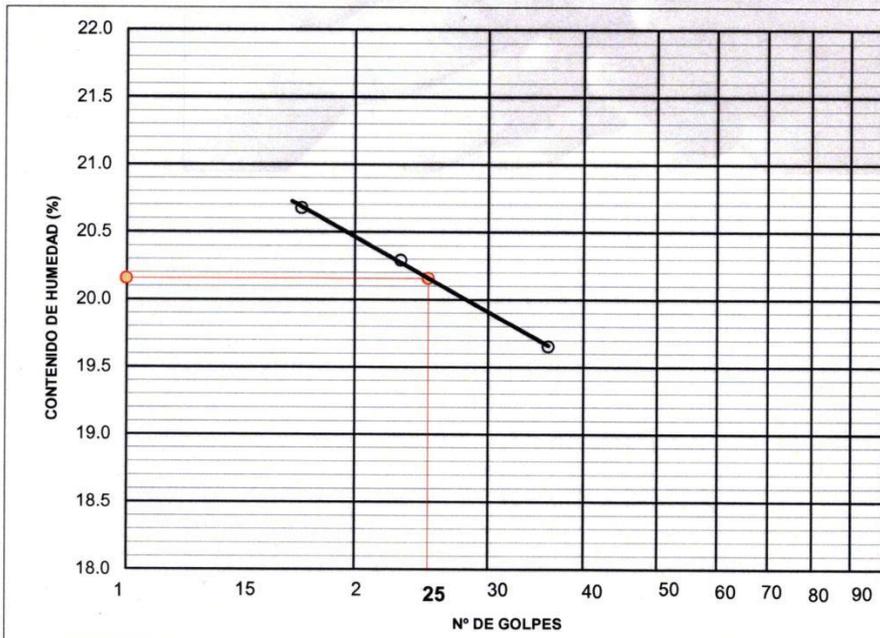
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N	17	23	36		
N° DEL DEPOSITO	1	2	3		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	34.17	33.41	33.52		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	30.80	30.19	30.35		
PESO DEL AGUA (g)	3.37	3.22	3.17		
PESO DEL DEPOSITO (g)	14.50	14.32	14.22		
PESO DEL SUELO SECO (g)	16.30	15.87	16.13		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	20.67	20.29	19.65		

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO	1	2			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	24.68	26.21			
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	24.11	25.65			
PESO DEL AGUA (g)	0.57	0.56			
PESO DEL DEPOSITO (g)	20.66	22.20			
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.45	3.45			
CONTENIDO DE AGUA (W%)	0.57	0.56			
% DE HUMEDAD	16.52	16.23			



L.L. = **20.2 %**

L.P. = **16.4 %**

I.P. = **3.8 %**

OBSERVACIONES:



Alex Palomino Oscco
C.I.P. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Ing. Fredy Palomino Oscco
Especialista en suelos y pavimentos
C.N. N° 104834



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



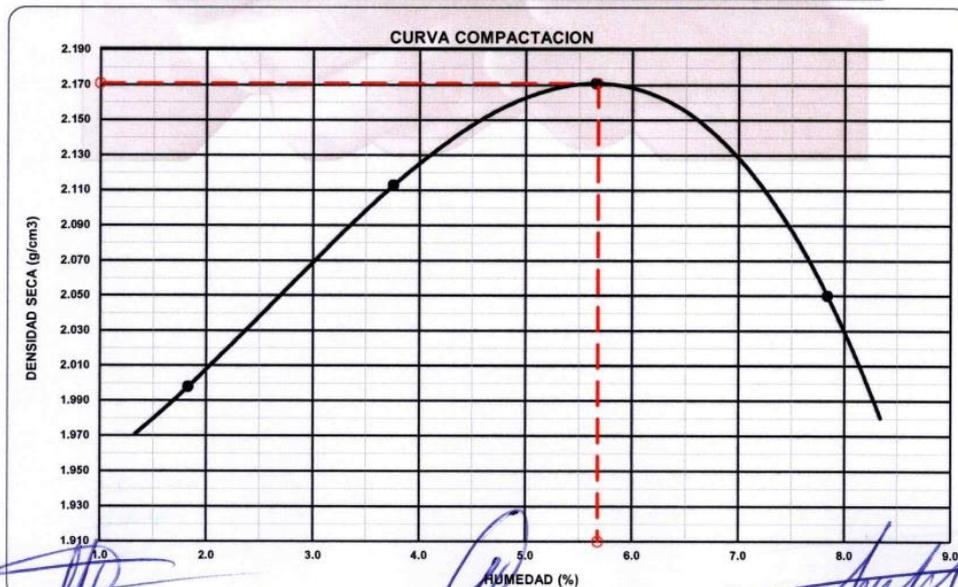
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO + 9% DE FIBRA DE CABUYA
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220
 N° CALICATA : C_01
 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 ING. RESPONSABLE : M
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000						
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :		2468 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION						
N° ENSAYO		1	2	3	4	
PESO MOLDE + SUELO (g)		11712.0	12101.0	12352.0	12147.0	
PESO MOLDE (g)		6691	6691	6691	6691	
PESO SUELO COMPACTADO (g)		5021	5410	5661	5456	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.034	2.192	2.294	2.211	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°		0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		501.0	497.0	504.0	509.0	
PESO SUELO SECO + TARA (g)		492.0	479.0	477.0	472.0	
PESO DEL AGUA (g)		9.0	18.0	27.0	37.0	
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DEL SUELO SECO (g)		492.0	479.0	477.0	472.0	
CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.8	3.8	5.7	7.8	
DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.998	2.113	2.171	2.050	

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.171 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	5.7 %
----------------------	--------------------------	-----------------------------	-------



Alex Palomino Oscco CIP. N° 252770 INGENIERO CIVIL
 Fredy Palomino Oscco ING. GEÓLOGO CIP. 104884 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS
 Javier Abiarado Bernaldo Huacani CIP. 128963 INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO + 9% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING.RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12352	12396.0	12055	12085.0	11624	11804
Peso de molde (g)	6691	6691	6669	6669	6567	6567
Peso del suelo húmedo (g)	5661	5705	5386	5416	5057	5237
Volumen del molde (cm ³)	2468	2468	2377	2377	2334	2334
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.294	2.312	2.266	2.279	2.167	2.244
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	504.00	447.60	504.00	391.00	504.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	477.00	422.60	477.00	368.90	477.00	321.7
Peso del Agua (g)	27.00	25.00	27.00	22.10	27.00	28.70
Tara (g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital					
Peso del suelo seco (g)	477.00	422.60	477.00	368.90	477.00	321.70
Humedad (%)	5.66	5.92	5.66	5.99	5.66	8.92
Densidad seca (g/cm ³)	2.171	2.182	2.144	2.150	2.051	2.060

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2024	09:00	0									
11/01/2024	09:00	24									
12/01/2024	09:00	48									
13/01/2024	09:00	72									

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		5	1.3			7	1.8			3	0.8		
1.27		15	3.8			15	3.8			5	1.3		
1.91		29	7.3			23	5.8			10	2.5		
2.54	70.31	49	12.3	28.08		30	7.5	13.35		13	3.3	7.14	
3.81		90	22.6			49	12.3			24	6.0		
5.08	105.46	140	35.2	39.84		70	17.6	19.79		39	9.8	10.95	
6.35		175	44.0			99	24.9			52	13.1		
7.62		210	52.8			130	32.7			66	16.6		
8.89		230	57.8			152	38.2			82	20.6		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Polomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Juan Abelardo Rivas Hualcami
CIP: 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURIMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO + 9% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+220

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

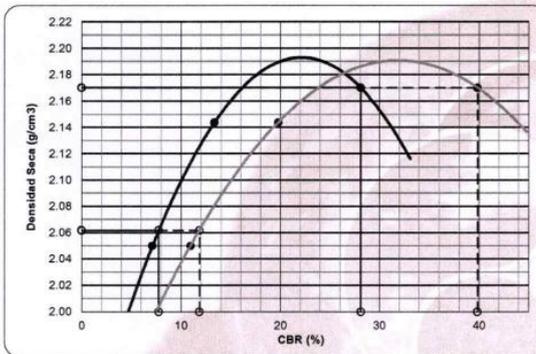
PROFUNDIDAD : 1.50 M

ING.RESPONSABLE : M

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

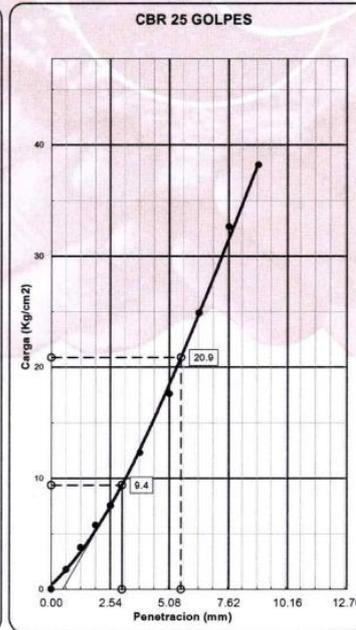


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	28.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	7.8
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	39.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	11.8

