

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA
LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA
CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS,
DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA -
LORETO, 2023”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA CIVIL

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA VIAL Y DEL TRANSPORTE

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

TESISTAS:

CAMPOS ALVARADO YELSIN NOEL

TRUJILLO DUEÑAS CLAUDIA VICTORIA

ASESOR:

Mg. MEYZÁN BRICEÑO JORGE LUIS

HUÁNUCO – PERÚ

2024

Dedicatoria

A los pilares de nuestro crecimiento académico y personal:

A Dios, cuya infinita sabiduría y guía han sido la luz en nuestro camino. Su constante apoyo nos ha brindado la fuerza y la determinación para superar los desafíos que se presentaron en esta travesía.

A nuestros padres, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido la base sobre la que hemos construido nuestros logros. Su apoyo constante y sus palabras alentadoras nos han impulsado a perseguir nuestros sueños.

A nuestros respetados maestros en la universidad, les agradecemos por su dedicación, paciencia y el conocimiento impartido, que han enriquecido nuestro aprendizaje y crecimiento intelectual.

A cada persona, amigo o mentor, que ha compartido conocimientos, brindado ánimos y ofrecido su tiempo, les estamos agradecidos por ser parte de este viaje.

Dedicamos esta tesis a todos aquellos que, de diversas maneras, han contribuido a nuestra formación académica y nos han apoyado en la consecución de este logro.

Agradecimiento

Agradecemos a la divinidad por brindarnos la oportunidad de vida y bienestar, y a nuestros seres queridos por ser un constante impulso para alcanzar nuestros logros.

En medio de desafíos globales, reconocemos la presencia de esta fuerza divina que guía nuestros caminos diariamente, enseñándonos a valorar su influencia en cada uno de nosotros.

Resumen

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la influencia del aceite sulfonado y cemento en la estabilización de la subrasante de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, ubicada en el distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, Loreto, en el año 2023. La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo, siendo de tipo aplicada y de diseño cuasiexperimental de corte longitudinal. La muestra de estudio abarcó los 10 kilómetros completos de la carretera, desde la progresiva 00+000 km hasta 10+000 km, seleccionados debido a la variabilidad de los valores de CBR en ese rango, que oscilaban entre 6.67% y 14.64%, clasificando a la subrasante como de calidad desde muy pobre hasta regular. Los instrumentos de recopilación de datos consistieron en fichas de registros utilizadas tanto en campo como en laboratorio. Entre los resultados obtenidos, se destacó un incremento notorio en el CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca (MDS) al incorporar 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, elevando el CBR a un destacado 46.14%. Este aumento fue aún más significativo al emplear 0.35 L/m³ de aditivo y un 3% de cemento, alcanzando un impresionante CBR de 59.09%. Similarmente, al evaluar el CBR al 100% de la MDS, se observaron mejoras significativas al adicionar estos materiales, con un CBR de 77.91% al utilizar 0.30 L/m³ de aditivo y 1.5% de cemento, y un CBR excepcionalmente elevado de 98.99% al emplear 0.35 L/m³ de aditivo y 3% de cemento. Estos resultados proporcionaron una sólida base para la toma de decisiones relacionadas con el diseño y construcción de la carretera, enfocándose en la adaptación de técnicas de estabilización, la utilización efectiva de aditivos y cemento, y el mantenimiento de estrictos estándares de control de calidad. En conclusión, esta investigación cumplió con éxito su objetivo general al demostrar de manera concluyente que la incorporación de aceite sulfonado y cemento en el proceso de estabilización de la subrasante tiene un impacto positivo en la capacidad de carga de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos. Estos hallazgos tienen un gran potencial para mejorar la calidad y durabilidad de la infraestructura vial en la región, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de la comunidad al garantizar una carretera confiable y segura.

Palabras claves: Aceite sulfonado, cemento, estabilización, subrasante

Abstract

The main objective of this study was to evaluate the influence of sulfonated oil and cement on the stabilization of the subgrade of the Jenaro Herrera - Colonia Angamos highway, located in the district of Jenaro Herrera, province of Requena, Loreto, in the year 2023. The research was framed in a quantitative approach, being of an applied type and a longitudinal quasi-experimental design. The study sample covered the complete 10 kilometers of the road, from the progressive 00+000 km to 10+000 km, selected due to the variability of the CBR values in that range, which ranged between 6.67% and 14.64%, classifying to the subgrade as of quality from very poor to fair. The data collection instruments consisted of record sheets used both in the field and in the laboratory. Among the results obtained, a notable increase in the CBR stood out at 95% of the Maximum Dry Density (MDS) by incorporating 0.30 L/m³ of additive and 1.5% of cement, raising the CBR to a notable 46.14%. This increase was even more significant when using 0.35 L/m³ of additive and 3% cement, reaching an impressive CBR of 59.09%. Similarly, when evaluating the CBR at 100% of the MDS, significant improvements were observed when adding these materials, with a CBR of 77.91% when using 0.30 L/m³ of additive and 1.5% cement, and an exceptionally high CBR of 98.99%. by using 0.35 L/m³ of additive and 3% cement. These results will provide a solid basis for decision-making related to highway design and construction, focusing on the adaptation of stabilization techniques, the effective use of additives and cement, and the maintenance of strict quality control standards. In conclusion, this research successfully fulfilled its general objective by conclusively demonstrating that the incorporation of sulfonated oil and cement in the subgrade stabilization process has a positive impact on the load capacity of the Jenaro Herrera - Colonia Angamos highway. These findings have great potential to improve the quality and durability of road infrastructure in the region, contributing to sustainable development and community well-being by ensuring a reliable and safe road.

Keywords: Sulfonated oil, cement, stabilization, subgrade

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice	vi
Introducción	x
CAPÍTULO I.ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1. Fundamentación o situación del problema de investigación.....	11
1.2. Formulación del problema de investigación	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Formulación de objetivos	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación	16
1.5. Viabilidad de la investigación.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes de la Investigación	19
2.2. Bases teóricas	23
2.3. Bases conceptuales o definición de términos básicos.....	41
CAPÍTULO III.SISTEMA DE HIPÓTESIS	43
3.1. Formulación de hipótesis	43
3.1.1. Hipótesis general.....	43
3.1.2. Hipótesis específicas.....	43
3.2. Variables y operacionalización de variables	43
3.3. Definición teórica de variables.....	46
CAPÍTULO IV.METODOLOGIA	47
4.1. Ámbito o lugar de ejecución	47
4.2. Tipo y Nivel de investigación	47
4.3. Población y muestra	51
4.3.1. Descripción de la población.....	51
4.3.2. Muestra y método de muestreo.....	52

4.3.3. Criterios de inclusión y exclusión.....	52
4.4. Diseño de investigación	53
4.5. Métodos, técnicas e instrumentos	53
4.5.1. Método	53
4.5.2. Técnicas	54
4.5.3. Instrumentos.....	54
4.5.3.1. Validación de los instrumentos para la recolección de datos ..	55
4.5.3.2. Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de los datos	55
4.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	55
4.6.1. Datos a registrar	55
4.6.2. Procedimiento	55
4.6.3. Plan de tabulación y análisis de datos estadísticos	56
4.7. Aspectos éticos.....	57
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
5.1. Análisis descriptivo	59
5.2. Análisis inferencial y/o contrastación hipótesis.....	109
5.3. Discusión de resultados.....	120
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS	135

Índice de tabla

Tabla 1 Tamaños de clasificación de componentes del sueño	24
Tabla 2 Clasificación de materiales según AASHTO para vías.....	25
Tabla 3 Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía.....	33
Tabla 4 Niveles de confiabilidad por tipo de vía	34
Tabla 5 Determinación de la desviación estándar normal ZR a partir de la confiabilidad	35
Tabla 6 Valores recomendados para la desviación estándar (So)	35
Tabla 7 Capacidad de drenaje	38
Tabla 8 Coeficientes de drenaje recomendados	39
Tabla 9 Operacionalización de las variables	44
Tabla 10 Accesibilidad a la zona de proyecto.....	60
Tabla 11 Inicio y fin del tramo.....	61
Tabla 12 Cruce de centros poblados	61
Tabla 13 Descripción de la vía y evaluación de campo	64
Tabla 14 Calicatas elaboradas en la investigación	68
Tabla 15 Cuadro de resumen de ensayos de laboratorio	81
Tabla 16 Calificación del suelo en función de la subrasante	83
Tabla 17 Cuadro resumen del ensayo de CBR del suelo en estado natural	83
Tabla 18 Cuadro de resumen de ensayos de laboratorio del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento	84
Tabla 19 Cuadro resumen del ensayo de CBR del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento	86
Tabla 20 Muestra con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento	88
Tabla 21 Ensayo de CBR del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento	90
Tabla 22 Resumen de tramos homogéneos y espesores de pavimento por el método NAASRA93	93
Tabla 23 Resumen de tramos homogéneos y espesores de pavimento por el método USACE ...	93
Tabla 24 Nuevo espesor de afirmado.....	94
Tabla 25 Desviación Estándar Normal correspondiente a diferentes niveles de confiabilidad ..	96
Tabla 26 Cálculo del acero transversal según la AASHTO	100
Tabla 27 CBR al 95% de la máxima densidad seca.....	101
Tabla 28 CBR al 100% de la máxima densidad seca.....	105
Tabla 29 Prueba de normalidad del CBR al 95% de la máxima densidad seca (MDS) con Shapiro – Wilk	109
Tabla 30 Prueba de normalidad del CBR al 100% de la máxima densidad seca (MDS) con Shapiro – Wilk	111
Tabla 31 Análisis de la hipótesis por la prueba Friedman para el CBR al 95% MDS	112
Tabla 32 Test de rangos con signo de Wilcoxon para el CBR al 95% MDS	114
Tabla 33 Análisis de la hipótesis por la prueba Friedman para el CBR al 100% MDS	117
Tabla 34 Test de rangos con signo de Wilcoxon para el CBR al 100% MDS	119

Índice de figura

Figura 1 Límites de Atterberg.....	25
Figura 2 Concreto simple sin Dowels.....	30
Figura 3 Concreto simple con Dowels.....	30
Figura 4 Pavimentos de concreto armado con juntas	31
Figura 5 Pavimento de Concreto Armado continuo	31
Figura 6 Nivel Óptimo de Confiabilidad	32
Figura 7 Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1).....	36
Figura 8 Variación del coeficiente de capa de base granular, a2, con parámetros diferentes.....	37
Figura 9 Variación del coeficiente de capa sub base granular, a3	37
Figura 10 Parámetros de diseño AASHTO 93.....	40
Figura 11 Procedimiento de recolección de datos	56
Figura 12 Mapa de localización del Distrito de Jenaro Herrera y Yaquerana	59
Figura 13 Mapa de localización del distrito de Jenaro Herrera y Yaquerana.	62
Figura 14 Perfil estratigráfico de la calicata en la progresiva km 01+000 hasta km10+000.....	71
Figura 15 Cálculo del Keq.....	98
Figura 16 Diseño de pavimento rígido	99
Figura 17 CBR al 95% de la máxima densidad seca	103
Figura 18 <i>CBR promedio al 95% de la máxima densidad seca (MDS)</i>	104
Figura 19 CBR al 100% de la máxima densidad seca	107
Figura 20 <i>CBR promedio al 100% de la máxima densidad seca (MDS)</i>	108

Introducción

La infraestructura vial juega un papel fundamental en el desarrollo y la conectividad de las comunidades, especialmente en regiones geográficamente diversas y de difícil acceso. La carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, situada en el distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, en la región de Loreto, es un elemento crucial para la movilidad y el crecimiento económico de esta zona. Sin embargo, las condiciones geotécnicas del suelo subyacente a esta carretera presentan desafíos significativos que afectan su durabilidad y capacidad de carga.

La presente investigación, titulada "Influencia del Aceite Sulfonado y Cemento para la Estabilización de la Subrasante en la Carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, Distrito Jenaro Herrera, Provincia de Requena - Loreto, 2023," se propone abordar estos desafíos y evaluar la eficacia de la adición de aceite sulfonado y cemento en la mejora de la subrasante de esta carretera. Este estudio se centra en analizar y cuantificar el impacto de estos materiales en las propiedades geotécnicas del suelo, con el objetivo de mejorar la capacidad de carga y durabilidad de la vía.

El proceso de estabilización de subrasantes ha demostrado ser una técnica efectiva en la construcción de carreteras en regiones con suelos problemáticos, y se espera que la incorporación de aceite sulfonado y cemento en la subrasante de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos tenga un impacto positivo en la resistencia y calidad de la carretera. Para ello, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas de laboratorio y mediciones en campo para evaluar los cambios en las propiedades geotécnicas del suelo y la capacidad de soporte de la subrasante después de la adición de estos materiales.