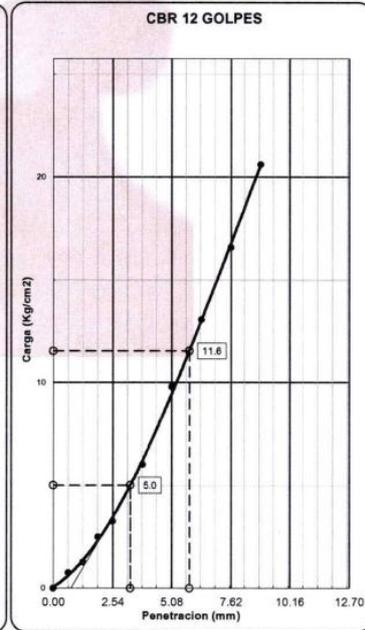
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **28.1**
 C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **39.8**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **13.3**
 C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **19.8**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **7.1**
 C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **11.0**



Alex Palomino Oscoco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscoco
 ING. GEÓLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivalazo Huaicani
 CIP: 128963
 INGENIERO CIVIL

AV. LA PAZ CALICATA

02 KM 0+500

MATERIAL PROPIO + 0%

DE FIBRA DE CABUYA



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

FECHA RECEPCION : 2024-01-10

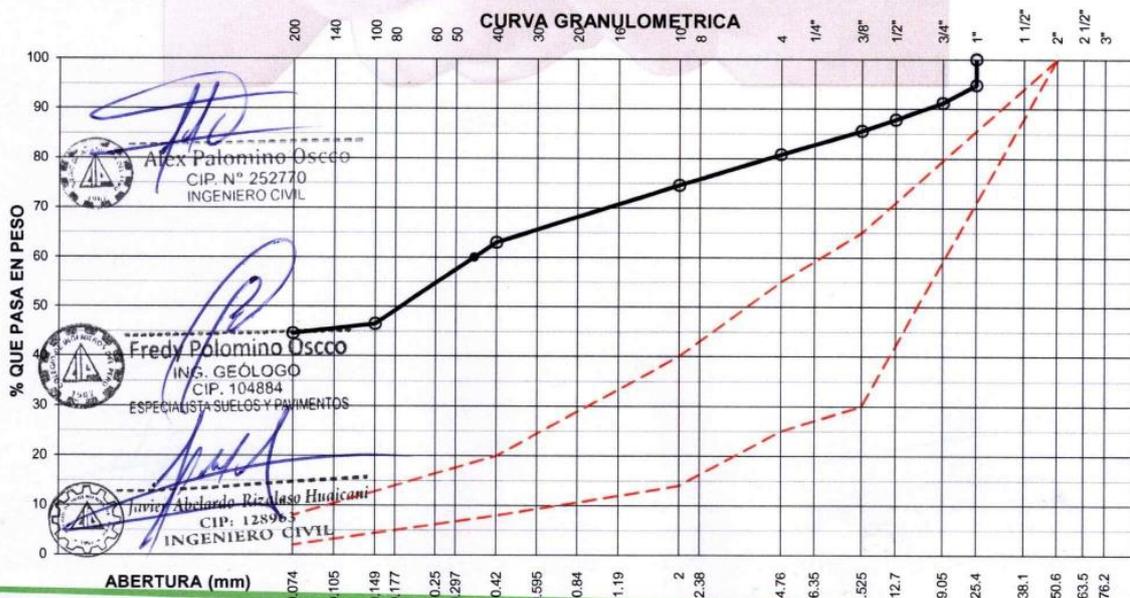
FECHA DE ENSAYO : 2024-01-10

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C33 PARA AGREGADO GRUESO

TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Ø		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)		MIN. (%)	MAX. (%)	
Pulg.	mm							
3"	76.20							PESO INICIAL : 4377 g
2 1/2"	63.50							PORCION FINOS : 500 g
2"	50.80					100.0	100.0	% DE HUMEDAD : 14.1
1 1/2"	38.10							TAMAÑO MAXIMO :
1"	25.40	227.0	5.2	5.2	94.8			% DE GRAVA : 19.2
3/4"	19.05	160.0	3.7	8.8	91.2			% DE ARENA : 80.8
1/2"	12.70	148.0	3.4	12.2	87.8			% PASANTE Nº 200 : 44.6
3/8"	9.53	99.0	2.3	14.5	85.5	30.0	65.0	L. L. : -
1/4"	6.35							L. P. : 0 %
Nº 4	4.75	208.0	4.8	19.2	80.8	25.0	55.0	I. P. : NP
Nº 8	2.36							M.F. : 1.09
Nº 10	2.00	38.0	6.1	25.4	74.6	14.0	40.0	CLASIFIC. SUCS : SM
Nº 16	1.19							CLASIF. AASHTO : A-4 (2)
Nº 20	0.85							D ₁₀ C _u
Nº 30	0.60							D ₃₀ C _c
Nº 40	0.42	72.0	11.6	37.0	63.0	8.0	20.0	
Nº 50	0.30							OBSERVACIONES:
Nº 60	0.25							
Nº 80	0.18							
Nº 100	0.15	102.0	16.5	53.5	46.5			
Nº 140	0.11							
Nº 200	0.074	12.0	1.9	55.4	44.6	2.0	8.0	
BANDEJA		276.0	44.6	100.0				





LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE –
 DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC, 2024

MATERIAL PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_02

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

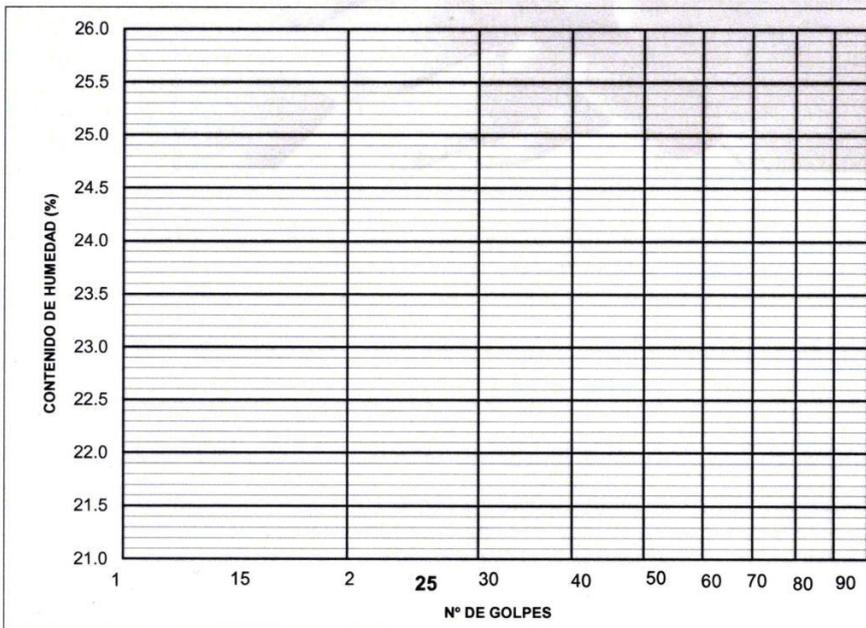
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N	1	2	3		
N° DEL DEPOSITO					
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)	NP	NP	NP		
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (w%)					

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO	1	2			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)	NP	NP			
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (W%)					
% DE HUMEDAD					



LL. = -
 LP. = 0 %
 I.P. = NP

OBSERVACIONES:



Ing. Fredy Palomino Oscco
 Especialista en Juntas y pavimentos
 CIP. N° 1134534

NP



Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500
 FECHA RECEPCION : 10/01/2024
 FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