Los resultados de esta investigación no solo contribuirán a la comprensión de cómo mejorar la infraestructura vial en condiciones geotécnicas desafiantes, sino que también proporcionarán información valiosa para la toma de decisiones relacionadas con el diseño y construcción de carreteras en entornos similares. Además, se espera que estos hallazgos fomenten el desarrollo sostenible y mejoren la calidad de vida de la comunidad que depende de esta importante vía de comunicación en la región de Loreto.

CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación o situación del problema de investigación

La infraestructura vial de un país es crucial para su crecimiento y desarrollo debido a que este medio es el único que posibilita que las personas como las cargas se transporten, además permite satisfacer las demandas básicas como es la alimentación, educación, trabajo y salud; siendo las principales para todo país; a la vez, las redes viales generan un beneficio de comunicación para la población de un país porque por medio de ella hay un intercambio social, cultural y económico (Delgado & Guerra, 2020).

No obstante, estas obras al usar grandes áreas de terreno provocan impactos negativos importantes, siendo el deterioro de las propiedades del suelo, convirtiéndose este problema como un límite que enfrenta el avance de una red vial. Este recurso es considerado como el más abundante a nivel mundial como material de construcción, que por lo general es el único que cuenta el ingeniero para el avance de sus obras, por lo que es necesario que este recurso tenga optimas propiedades tanto físicas como mecánicas (Vanegas, 2020).

Por tal razón, aparecen alternativas que solucionen el impacto que genera el avance de obra en el suelo, ya sea por su explotación como su uso irracional. Una de ellas es la estabilización química de suelos que a través de la transformación fisicoquímica de sus componentes pueda optimizar sus propiedades físicas y mecánicas ante las condiciones de tránsito y climática propias de cada región (Llano, 2021).

La preocupación por modificar o estabilizar los suelos han permitido que se planteen métodos innovadores que, aunque basados en los convencionales, se está empezando a utilizar aditivos y procesos distintos. Esto va de la mano con la demanda de materiales de calidad para el desarrollo de infraestructuras viales, es así que ante esta necesidad surgen alternativas construcción, tales como la estabilización del suelos con distintos agentes estabilizantes como cemento, asfalto, cal y los aceites sulfonados que optimizan las cualidades ingenieriles de los suelos y los hacen aptos para su uso en las diversas capas de un pavimento (Alarcon et al., 2020).

Un caso de aplicación sería en los suelos arcillosos ya que llegan a expandirse o contraerse ante la existencia y posterior pérdida de agua, este comportamiento es perjudicial para cualquier estructura que se levante sobre los mismos. Esta conducta se debe a que sus cationes crean un enlace electroquímico arcilla-agua, esto llega a formar una capa de agua en el entorno de cada partícula del material, ocasionando cambios volumétricos e induciendo a esfuerzos adicionales sobre las estructuras construida sobre este tipo de suelo (Camacho-Tauta et al., 2008).

Entonces por lo general, son los suelos arcillosos a nivel de subrasante que no cumplen con las exigencias necesarias para asegurar la estabilidad del pavimento a causa de su baja resistencia al corte, a sus altas deformaciones e índice de plasticidad (Nuñez & Gil, 2018). Estos suelos inestables pueden ocasionar daños considerables en la estructura del pavimento, por eso, desde hace algunas décadas atrás se ha empezado a realizar el mejoramiento de estos suelos mediante la aplicación de diferentes técnicas de estabilización y son usados acorde a las particularidades del suelo y el alcance de la vía (MTC, 2014).

De acuerdo con el Centro de Investigación Empresarial (CIE) en el Perú cerca del 86.6% de la red vial departamental o regional están en mal estado y no se encuentran pavimentadas, y en algunas zonas presentan suelos de baja capacidad portante, vale decir son inestables. En tal sentido, para que la carretera cuente con un mayor servicio es indispensable conocer la calidad del terreno, a través de la identificación de suelos que presentan baja resistencia (CBR), con el objetivo de perfeccionarlos alterarlos por otro material de suelo resistente para realizar la construcción (Cuipal, 2018).

A través del ensayo de Relación de Soporte de California o CBR por sus siglas en inglés, se puede aceptar o no un suelo como subrasante. Entonces, si el material tiene un CBR superior al 6% puede ser aceptado; en caso contrario se tendrá que aplicar un método de estabilización que mejore esta condición adversa (MTC, 2008).

Generalmente, el método convencional de estabilización es la físico-mecánica debido a su simplicidad, ya que trata en sustituir el material natural de la subrasante por uno granular como es la grava. Siendo extraído este material de canteras localizadas en los cauces de ríos; sin embargo esta proceso genera impactos negativos al medio ambiente porque origina la eliminación de la flora y fauna que abunda en los alrededores del río y a la vez ocasiona que el suelo se erosione (Farahani & Bayazidi, 2018). En tal motivo, es

necesario aplicar otros métodos no convencionales para la estabilización del suelo, más que sea efectivo geotécnicamente, permite que el impacto ambiental sea lo más mínimo (Landa & Torres, 2019).

En nuestra problemática, actualmente la vía de comunicación de los principales poblados de los distritos de Jenaro Herrera y Yaquerana, se encuentra cada vez más en riesgo de perder su capacidad de servicio debido a que no cuenta con una vía que interconecta estos centros poblados. Esto genera que los pobladores se movilizan caminando y por vía fluvial por lo que se requiere la intervención a nivel de construcción. Por otra parte, esta realidad hace que la productividad del área se reduzca significativamente, generando la presencia de una cantidad considerable de intermediarios, afectando a los productores locales, quienes consiguen precios demasiados bajos por la transacción de sus productos agrícolas y ganaderos, lo que provoca una reducción contundente de las ganancias de los productores; y en consecuencia invertir en la zona no hace muy atractivo. Igualmente, el acceso a servicios sociales se va afectada notablemente, por las complicaciones que surgen al trasladarse a centros de salud con mayor nivel en relación con una posta médica, para el caso de consultas médicas.

Es así como el MTC por medio de Provías Descentralizado, en el ejercicio presupuestal 2020 dio el financiamiento del estudio definitivo a nivel de expediente técnico del proyecto enmarcado, “MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA – REGIÓN LORETO”. La infraestructura en proyecto tiene una longitud de 97.847 km y cruza ambos centros poblados (Jenaro Herrera y Colonia Angamos), y debido a su ubicación geográfica los suelos no son los apropiados para la construcción de la vía, por lo que su CBR varia de la siguiente manera; entre 3% a 25% en los primeros 18 km, señalando que la subrasante es regular; mientras que a partir del km 18 hasta el final varía entre 3% a 15%, caracterizando a la subrasante como regular a muy pobre.

Ante esta situación se propuso una actividad de estabilización antes de colocar la capa de rodadura, es así que para esta investigación se propuso la aplicación del aceite sulfonado más cemento para conseguir este fin. Entre las principales ventajas están el incremento de la capacidad portante (CBR) y el mejoramiento de costos en relación con una carretera de material afirmada sin ser estabilizada. No obstante, la confiabilidad y la exactitud de

este método son afectadas por las dosis que se van a aplicar en campo acorde a los ensayos de laboratorio (Barreto & Taco, 2021).

Arellana (2004, como se citó en Camacho-Tauta et al., 2008) indica que la estabilización del suelo arcilloso por el aceite sulfonado está ligada con las condiciones ambientales y se desarrolla con el paso del tiempo, de esta forma se hace necesario evaluar su evolución a través del análisis de muestras sometidas a distintos periodos de curado.

En esta ocasión, se tomará el primer tramo con una longitud de 10 km, debido a que su CBR varía entre 6.67 y 14.64, clasificando a la subrasante como muy pobre a regular para que pueda ser estabilizado por el aceite sulfonado más cemento. Una vez realizado este mejoramiento se optará por el diseño de un pavimento rígido con un periodo de 10 años con el CBR optimizado.

La estabilización de suelos a nivel nacional ha ido evolucionando a través de la aplicación de aditivos o agregados no convencionales que mejoran las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los suelos inestables de baja o regular resistencia, llegando en ciertos casos a mejorar considerablemente su resistencia, siendo capaz de cumplir con los requerimientos indispensables para ser empleado como subrasante, subbase o hasta base.

En resumen, el fin de esta investigación es mejorar el suelo a nivel de subrasante usando el aceite sulfonado (dosis de 0.3 a 0.35 L/m³) más cemento Portland Tipo I (dosis de 1.5 a 3%), siendo estos materiales muy eficaces para incrementar sus propiedades físicas-mecánicas y, en consecuencia, dará mayor estabilidad al pavimento rígido que será diseñado posteriormente; de esta manera se estaría solucionando ciertos problemas geotécnicos presentado en el área de estudio.

1.2. Formulación del problema de investigación

1.2.1. Problema general

- 1.2.1.1. ¿Cómo influye el aceite sulfonado y cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- 1.2.2.1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo en condiciones naturales en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?
- 1.2.2.2. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados con el aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?
- 1.2.2.3. ¿Cuáles son los índices del CBR de los suelos estabilizados con el aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?
- 1.2.2.4. ¿Cuál es el adecuado diseño en base a la metodología AASHTO 93 para construir pavimentos rígidos a partir del CBR estabilizado por aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?

1.3. Formulación de objetivos

1.3.1. Objetivo general

- 1.3.1.1. Determinar la influencia del aceite sulfonado y cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1.3.2.1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en condiciones naturales en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023.
- 1.3.2.2. Identificar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados con el aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023.

1.3.2.3. Indicar la variación del CBR del suelo estabilizado con el aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023

1.3.2.4. Determinar el adecuado diseño de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 a partir del CBR estabilizado por aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023.

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

Justificación Teórica

Con este trabajo, se intenta generar nuevos conocimientos acerca como las propiedades físico-mecánicas del suelo arcilloso experimentan un mejoramiento a través de la aplicación del aceite sulfonado y cemento Portland Tipo I en las dosis 0.3 a 0.35 L/m³ y 1.5 a 3% respectivamente. Gracias a sus características son idóneos para este fin, serán demostrados mediante indicadores como son el CBR y el índice de plasticidad. En tal sentido, estos resultados podrán ser revisados y tomados como guía para el beneficio de futuros proyectos de infraestructura vial, que presente esta misma problemática, que por lo general suceden en la parte oriental del país.

Justificación Practica

Este trabajo se realizará para evaluar los beneficios de usar este aditivo químico a las arcillas para estabilizarlas y mejorar algunas de sus propiedades físico – mecánicas. Además, se quiere comprobar que el empleo del aceite sulfonado más cemento con fines de estabilización de la subrasante no es solo una propuesta técnica y/o económicamente favorable, sino que además ayuda a fortalecer el bienestar social de los habitantes locales que circulan sus vehículos todos los días por la vía y ayuda a extender el ciclo de vida de los pavimentos. Por otra parte, al optar por un método no convencional para estabilizar hará que el impacto ambiental sea menor, debido a que omitirá el transporte de materiales, lo que a la vez aminora el minado de la cantera.

Justificación Metodológica

En relación con el marco metodológico, para conseguir con los objetivos de este trabajo, se usarán las técnicas de investigación, tales como la observación y el análisis documental, por medio de sus instrumentos correspondientes (fichas de registros), para

la recopilación de datos y su posterior procesamiento e interpretación por medio del software Microsoft Excel (uso de tablas y graficas). Con respecto a la metodología de trabajo que se aplicará en campo como en laboratorio será empleando las Normas Técnicas Peruanas o normas ASTM, con el fin que regularice este proceso y que los datos recopilados en las fichas sean técnicamente validados, y que puedan ser utilizados en otros proyectos de infraestructura vial.

1.5. Viabilidad de la investigación

Para el desarrollo del trabajo se han presentado ciertas dificultades, tales como el acceso al área de estudio, debido a que los medios de transporte son escasos; además como es parte de la Selva Virgen había el peligro de que cualquier animal o insecto podría picar o morder a cualquier trabajador, poniendo así en peligro su salud como su bienestar.

Por otro lado, las condiciones climáticas de la zona afectaban con el avance del trabajo, ya que, durante el periodo de lluvia, la toma de muestra en campo se volvía dificultoso, al momento de codificarlo, como también al realizar la descripción estratigráfica por cada calicata realizada.

Asimismo, la falta de empresas en el distrito de Jenaro Herrera que comercialicen el aceite sulfonado como el cemento, generaron dificultades durante el proceso de experimentación, a causa de que el aditivo es vendido en barriles desde Lima. Para este trabajo se ha conseguido una cantidad moderada de este aditivo químico, sin embargo, era muy limitante para el total de muestras conseguidas en campo y estando en campo, su adquisición ponía en peligro el avance de la investigación.