N° CALICATA : C_02
 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 ING. RESPONSABLE : M
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000						
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :		2328 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION						
N° ENSAYO		1	2	3	4	
PESO MOLDE + SUELO	(g)	11285.0	11699.0	11925.0	11720.0	
PESO MOLDE	(g)	6730	6730	6730	6730	
PESO SUELO COMPACTADO	(g)	4555	4969	5195	4990	
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm ³)	1.957	2.134	2.232	2.143	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°		0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(g)	745.0	741.0	748.0	753.0	
PESO SUELO SECO + TARA	(g)	722.0	705.0	698.0	690.0	
PESO DEL AGUA	(g)	23.0	36.0	50.0	63.0	
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	722.0	705.0	698.0	690.0	
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	3.2	5.1	7.2	9.1	
DENSIDAD SECA	(gr/cm ³)	1.896	2.031	2.082	1.964	

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.082 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.2 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	--------------



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Junior Abelardo Rivaltao Huaicani
CIP. 128906
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE –
DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_02

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING. RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108-2000

N° RECIPIENTE		1	2		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(g)	587.00	587.00		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	(g)	527.00	527.00		
PESO DEL AGUA	(g)	60.00	60.00		
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	100.0	100.0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	427.00	427.00		
HUMEDAD	(%)	14.05	14.05		
PROMEDIO	(%)	14.1			

OBSERVACIONES :



Atex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Polmarino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Juvencio Abelardo Rivalaso Huacani
CIP. 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)
UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500 PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING.RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVER Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	11925	11927.0	11652	11641.0	11201	11314
Peso de molde (g)	6730	6730	6669	6669	6567	6567
Peso del suelo húmedo (g)	5195	5197	4983	4972	4634	4747
Volumen del molde (cm ³)	2328	2328	2377	2377	2334	2334
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.232	2.232	2.096	2.092	1.985	2.034
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	748.00	447.60	748.00	391.00	748.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	698.00	422.60	698.00	368.90	698.00	321.7
Peso del Agua (g)	50.00	25.00	50.00	22.10	50.00	28.70
Tara (g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital					
Peso del suelo seco (g)	698.00	422.60	698.00	368.90	698.00	321.70
Humedad (%)	7.16	5.92	7.16	5.99	7.16	8.92
Densidad seca (g/cm ³)	2.082	2.108	1.956	1.973	1.853	1.867

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2024	09:00	0									
11/01/2024	09:00	24									
12/01/2024	09:00	48									
13/01/2024	09:00	72									

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		1	0.3			3	0.8			3	0.8		
1.27		3	0.8			7	1.8			6	1.5		
1.91		8	2.0			10	2.5			8	2.0		
2.54	70.31	16	4.0	14.02		12	3.0	4.99		10	2.5	3.51	
3.81		36	9.0			20	5.0			14	3.5		
5.08	105.46	55	13.8	23.92		33	8.3	7.54		20	5.0	4.94	
6.35		99	24.9			43	10.8			30	7.5		
7.62		133	33.4			58	14.6			43	10.8		
8.89		163	41.0			82	20.6			60	15.1		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivalaza Huanca
CIP: 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

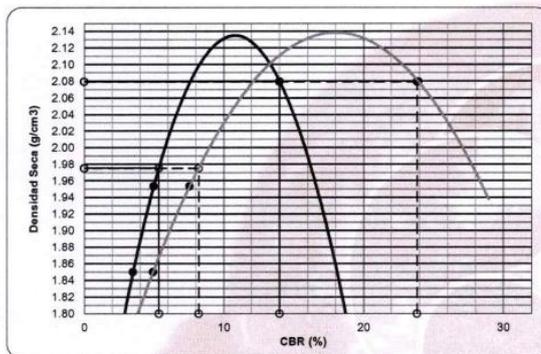
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO(Proporcionado por el interesado)
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500
 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 ING.RESPONSABLE : M
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

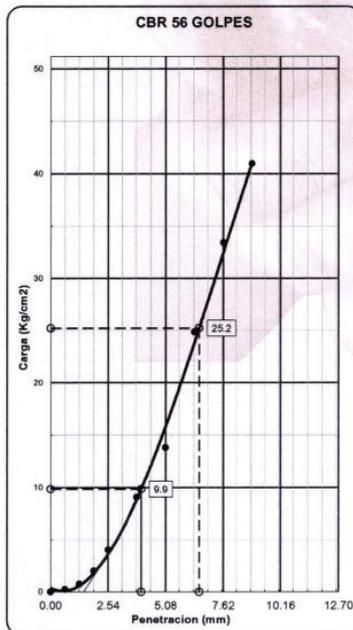


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" :	14.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" :	5.4

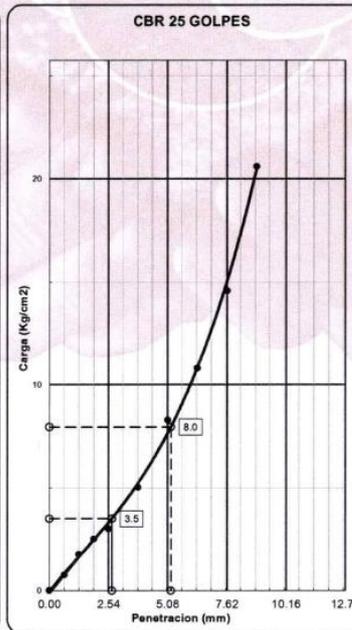
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" :	23.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" :	8.2

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.082 g/cm ³
Humedad Opt.	7.2 %

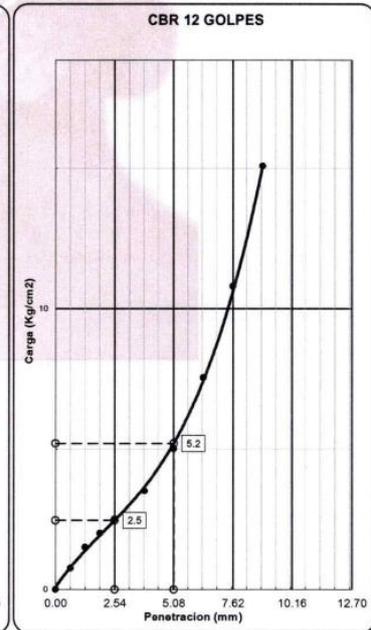
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 14.0
 C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : 23.9



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 5.0
 C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : 7.5



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 3.5
 C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : 4.9



Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



Fredy Polomino Oscco
 ING. GEÓLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivalazo Huaicani
 CIP: 128963
 INGENIERO CIVIL

MATERIAL PROPIO + 3%
DE FIBRA DE CABUYA



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL PROPIO+ 3% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_02

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

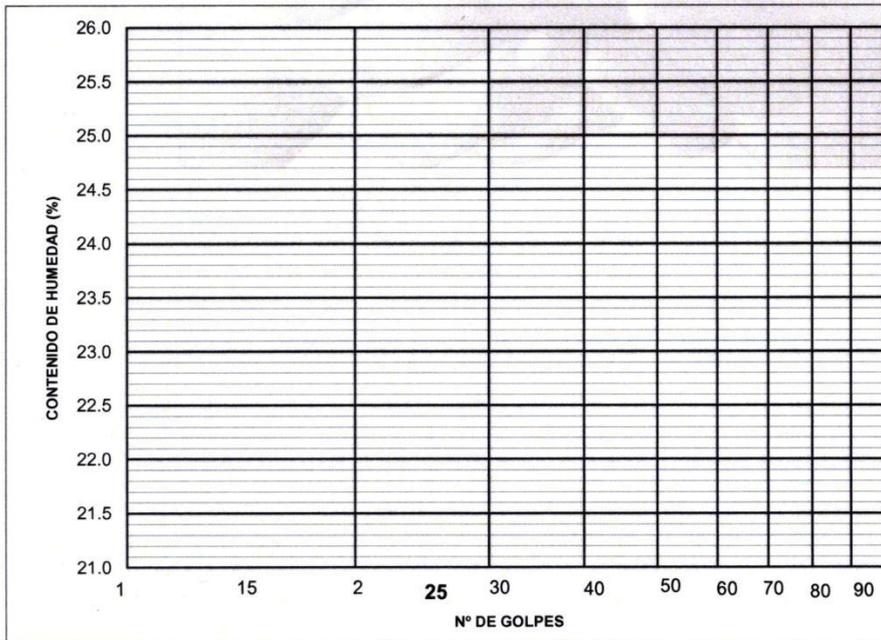
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N	1	2	3		
N° DEL DEPOSITO					
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)	NP	NP	NP		
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (w%)					

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO	1	2			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)	NP	NP			
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (W%)					
% DE HUMEDAD					



L.L. = -
L.P. = 0 %
I. P. = NP

OBSERVACIONES:



Ing. Freddy Palomino Oscco
Especialista en: jetsos y pavimentos
CIP. N° 184634

NP



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
(INGENIERO CIVIL)



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

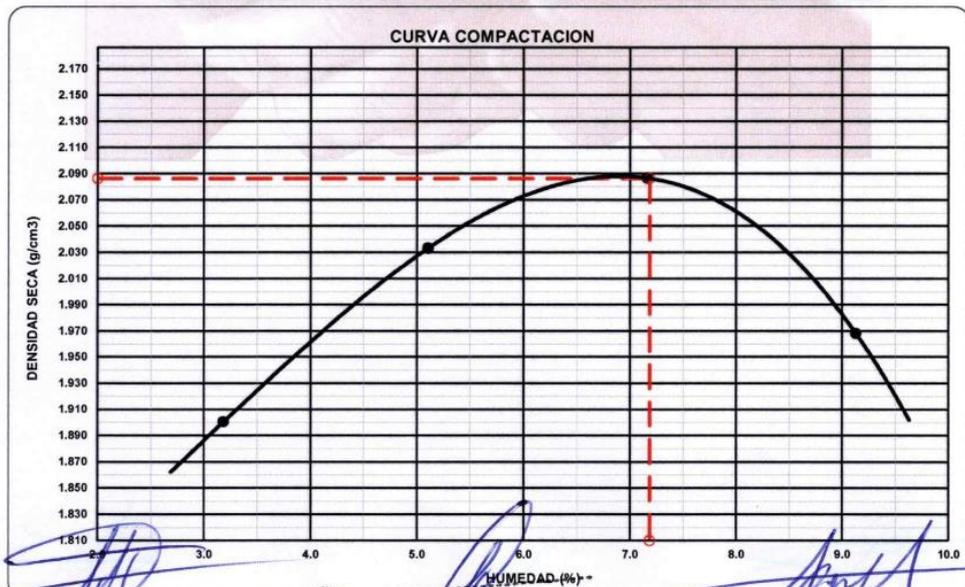
TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 3% DE FIBRA DE CABUYA
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500
 FECHA RECEPCION : 10/01/2024
 FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

N° CALICATA : C_02
 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 ING. RESPONSABLE : M
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000					
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2328 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO (g)		11295.0	11705.0	11935.0	11730.0
PESO MOLDE (g)		6730	6730	6730	6730
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4565	4975	5205	5000
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.961	2.137	2.236	2.148
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		745.0	741.0	748.0	753.0
PESO SUELO SECO + TARA (g)		722.0	705.0	698.0	690.0
PESO DEL AGUA (g)		23.0	36.0	50.0	63.0
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO (g)		722.0	705.0	698.0	690.0
CONTENIDO HUMEDAD (%)		3.2	5.1	7.2	9.1
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.900	2.033	2.086	1.968

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.086 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.2 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	--------------



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL

Fredy Palomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Javier Abchardo Rivalosa Huacani
CIP: 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 3% DE FIBRA DE CABUYA
UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500 PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024 ING.RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024 ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	11935	11915.0	11655	11635.0	11222	11319
Peso de molde (g)	6730	6730	6669	6669	6567	6567
Peso del suelo húmedo (g)	5205	5185	4986	4966	4655	4752
Volumen del molde (cm ³)	2328	2328	2377	2377	2334	2334
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.236	2.227	2.098	2.089	1.994	2.036
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	748.00	447.60	748.00	391.00	748.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	698.00	422.60	698.00	368.90	698.00	321.7
Peso del Agua (g)	50.00	25.00	50.00	22.10	50.00	28.70
Tara (g)	Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital					
Peso del suelo seco (g)	698.00	422.60	698.00	368.90	698.00	321.70
Humedad (%)	7.16	5.92	7.16	5.99	7.16	8.92
Densidad seca (g/cm ³)	2.086	2.103	1.957	1.971	1.861	1.869

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2024	09:00	0									
11/01/2024	09:00	24									
12/01/2024	09:00	48									
13/01/2024	09:00	72									

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		4	1.0			4	1.0			4	1.0		
1.27		12	3.0			9	2.3			11	2.8		
1.91		19	4.8			19	4.8			17	4.3		
2.54	70.31	31	7.8	24.94		29	7.3	16.10		23	5.8	8.65	
3.81		78	19.6			48	12.1			36	9.0		
5.08	105.46	114	28.6	39.44		81	20.4	23.55		49	12.3	11.57	
6.35		173	43.5			109	27.4			59	14.8		
7.62		217	54.5			126	31.7			72	18.1		
8.89		263	66.1			146	36.7			86	21.6		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscoco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Ostco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Alvarado Ríos
CIP: 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURIMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 3% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

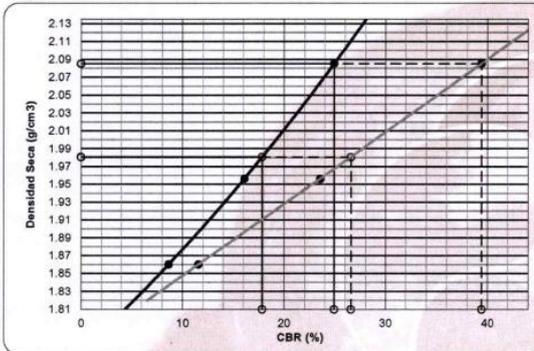
PROFUNDIDAD : 1.50 M

ING.RESPONSABLE : M

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

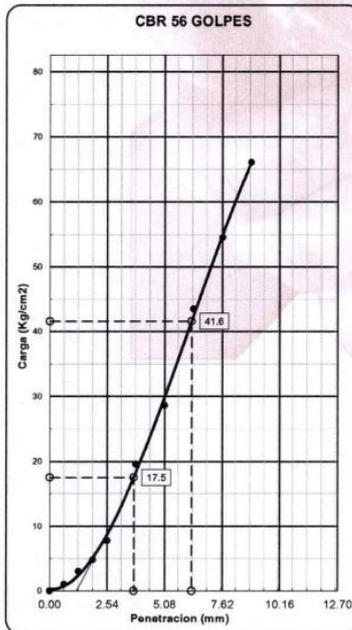


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	24.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	17.9

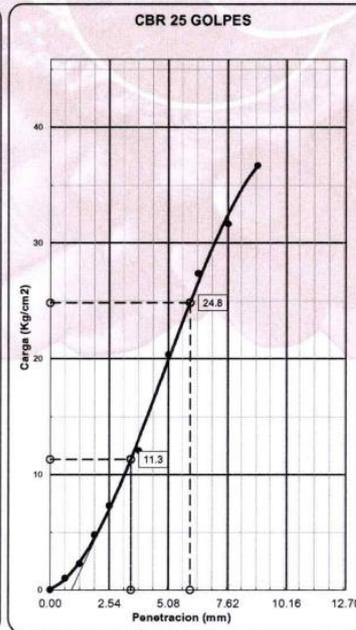
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	39.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	26.6

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.086 g/cm³
Humedad Opt.	7.2 %

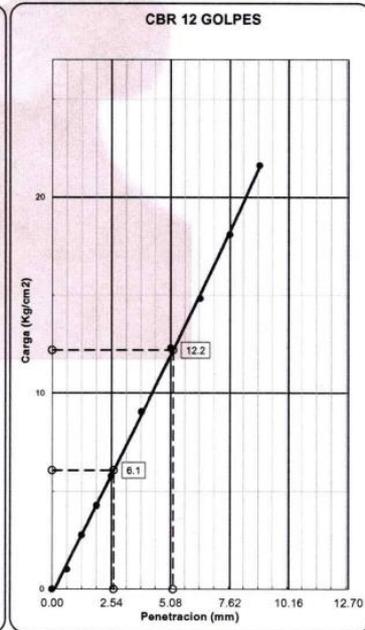
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 24.9
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : 39.4



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 16.1
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : 23.5



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 8.6
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : 11.6

Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL

Fredy Polomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

Javier Abelardo Rizalaso Hwaicani
CIP: 128963
INGENIERO CIVIL

MATERIAL PROPIO + 6%
DE FIBRA DE CABUYA



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL PROPIO+ 6% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_02

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

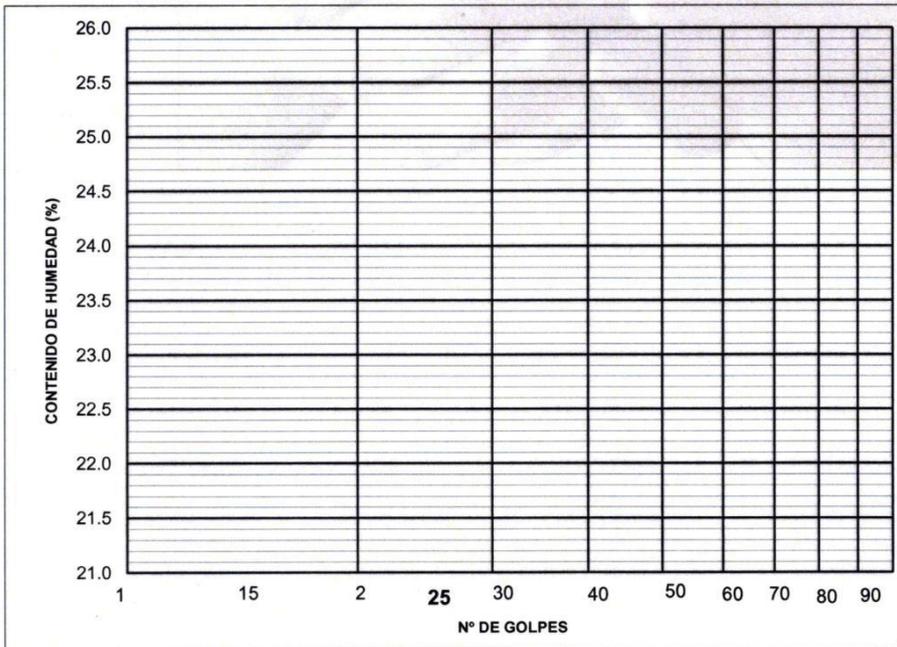
FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000					
NUMERO DE GOLPES, N	1	2	3		
N° DEL DEPOSITO					
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)	NP	NP	NP		
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (w%)					

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000					
N° DEL DEPOSITO	1	2			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DEL DEPOSITO (g)	NP	NP			
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (W%)					
% DE HUMEDAD					



LL. =	-
L.P. =	0 %
I.P. =	NP

OBSERVACIONES:

[Signature]
 Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL

NP

[Signature]
 Ing. Freddy Palomino Oscco
 Especialista en suelos y pavimentos
 CIP. N° 104534



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

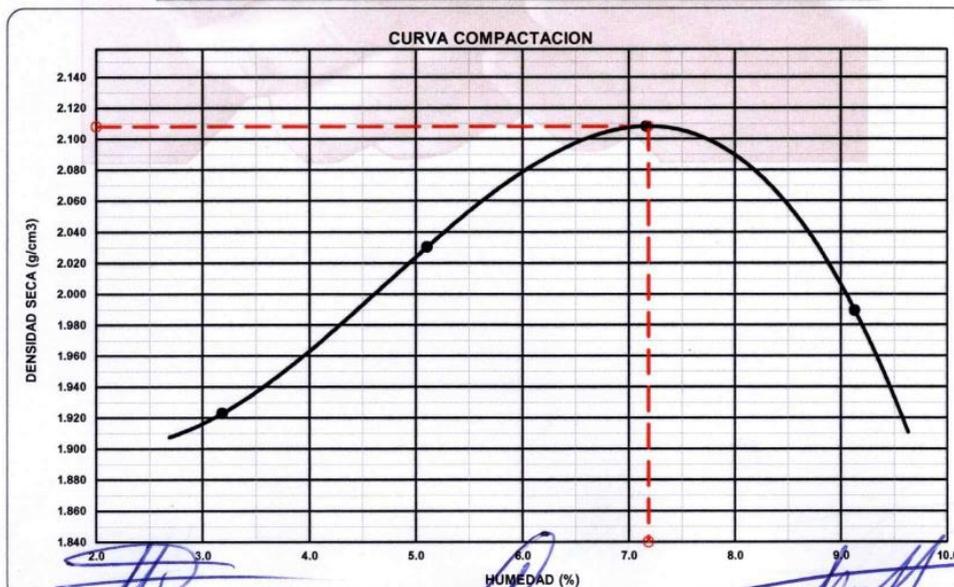
TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 6% DE FIBRA DE CABUYA
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500
 FECHA RECEPCION : 10/01/2024
 FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

N° CALICATA : C_02
 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 ING. RESPONSABLE : M
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000					
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2328 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO (g)		11349.0	11698.0	11989.0	11784.0
PESO MOLDE (g)		6730	6730	6730	6730
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4619	4968	5259	5054
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.984	2.134	2.259	2.171
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		745.0	741.0	748.0	753.0
PESO SUELO SECO + TARA (g)		722.0	705.0	698.0	690.0
PESO DEL AGUA (g)		23.0	36.0	50.0	63.0
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO (g)		722.0	705.0	698.0	690.0
CONTENIDO HUMEDAD (%)		3.2	5.1	7.2	9.1
DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.923	2.030	2.108	1.989

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.108** gr/cm³ **OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** **7.2** %



Alex Palomino Oscoco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscoco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Juan Abclardo Ricalaso Huacani
CIP. 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 6% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING.RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVER Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	11989	11946.0	11739	11695.0	11291	11391
Peso de molde (g)	6730	6730	6669	6669	6567	6567
Peso del suelo húmedo (g)	5259	5216	5070	5026	4724	4824
Volumen del molde (cm ³)	2328	2328	2377	2377	2334	2334
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.259	2.241	2.133	2.114	2.024	2.067
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	748.00	447.60	748.00	391.00	748.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	698.00	422.60	698.00	368.90	698.00	321.7
Peso del Agua (g)	50.00	25.00	50.00	22.10	50.00	28.70
Tara (g)						
Peso del suelo seco (g)	698.00	422.60	698.00	368.90	698.00	321.70
Humedad (%)	7.16	5.92	7.16	5.99	7.16	8.92
Densidad seca (g/cm ³)	2.108	2.115	1.990	1.995	1.889	1.898

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2024	09:00	0									
11/01/2024	09:00	24									
12/01/2024	09:00	48									
13/01/2024	09:00	72									

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N°		1		MOLDE N°		2		MOLDE N°		3	
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		8	2.0			4	1.0			6	1.5		
1.27		18	4.5			8	2.0			11	2.8		
1.91		35	8.8			18	4.5			21	5.3		
2.54	70.31	55	13.8	34.89		33	8.3	21.75		34	8.5	18.65	
3.81		105	26.4			60	15.1			57	14.3		
5.08	105.46	180	45.2	56.98		104	26.1	35.04		98	24.6	27.95	
6.35		250	62.8			152	38.2			128	32.2		
7.62		342	85.9			198	49.8			156	39.2		
8.89		425	106.8			241	60.6			186	46.7		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Abelardo Rivalaso Huacani
CIP: 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 6% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

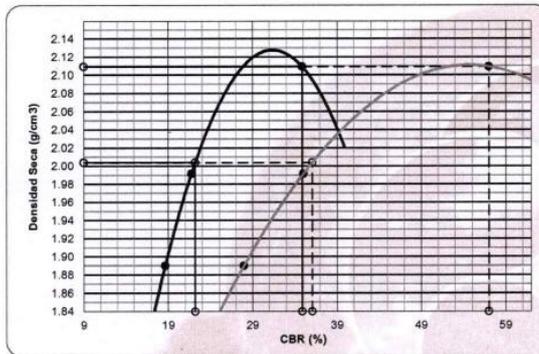
ING.RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

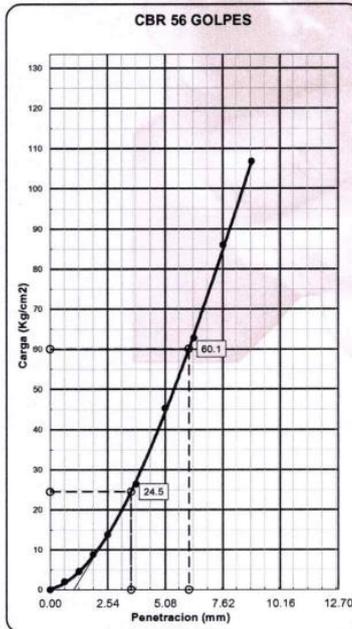
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000