En cuanto a la elección del aceite sulfonado más el cemento tipo I se debió a que uno de sus principales efectos en suelos arcillosos es la reducción de espacios intersticiales, aparte incrementa la sedimentación, aminora la permeabilidad, mejora la densidad del suelo y en consecuencia optimiza la compactación. Su respuesta de estabilización electroquímica lo hace útil para reducir el comportamiento expansivo de los suelos arcillosos, lo cual es aplicable para los suelos formados en el distrito Jenaro Herrera. A la vez, por motivos económicos, este aditivo químico es muy económico y barato que su uso causa menor impacto ambiental, puesto que no es necesario el uso de combustible en las maquinarias para trasladar los materiales prestados para la estabilización de la subrasante, reduciendo el minado de la cantera.

Este estudio opto por mejorar la subrasante debido a que es el suelo natural que se encuentra debajo del pavimento, que le sirve de base o cimiento y; en consecuencia, sus propiedades físico-mecánicas inciden considerablemente en la respuesta del pavimento. Para todo proyecto de carreteras, la capacidad de carga de la subrasante medido a través del ensayo de CBR, influye en el espesor del pavimento, por tanto, su valor es determinante y significativo en el diseño del pavimento. Es decir, el CBR del diseño clasifica la subrasante de muy pobre a muy buena, que está relacionada con la calidad de los materiales que lo conforman. Es así como las condiciones de la subrasante juegan un papel importante en futuros proyectos de infraestructura vial, tal así que su mejoramiento permitirá obtener un óptimo diseño y más aún con aditivos químicos (aceite sulfonado) que son amigables con el medio ambiente y muy económico para todo tipo de proyecto, ya que ayuda a disminuir costos al evitar la importación de materiales durante la estabilización química.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Antecedentes internacionales

- Fonseca (2020) en su investigación, el objetivo de su trabajo era lograr una comparación de dosis de estabilizadores tradicionales, que muestre la ventaja de sus propiedades después de la estabilización en suelos arcillosos mejorados para luego ser comparados dos casos de estudio ya realizados y revelando los ahorros sobre el uso de estabilizadores de suelos. La investigación tiene una metodología descriptiva, porque se observan y comparan dos casos ya estudiados, dando como resultado una discusión. Por otro lado, los resultados obtenidos muestran el aporte relevante de los estabilizadores en cada uno de los estudios revisados y sus gráficas obtenidas a una profundidad de 2 metros y sus estabilizadores provienen del Centro Poblado de Santa María de Huachipa. Un tercer estudio analizó los costos que cambiaron el uso de estabilizadores. Finalmente, las conclusiones son diferentes dosis, las cuales demostraron que existe un límite en la relación de estabilizador por cantidad de suelo, ya que al agregar más o menos de la relación óptima se tiende a disminuir la resistencia, entre otras cosas, también se determina para los estabilizadores utilizados y para el mismo suelo tener una mayor cantidad de finos, lo que permite una mayor adherencia, considerando los aspectos de los límites, la tensionabilidad en los dos casos de estudios de revisión, pues resultó ser diferente.
- Sepúlveda (2021) cuyo propósito de su investigación fue evaluar los aceites de desechos industriales utilizados en la síntesis de estabilizadores químicos iónicos de tipo aceite sulfonado. El método utilizado es experimental, las herramientas usadas fueron aceites de motor recolectados en el Centro de Diagnóstico Automotriz, los cuales fueron caracterizados y procesados en base a los procesos de calentamiento y filtración mostrados en las muestras. Los resultados de este trabajo son completos con respecto a la caracterización y evaluación de aceites industriales usados dentro de la industria automóvil como el uso de estabilizadores químicos sobre imprimaciones a base de aceite sulfonado. También la fisicoquímica determinó propiedades como densidad, viscosidad, gravedad específica, acidez y composición mediante la espectroscopia infrarroja FTIR y cromatografía gas/masa GC-MS. Por lo que el PH, la densidad, la acidez y la

composición de productos que se han obtenido se determinaron mediante lo mencionado anteriormente, cuya evaluación se realizó sobre arcillas previamente caracterizadas y clasificadas; también se usaron 1,4 mil productos por kg de suelo seco. Se concluye que las propiedades mecánicas del suelo mejoran después del tratamiento con el aceite sulfonado lo cual les permite el uso del aceite industrial para la producción de estabilizadores químicos para la superficie de las carreteras.

- Vanegas (2020) evaluó a nivel de laboratorio de impacto ambiental con productos químicos para la estabilización de suelos en aplicaciones viales que caracterizan en evaluar el impacto mecánico y ambiental de sistemas expuestos a meteorización acelerada. Los métodos utilizados en sus productos complementan en su naturaleza química, lo que muestra las cilíndricas que preparen o ensucien que compacten con condiciones obtenidas en su prueba estándar, tales como la prueba de desgaste y análisis de tamaño de partículas para la prueba de compresión infinita y para medir el pH, el carbono orgánico total considerando la demanda química de oxígeno y biodegradación. Los resultados obtenidos muestran que los aditivos usados como estabilizadores químicos son nocivos para el medio ambiente desde diversos puntos como la toxicidad, biodegradación y propiedades cuya resistencia mecánica mejoren en comparación con el suelo no modificado. En base al estudio realizado se llega a la conclusión que los aditivos químicos fueron aplicados en infraestructura vial pues tienen un impacto ambiental insignificante en comparación con procesos de construcción tradicionales, y estas tecnologías son importantes para la sostenibilidad ambiental.
- Páez (2019) el objetivo de investigación fue comprender el efecto de la adición de aceite sulfonado con respecto a la rigidez de baja deformación y propiedades dinámicas de materiales granulares en presencia de arcilla mediante una prueba de columna. El método utilizado es estático, denominado fluctuación de volumen constante ha sido probado para tensiones de falla isotrópicas de 0 a 400 kpa, momentos cíclicos de 0,0115 a 0,23 N-m con el tiempo de curado que se encuentra entre 0 a 90 días. Por otra parte, los resultados mostraron que la adición de estabilizadores en el día de curado aumento el módulo de rigidez en un 60 % en comparación con la muestra sin agregar, y curva normalizada G/G_0 mostró una disminución más rápido del módulo, cuyo aumento de rigidez se realizó a los 30 días y una disminución a los 60 y 90 días cuando el módulo de ruptura era bajo a la deformación juntamente con el tiempo de curado.