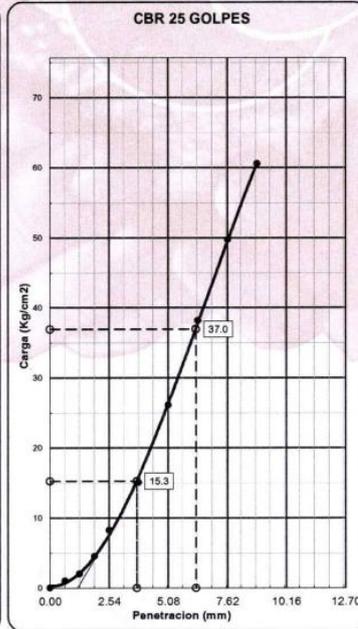
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1"	34.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1"	22.2
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2"	57.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2"	36.1

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.108	g/cm³
Humedad Opt.	7.2	%

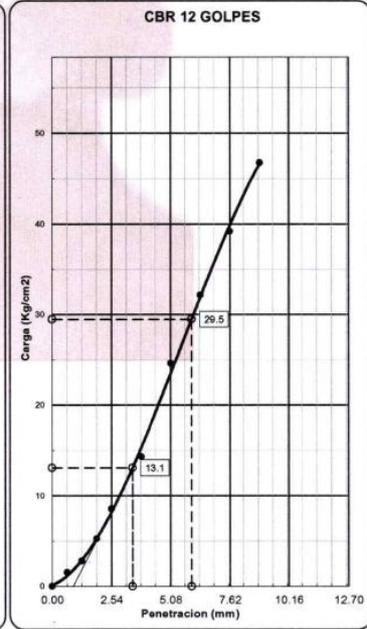
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **34.9**
 C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **57.0**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **21.7**
 C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **35.0**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **18.7**
 C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **28.0**



Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



Fredy Polomino Oscco
 ING. GEÓLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Junior Abelardo Rivalta Huacani
 CIP-138983
 INGENIERO CIVIL

MATERIAL PROPIO + 9%
DE FIBRA DE CABUYA



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL PROPIO+ 9% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO

N° CALICATA : C_02

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

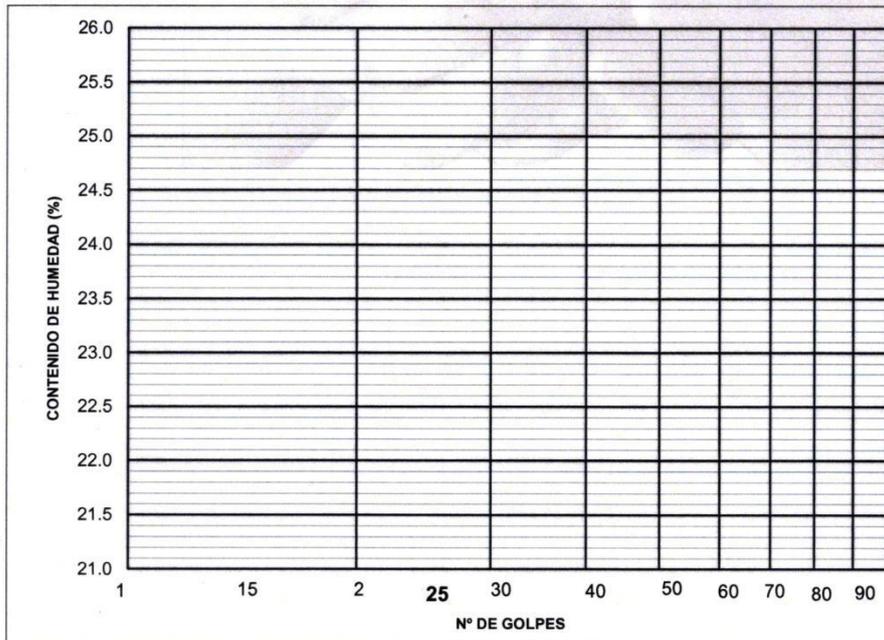
ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000					
NUMERO DE GOLPES, N	1	2	3		
N° DEL DEPOSITO					
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)	NP	NP	NP		
PESO DEL DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (w%)					

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000					
N° DEL DEPOSITO	1	2			
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)					
PESO DEL AGUA (g)	NP	NP			
PESO DEL DEPOSITO (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (W%)					
% DE HUMEDAD					



L.L. =	-
L.P. =	0 %
I. P. =	NP

OBSERVACIONES:

Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL

NP

Ing. Fredy Palomino Oscco
Especialista en suelos y pavimentos
CIP. N° 104134



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



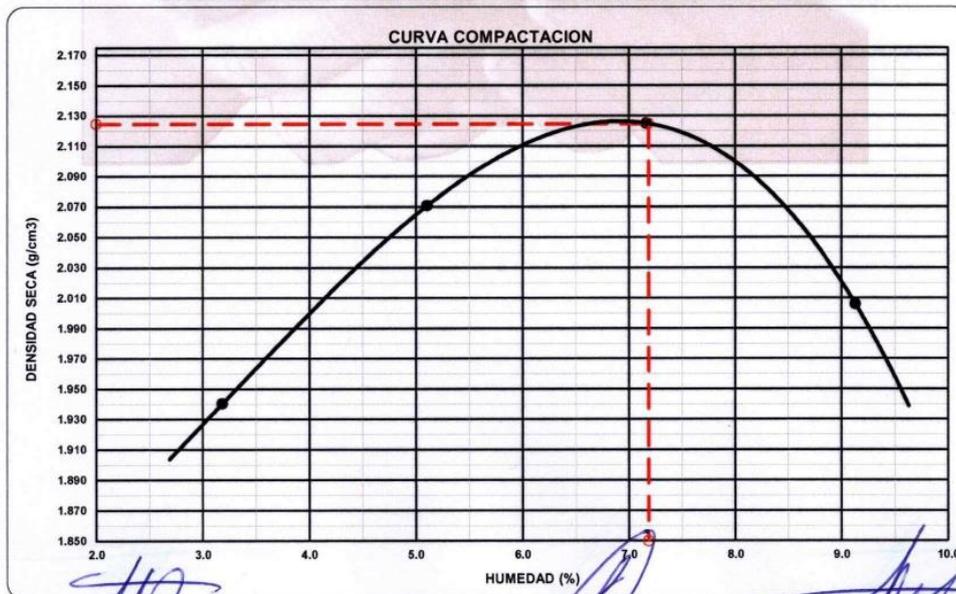
TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO – APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 9% DE FIBRA DE CABUYA
 UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE – DISTRITO DE ANCO HUALLO
 SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500
 FECHA RECEPCION : 10/01/2024
 FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

N° CALICATA : C_02
 PROFUNDIDAD : 1.50 M
 ING. RESPONSABLE : M
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000					
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :		2328 cm ³	MOLDE N° : 3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO (g)		11391.0	11797.0	12031.0	11826.0
PESO MOLDE (g)		6730	6730	6730	6730
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4661	5067	5301	5096
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.002	2.177	2.277	2.189
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		745.0	741.0	748.0	753.0
PESO SUELO SECO + TARA (g)		722.0	705.0	698.0	690.0
PESO DEL AGUA (g)		23.0	36.0	50.0	63.0
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO (g)		722.0	705.0	698.0	690.0
CONTENIDO HUMEDAD (%)		3.2	5.1	7.2	9.1
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.940	2.071	2.125	2.006

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.125 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.2 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	--------------



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
ING. EN MECANICA DE SUELOS



Fredy Palomino Oscco
ING. GEOLOGO
CIP. 104884
ESPECIALIZADO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Abelardo Rivalero Huacani
CIP: 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 9% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