- Nieto (2019) en su investigación tuvo como objetivo determinar la efectividad del aditivo B y aditivo P, así como aditivos tradicionales como estabilizadores mecánicos para tres suelos del sur de Chile, en relación con una de las soluciones viales productivas más utilizadas con un método específico. Si bien es la solución más económica para la mayoría de los CBVT-P. Los resultados obtenidos según el índice Mini-CBR Modificado (IMCM) es indicador suficientemente válido para caracterizar la capacidad portante de suelos finos de este estudio, como la concentración diferentes dosis de aditivos químicos usados en el proyecto. Además, que la prueba Mini- CBR modificada tiene una correlación de manera significativa positiva corroborado en la prueba CBR, por lo que es una buena aproximación dentro de las características de los suelos, puesto que no reemplaza el uso de CBR. Se concluyó, que la capacidad portante y durable de los suelos estudiando se pueden mejorar mediante uso de aditivos duros convencionales, cal apagada y cemento Portland. También se agregaron aditivos convencionales para evaluar el efecto al ser usadas considerando que los residuos industriales pueden tener propiedades gelificantes.

Antecedentes nacionales

- Gamarra & León (2021) determinaron como inciden el empleo de aceite sulfonado y cemento en suelos de afirmado para evaluar el CBR en Socchabamba, Ayabaca. Por otro lado, la investigación era del tipo aplicado y de diseño experimental de corte longitudinal. La muestra está formada por el afirmado a usar en la carretera y los instrumentos para la recolección de datos tanto para campo y laboratorio, fueron las fichas de registros validados por juicio de expertos. Los resultados obtenidos indican que el suelo es GC (grava arcillosa con arena), según SUCS y suelo A2-4 (según AASHTO) cuyo índice de plasticidad se encuentra con un 8% y con un contenido de agua de 9,3%. Al utilizar el aceite sulfonado y cemento, la MDS aumenta y el OCH se reduce, a parte, el índice CBR aumento desde 47.3% hasta 91,2%, 121,0% y 136,3%. Correspondientemente, vale decir se acrecentó en un 192.8%, 255.8% y 288.1% con respecto al valor original. En conclusión, el uso del aceite sulfonado junto con el cemento mejora significativamente la capacidad de soporte, puesto que aumentaron los indicadores de la MDS, OCH e índice CBR.

- Ayquipa (2021) en su estudio realizado, cuyo objetivo fue determinar un diseño vial adecuado considerando el aceite sulfonado y cementos aditivos que sirve para la cimentación de la vía LI-116. El método empleado en el estudio es de tipo aplicativo, puesto que tiene un diseño cuasi experimental, en el cual la población se encuentra ubicada en Yamobamba perteneciente al departamento de La Libertad. Para analizar los datos obtenidos utilizaron el manual MTC y el manual AASHTO. Los resultados de análisis son pruebas de laboratorio y resistencia de presión libre dentro del sondeo del rajo de vía de 6 y 3 con un CBR promedio de 18 % de la vía; las muestras obtenidas en canteras fueron tratadas con un aditivo 100 (0.26, 0.28 y 0.30 L/m³) 45 kg/m³ de cemento para estabilización resultaron en un 100% de aumento de CBR con un 101.3%,106.0% y 117.1%. Finalmente se concluyó que los estabilizadores anteriores mejoraron las propiedades físico-mecánicas del suelo de acuerdo con las dosis recomendadas.
- Ipanaque (2021) el objetivo del trabajo fue determinar la relación entre el aceite sulfonado y cemento, que mejora las propiedades del subsuelo, cuya población de estudio estuvo constituida por nueve estudios correspondientes a 3 tratamiento divididos en tres dosis (0,20 l/m³ a 50 kg/m³, 0,25 l/m³ a 50 kg/m³ y 0,30 l/m³ a 50 kg/m³). Los métodos que se empleó de cuantificación combinados. Los resultados de las pruebas de laboratorio para el suelo natural y estabilizado se presentan en base a valores representativos de pruebas de suelo en estado natural, lo cual el estudio se centró en el ingreso de tres muestras para garantizar la búsqueda de las mejores propiedades físicas y mecánicas realizadas bajo una estabilidad. Los resultados se evidenciaron que el aditivo de cemento de aceite sulfonado aumentó la capacidad portante en más del 100 % a razón de 0.25 l/m³ Proes 50 kg/m³ de cemento y aumentó la resistencia en función de los cambios de agua y humedad. Finalmente, se concluyó que la exposición aditivos de aceite sulfonado (Proes) y cemento mejoró las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- Según Valdez (2022) se afirma que el objetivo de su investigación fue determinar el efecto del aceite sulfonado en la estabilidad del subsuelo dentro de la carretera Quilca-Colpa que se encuentra en el distrito de Quilca ubicado en la provincia de Huancayo. Por lo que, la metodología general de investigación a desarrollar es aplicada, el nivel de estudio que se encuentra es descriptivo, su diseño es no experimental, cuya población cuenta con 221 habitantes. En base a los resultados

obtenidos se determinó mediante los ensayos de CBR el efecto se da con un porcentaje de 2%, 4%, 6% y 8% de las muestras de suelo con aceite sulfonado, fue de 22.60% MDS. Finalmente, el aceite 8-sulfonado rindió 57L a 100 CBR y probó una penetración de 2" con una penetración de 100 CBR". Se ha demostrado que aumentan el CBR del aceite de sulfonado en las dosis recomendadas. Las conclusiones permitieron comparar el desempeño de los aceites concentrados no sulfonados y otros aceites sulfonados que mostraron una mayor durabilidad cuando se agregaron a los aceites concentrados.

- Para Gómez y Silva (2020) el objetivo de su estudio fue determinar el papel del aceite sulfonado y el cemento Portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas en la provincia de Pataz. En su estudio, el método que presenta en experimental, pues se utilizó la observación directa con recopilación manual de datos para mejorar las propiedades del suelo de las muestras que contenían 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento. Los resultados obtenidos sostienen que el porcentaje que se añadió equivale a 0,30 l/m³ de aceite sulfonado (aditivo líquido), por lo que fue posible aumentar el CBR con un 5,8% a 103,8% en la capa base y de 19,61% a 28,7% en la capa superior de la carretera con una fuerza de compresión libre de 14,17 kg/cm² a 30,38 kg/cm². Finalmente, se llega a la conclusión que las ventajas de los aditivos sólidos (cemento Portland tipo I) y los líquidos (aceite sulfonado) sirven para estabilizar las carreteras y mejoramiento significativamente a sus propiedades mecánicas y porcentaje de cemento asociado con aceite

Antecedentes locales

- No se encontraron antecedentes en la región de Loreto.

2.2.Bases teóricas

Al encontrarse con diferentes perspectivas en una discusión teórica de las variables de investigación, ya sea en la parte teórica o metodológica, es porque varios autores comparten la misma perspectiva argumentativa o apoyan diferentes métodos de medición. Por ello, en esta sección se han publicado varios artículos sobre estas variables para explicar estos fenómenos.

Características físicas del suelo

Análisis granulométrico

En el presente análisis se clasifica diferentes tamaños agregados presentes en el suelo. Dentro de la tabla se indica que los límites de tamaño de los componentes de suelo, considerando en cuenta la clasificación de AASHTO (Ravines, 2010).

Tabla 1

Tamaños de clasificación de componentes del suelo

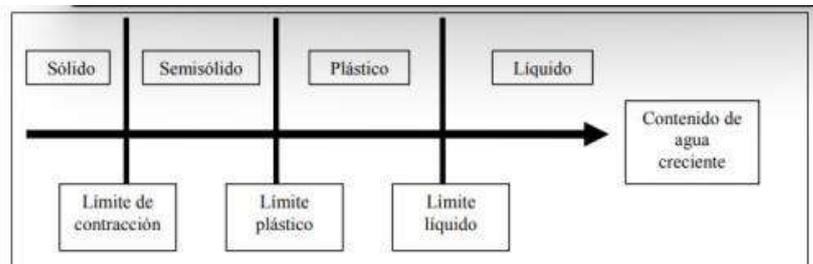
Límites de los tamaños de los componentes del suelos	
Bloques	mayor a 300 mm
Bolones	de 80 a 300 mm
Grava	de 5 a 80 mm
Arenas	de 0,08 a 5 mm
Limos	de 0,005 a 0,08 mm
Arcillas	menores a 0,005 mm

Fuente: Ravines, 2010.

Límites de consistencia o Límites de Atterberg

Es necesario estudiar, de acuerdo con la facilidad de deformación del suelo, puesto que contienen minerales arcillosos. La consistencia del suelo fino varía de acuerdo con el contenido de la humedad. Esto se debe a una gran cantidad de agua que hará que el suelo se hunda como un líquido, mientras que una baja cantidad de agua logrará activar al suelo y se comportará como un sólido quebradizo. Por lo que se considera una cantidad de agua para llevar a cabo la transformación, cuya cantidad de agua se produce en un punto límite de consistencia, los cuales se utilizan para describir suelos finos con contenido de agua variable (Ravines, 2010).

Figura 1

Límites de Atterberg

Fuente: Ravines, 2010.

Clasificación de los suelos

Los estándares peruanos más comunes son AASHTO y SUCS. AASHTO se divide en siete grupos como A-1, A-2, A-3, A-5, A-4, A-6, A-7, según su tamaño de grano y plasticidad. Los granulados en grupos se presentan en A-1, A-2, A-3. Por otro lado, los grupos A-4, 5, 6 y 7 contienen lodos cohesivos. El suelo se clasifica en diferentes grupos según LL e IP (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Tabla 2

Clasificación de materiales según AASHTO para vías

Clasificación General	Materiales granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)						Materiales limo – arcillosos (más del 35% del total pasa el tamiz N°200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de grupo	A-1-a A-1-b			A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje de material que pasa el tamiz											
N° 10	50 max										
N° 40	30 max	50max	51 min								
N° 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Características de la fracción que pasa el tamiz N° 40											
L Líquido LL				40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
I Plasticidad IP	6 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Tipo usual de material significativo constituyente	Fragmento de piedra Arena gruesa		Fineza	Grava y arena arcillosa color plata				Suelo color plata		Suelo arcilloso	
	Bueno, excelente						Pobre, justo				

Fuente: Ravines, 2010.

Características mecánicas del suelo

Ensayo Proctor

Es un ensayo comparativo, cuyo objetivo es lograr que el contenido óptimo de humedad compacta en el suelo. Por ello, la humedad, medida como porcentaje maximiza la densidad del suelo, pues se refiere a la cantidad de agua añadida para asegurar la máxima compactación (Ravines, 2010).

Capacidad de Soporte

Es la capacidad que presenta la superficie para soportar una determinada carga, pues mediante el ensayo CBR, determina la resistencia al corte del suelo cuyas condiciones controladas de humedad y densidad, se presenta en diferentes niveles de compactación para lograr el porcentaje de soporte. La capa del suelo presenta al menos 0,60 m por debajo de la capa del superior del suelo que debe ser suficientemente estable con un CBR o igual al 6 %, considerando una base vial al suelo que debe ser estable (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Valor soporte relativo: Ensayo CBR

Se considera importante, ya que es una prueba que determina la resistencia del suelo y los esfuerzos cortantes que se logra determinar la cantidad de calidad que se encuentra para diferentes niveles de desgaste que se encuentra el pavimento (Ravines, 2010).

Estabilización de Suelos

Durante este proceso, el suelo se prueba periódicamente para aprovechar sus mejores propiedades de firmeza de manera permanente y resistencia al transporte y al clima extremo. Por otro lado, el Manual vial incluye varios procesos de estabilización de suelos con emulsiones asfálticas, cemento, cal, mejoramiento combinado de suelos, que se encuentran estabilizando con geosintéticos y estabilización química. Sin embargo, es importante las pruebas de laboratorio que muestren resultados completos confirmados que deben garantizar la construcción y mantenimiento de carreteras que puedan realizar de forma sencilla y económica con maquinaria disponible (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Tipos de estabilización

Estabilización mecánica

La estabilización mecánica implica mejorar las propiedades granulares del suelo logrando mezclar con otro material y así el método que se presenta en el Perú de estabilización es el más común haciendo uso de equipos convencionales como roto compactadoras y tractores (Melendez, 2019).