PROFUNDIDAD : 1.50 M

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

ING.RESPONSABLE : M

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

Molde N°	1	2	3			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12031	12000.0	11812	11766.0	11415	11514
Peso de molde (g)	6730	6730	6669	6669	6567	6567
Peso del suelo húmedo (g)	5301	5270	5143	5097	4848	4947
Volumen del molde (cm³)	2328	2328	2377	2377	2334	2334
Densidad húmeda (g/cm³)	2.277	2.264	2.164	2.144	2.077	2.120
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	748.00	447.60	748.00	391.00	748.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	698.00	422.60	698.00	368.90	698.00	321.7
Peso del Agua (g)	50.00	25.00	50.00	22.10	50.00	28.70
Tara (g)						
				Peso recipiente = 0.00 g. Programado en balanza digital		
Peso del suelo seco (g)	698.00	422.60	698.00	368.90	698.00	321.70
Humedad (%)	7.16	5.92	7.16	5.99	7.16	8.92
Densidad seca (g/cm³)	2.125	2.137	2.019	2.023	1.938	1.946

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2024	09:00	0									
11/01/2024	09:00	24									
12/01/2024	09:00	48									
13/01/2024	09:00	72									

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		5	1.3			3	0.8			1	0.3		
1.27		7	1.8			6	1.5			4	1.0		
1.91		18	4.5			13	3.3			7	1.8		
2.54	70.31	45	11.3	40.84		25	6.3	20.45		12	3.0	8.68	
3.81		99	24.9			57	14.3			28	7.0		
5.08	105.46	175	44.0	78.15		95	23.9	36.77		44	11.1	14.99	
6.35		296	74.4			152	38.2			65	16.3		
7.62		446	112.1			213	53.5			91	22.9		
8.89		610	153.3			287	72.1			121	30.4		
10.16		777	195.3			358	90.0			152	38.2		
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscoco
CIP. N° 252770



Fredy Palomino Oscoco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Noelardo Ricalaso Hualacani
CIP. 128963
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



TESIS : INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC ,2024

MATERIAL : PROPIO+ 9% DE FIBRA DE CABUYA

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO

SECTOR : AV. LA PAZ KM 0+500

FECHA RECEPCION : 10/01/2024

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2024

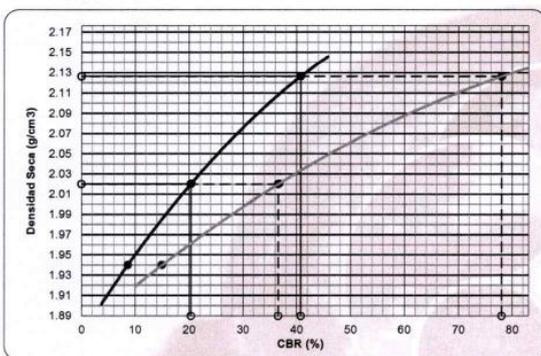
PROFUNDIDAD : 1.50 M

ING.RESPONSABLE : M

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.MENESES SILVERA EMERSON JUNIO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

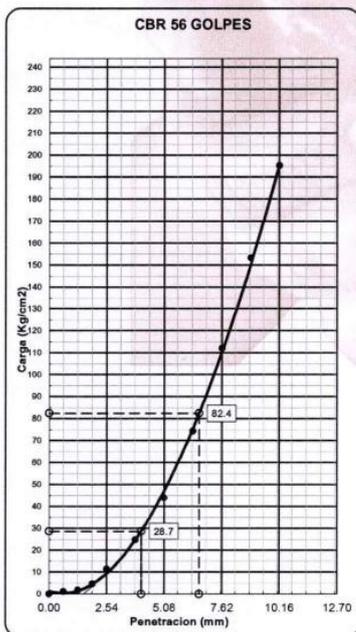


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" :	40.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" :	20.3

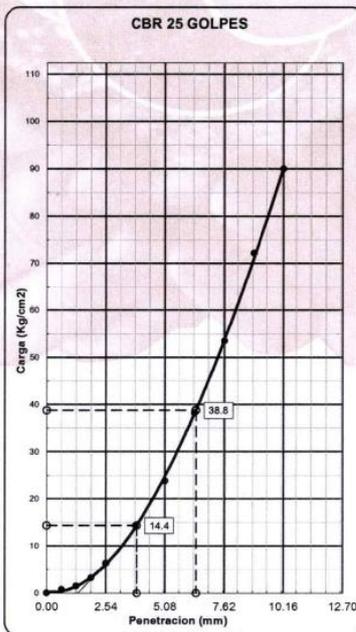
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" :	78.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" :	36.6

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.125	g/cm ³
Humedad Opt.	7.2	%

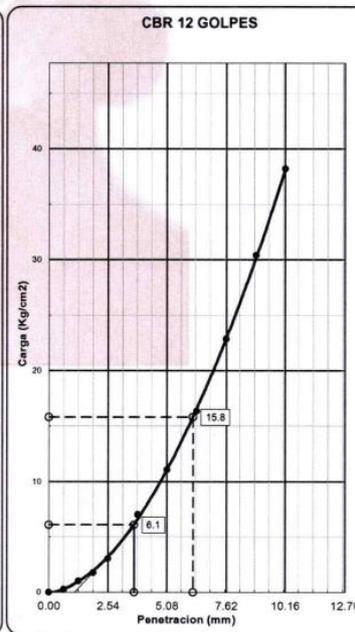
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **40.8**
 C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **78.2**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **20.4**
 C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **36.8**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **8.7**
 C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **15.0**



Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
 ING. GEOLOGO
 CIP. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS



Javier Aclardo Rivalasa Huaicani
 CIP: 128963
 INGENIERO CIVIL

MOLDE PARA ENSAYO CBR IDENT: (*) 02					
Altura del Molde (mm)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
177.8 ± 0,46	177.80	177.80	177.70	177.77	0.03

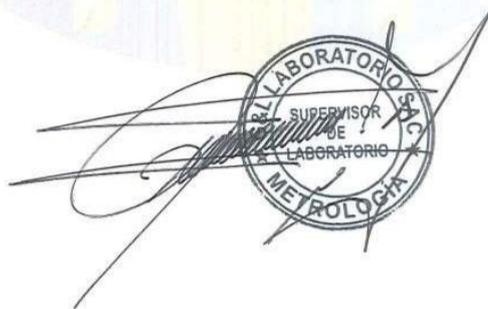
Diámetro del Molde (mm)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
152.4 ± 0,7	152.6	152.5	152.6	152.6	-0.17

Volumen Calculado del Molde (cm ³)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm ³)			PROMEDIO (cm ³)	ERROR DE INDICACIÓN (cm ³)
	1	2	3		
3243	3252	3248	3250	3249.8	-6.5

MOLDE PARA ENSAYO CBR IDENT: (*) 03					
Altura del Molde (mm)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
177.8 ± 0,46	177.80	177.80	177.80	177.80	0.00

Diámetro del Molde (mm)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
152.4 ± 0,7	152.3	152.3	152.4	152.3	0.07

Volumen Calculado del Molde (cm ³)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm ³)			PROMEDIO (cm ³)	ERROR DE INDICACIÓN (cm ³)
	1	2	3		
3243	3239	3239	3243	3240.5	2.8



LABORATORIO SAC
SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGIA



LABORATORIO DE METROLOGIA
G&L LABORATORIO SAC
LONGITUD

Anexo 2

Evaluación por juicio de expertos

I.- Información General:

Nombres y apellidos del validador: **Kenyi Nilo Rojas Rayme**

Fecha: **17-04-2024**

Especialidad: **Ingeniería de Proyectos**

Nombre del instrumento evaluado: **Limites de Atterberg**

Autor del instrumento: **NTP 339.129 -1999**

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, requerimos su opinión sobre el instrumento de la investigación titulada:

“INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC, 2024”, El cual debe calificar con una valoración correspondiente a su opinión respecto a cada criterio formulado.

II.- Aspectos a evaluar: (Calificación cuantitativa).

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios cualitativos - cuantitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		(1-9)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
Claridad	¿Está formulado con lenguaje apropiado?				18	
Objetividad	¿Está expresado con conductas observadas?				17	
Actualidad	¿Adecuado al avance de la ciencia y calidad?				18	
Organización	¿Existe una organización lógica del instrumento?				17	
Suficiencia	¿Valora los aspectos en cantidad y calidad?				18	
Intencionalidad	¿Adecuado para cumplir con los objetivos?				17	



Consistencia	¿Basado en el aspecto teórico científico del tema de estudios?				17	
Coherencia	¿Entre las hipótesis, dimensiones e indicadores?				17	
Propósito	¿Las estrategias responden al propósito del estudio?				18	
Conveniencia	¿Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías?				18	
Sumatoria parcial					175	
Sumatoria Total					175 (Siendo el puntaje máximo posible 200)	
Valoración cuantitativa (Sumatoria Total x0.005)					0.875 (Siendo la valoración máxima en 1)	

Aporte y/o sugerencias para mejorar el instrumento

III.- Calificación global: Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

Coficiente de Validez

Intervalos	Resultados
0,00 – 0,49	Validez Nula
0,50 – 0,59	Validez muy baja
0,60 – 0,69	Validez baja
0,70 – 0,79	Validez aceptable
0,80- 0,89	Validez buena
0,90-1,00	Validez muy buena

$$175 = 0.875$$

Nota: el instrumento podrá ser considerado a partir de una calificación aceptable.


 Ing. Kenyl Nilo Rojas Rayme
 INGENIERO CIVIL
 CIP 134884

DNI: 44402887

Anexo 2

Evaluación por juicio de expertos

I.- Información General:

Nombres y apellidos del validador: **Edwin Miranda Palomino**

Fecha: **17-04-2024**

Especialidad: **Geología**

Nombre del instrumento evaluado: **Ensayo de Proctor Modificado**

Autor del instrumento: **ASTM D-1557 o UNE 103-501-94**

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, requerimos su opinión sobre el instrumento de la investigación titulada:

“INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC, 2024”, El cual debe calificar con una valoración correspondiente a su opinión respecto a cada criterio formulado.

II.- Aspectos a evaluar: (Calificación cuantitativa).

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios cualitativos - cuantitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		(1-9)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
Claridad	¿Está formulado con lenguaje apropiado?				17	
Objetividad	¿Está expresado con conductas observadas?				17	
Actualidad	¿Adecuado al avance de la ciencia y calidad?				17	
Organización	¿Existe una organización lógica del instrumento?				17	
Suficiencia	¿Valora los aspectos en cantidad y calidad?				18	
Intencionalidad	¿Adecuado para cumplir con los objetivos?				17	



Consistencia	¿Basado en el aspecto teórico científico del tema de estudios?				17	
Coherencia	¿Entre las hipótesis, dimensiones e indicadores?				17	
Propósito	¿Las estrategias responden al propósito del estudio?				18	
Conveniencia	¿Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías?				18	
Sumatoria parcial					173	
Sumatoria Total					173 (Siendo el puntaje máximo posible 200)	
Valoración cuantitativa (Sumatoria Total x0.005)					0.865 (Siendo la valoración máxima en 1)	

Aporte y/o sugerencias para mejorar el instrumento

III.- Calificación global: Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

Coefficiente de Validez

Intervalos	Resultados
0,00 – 0,49	Validez Nula
0,50 – 0,59	Validez muy baja
0,60 – 0,69	Validez baja
0,70 – 0,79	Validez aceptable
0,80- 0,89	Validez buena
0,90-1,00	Validez muy buena

$$173 = 0.865$$

Nota: el instrumento podrá ser considerado a partir de una calificación aceptable.



Edwin Miranda Palentino
INGENIERO CIVIL
CIP. 77317

DNI: 40420470

Anexo 2

Evaluación por juicio de expertos

I.- Información General:

Nombres y apellidos del validador: **Edwin Miranda Palomino**

Fecha: **17-04-2024**

Especialidad: **Geología**

Nombre del instrumento evaluado: **California Bearing Ratio (CBR)**

Autor del instrumento: **NTP 339.145**

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, requerimos su opinión sobre el instrumento de la investigación titulada:

“INCORPORACIÓN DE FIBRA DE CABUYA PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE - DISTRITO DE ANCO HUALLO - APURÍMAC, 2024”, El cual debe calificar con una valoración correspondiente a su opinión respecto a cada criterio formulado.

II.- Aspectos a evaluar: (Calificación cuantitativa).

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios cualitativos - cuantitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		(1-9)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
Claridad	¿Está formulado con lenguaje apropiado?				18	
Objetividad	¿Está expresado con conductas observadas?				18	
Actualidad	¿Adecuado al avance de la ciencia y calidad?				18	
Organización	¿Existe una organización lógica del instrumento?				18	
Suficiencia	¿Valora los aspectos en cantidad y calidad?				18	
Intencionalidad	¿Adecuado para cumplir con los objetivos?				17	



Consistencia	¿Basado en el aspecto teórico científico del tema de estudios?				18	
Coherencia	¿Entre las hipótesis, dimensiones e indicadores?				17	
Propósito	¿Las estrategias responden al propósito del estudio?				18	
Conveniencia	¿Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías?				18	
Sumatoria parcial					178	
Sumatoria Total					178 (Siendo el puntaje máximo posible 200)	
Valoración cuantitativa (Sumatoria Total x0.005)					0.89 (Siendo la valoración máxima en 1)	

Aporte y/o sugerencias para mejorar el instrumento

III.- Calificación global: Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

Coefficiente de Validez

Intervalos	Resultados
0,00 – 0,49	Validez Nula
0,50 – 0,59	Validez muy baja
0,60 – 0,69	Validez baja
0,70 – 0,79	Validez aceptable
0,80- 0,89	Validez buena
0,90-1,00	Validez muy buena

$$178 = 0.89$$

Nota: el instrumento podrá ser considerado a partir de una calificación aceptable.



Fredy Polonino Oscco
 ING. GEÓLOGO
 C.P. 104884
 ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS

DNI: 31180082



Anexo 3

Consentimiento Informado (*)

Título de la investigación: **“Incorporación de Fibra de Cabuya Para Estabilizar la Subrasante de la Trocha Carrozable - Distrito De Anco Huallo - Apurímac, 2024”**

Investigador (a) (es): **MENESES SILVERA EMERSON JUNIOR**

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada **“Incorporación de Fibra de Cabuya Para Estabilizar la Subrasante de la Trocha Carrozable - Distrito De Anco Huallo - Apurímac, 2024”**, cuyo objetivo es, **Evaluar la repercusión de la adición de fibra de Cabuya en las características de la subrasante de la trocha carrozable en el distrito de Anco Huallo – Apurímac – 2024**. Esta investigación es desarrollada por un estudiante de pregrado de la carrera profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo del campus **Trujillo** aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución, Mgtr. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo.

Describir el impacto del problema de la investigación.

El impacto del aditamento de fibra de cabuya puede ser significativo en la mejora de las características en la subrasante de la trocha carrozable.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: **“Incorporación de Fibra de Cabuya Para Estabilizar la Subrasante de la Trocha Carrozable - Distrito De Anco Huallo - Apurímac, 2024”**.
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado deminutos y se realizará en el ambiente de de la institución ... Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

* Obligatorio a partir de los 18 años



Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) (es)

Meneses Silvera Emerson Junior email: juniormen30@hotmail.com y Docente asesor

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo email: rsiguenza@ucvvirtual.edu.pe.

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos: **Meneses Silvera Emerson Junior**

Fecha y hora: 17-05-2024.

Para garantizar la veracidad del origen de la información: en el caso que el consentimiento sea presencial, el encuestado y el investigador debe proporcionar: Nombre y firma. En el caso que sea cuestionario virtual, se debe solicitar el correo desde el cual se envía las respuestas a través de un formulario Google.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente : Fibra de Cabuya	La fibra de cabuya se utiliza como un material de refuerzo en el concreto, mejorando su resistencia a la compresión y a la flexión, su uso en la construcción no solo aporta beneficios técnicos, sino que también contribuye a la sostenibilidad y al ahorro de costos. La fibra de cabuya es una opción ecológica que reduce la dependencia de los materiales sintéticos y promueve el uso de recursos renovables.	El desarrollo aplicativo de la fibra de cabuya es aplicado a la subrasante del suelo natural de la trocha carrozable.	Porcentaje de dosificación	3%
			Granulometría	6%
			Aplicaciones de la fibra	9%
			Límites de Atterberg	Límites de Consistencia
Variable dependiente : Trochas Carrozables	El mejoramiento de la subrasante es mejorar el pavimento desde las estructuras de las bases con aditivos naturales o artificiales (López 2010, p.44)	Los ensayos que se realizara determinaran todos los problemas del índice de plasticidad, la compactación y la resistencia de la subrasante.	OCH y MDS	Ensayo Proctor Modificado
			Resistencia de la Subrasante	Ensayo CBR