La correcta aplicación de capas de pavimento con materiales granulares estabilizados depende de la correcta colocación de diversos materiales sobre superficie del pavimento y de condiciones en las que se mezclan entre sí. Por ello, se realizan cálculos anteriores en el producto obtenido que tiene jerarquía deseada, pues es creada en la mezcla seca, que se le agrega en cantidad de agua necesaria de acuerdo a la estructura proporcionada y la presión de la composición de gránulos o tierra. Un material con un valor de CBR se encuentra superior del 20 % y un módulo de elasticidad de aproximadamente de 120 MPa (17 500 psi) (Melendez, 2019).

Estabilización química

Se usa para incorporar estabilizantes, lo cual se usa comúnmente son: el cemento, cal, asfalto, cemento portland, etc. (Bravo, 2016) Por otro lado, el suelo se estabiliza con aceite sulfonado, silicato de sodio, cuyo cemento impermeabilizante y coeficiente de resistencia a la compresión, se realiza por medio del análisis como la impermeabilización y resistencia a la compresión. Según (Ravines, Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras, 2010) sostiene que los estabilizadores químicos se dividen en tres categorías como: las cubiertas de partículas del suelo, durabilidad y resistencia y por último el suelo cambia de acuerdo con las propiedades de agua y así lograr un bajo índice de plasticidad.

Estabilización con aceite sulfonado

Las ventajas de esta estabilización incluyen aspectos como la reacción final es recogida con el mismo equipo es un trabajo normal, ya que el suelo se vuelve más accesible para trabajar y más barato cuyo suelo se pierde en propiedades que absorbe el agua que consigue recuperar la energía perdida. Por otro lado, la resistencia de estas capas limita la aparición de defectos y mejora la movilidad del tráfico (Efus, 2020).

Aceite sulfonado

Los sulfonados son estabilizadores líquidos consistente derivados de sulfonados hidrocarburos bituminosos y sales minerales. Basándose en la interacción de los aditivos químicos del suelo con arcilla, dando como resultados una reacción que aumenta su resistencia de agua y mejora su comportamiento frente a la presión del tráfico (PROESTEECH, 2020).

Por otra parte, es un compuesto que se disuelve en agua y se ioniza para lograr aumentar la conductividad y el intercambio catiónico, y se obtiene a partir de naftalina de carbón que consiste en sulfuros y ácidos que reaccionan continuamente por partículas de arcilla. (Efus, 2020).

Estabilización de suelos con cemento

La estabilización afecta a ciertas propiedades que compromete los silicatos de calcio dañinos que se forman cuando partículas de cemento entran en contacto con el agua. El resultado de esta interacción es la formación de fuertes lazos entre sí con otros organismos. El primero contiene material orgánico, cuya reacción es de manera beneficiosa y el suelo con cemento genera retraso o interrumpe en gran medida los ácidos orgánicos, pues tienen un fuerte apetito por los iones de calcio, que se liberan y encienden durante la reacción inicial del cemento. Lo mismo se aplica para el espesor del suelo o la estabilidad de partículas conformado por la capa de arcilla que en gran mayoría de países requieren que el suelo tenga más del 1% o 2 % de materia orgánica en peso, esto es bueno para la cementación. Por otro lado, los sulfatos u otras sustancias hidrófilas son perjudicial, ya que no se utiliza cementos de otro tipo de tierra para lograr mejoras en resistencias mecánicas (PROESTEECH, 2020).

Pavimento rígido

Los pavimentos rígidos consisten básicamente en losas de hormigón armado o en masa que descansan directamente sobre una base de apoyo en carreteras. Por lo que su rigidez y alto módulo logra poseer elasticidad, lo que su placa absorbe la mayor parte de la carga sobre la superficie de la carretera, cuyo resultado tiene una buena distribución, por lo tanto, existe cargas muy bajas sobre la superficie de la carretera que requieren poco mantenimiento y son omnipresente en las juntas de las losas. También las losas de

concreto hidráulico se encuentran reforzados por medio de un costo inicial alto que tiene una vida útil entre los 20 a 40 años.(Montes de Oca et al., 2021).

Capas

Subrasante: Es una base preparada y compactada sobre lo que se puede construir en el pavimento cuya función de la base proporcionar un soporte de manera razonable y uniforme, y el valor de soporte no logra cambiar de manera repentina, es decir es estable por ser importante que una carga pesada. (Montes de Oca et al., 2021).

Subbase: Constituye la porción de la estructura superficial localizada entre la base y la superficie de la carretera, compuesta por una o más capas de material granular o denso. La función primordial de la subbase es prevenir el fenómeno de bombeo de suelo de grano fino, una consideración crucial especialmente en situaciones donde la carretera está expuesta a tráfico pesado. Este problema se presenta con frecuencia en el diseño de carreteras que experimentan cargas sustanciales, donde la combinación de suelo y agua puede dar lugar a situaciones no deseadas. Este aspecto es vital para garantizar la durabilidad y estabilidad del pavimento en condiciones de tráfico intensivo (Montes de Oca et al., 2021).

Losa: Es la capa superior cuya estructura del pavimento es de hormigón armado, por lo que, su capacidad portante a su alta rigidez y modulo se usa en una sola capa (Montes de Oca et al., 2021).

Tipo de pavimento rígido

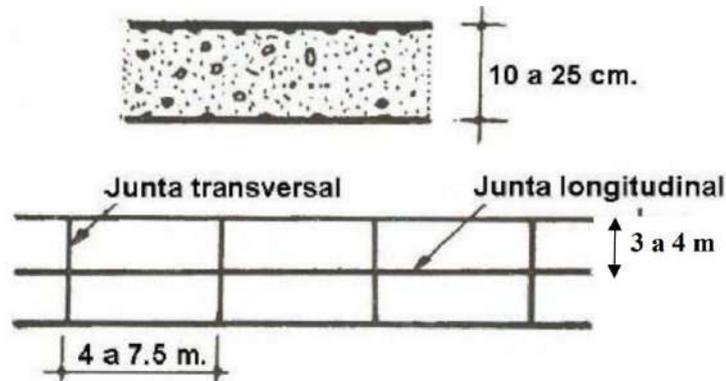
Pavimentos de concreto simple

- **Sin Dowels**

Estos tipos de pavimento no presentan refuerzo de acero o Dowels que ayude a la transferencia de cargas. Es conformado por paños de concreto menores a 6 m de y 3.5 m de ancho, este tipo de pavimento se puede usar en lugares de bajo tráfico y clima templado (AASHTO, 1993).

Figura 2

Concreto simple sin Dowels



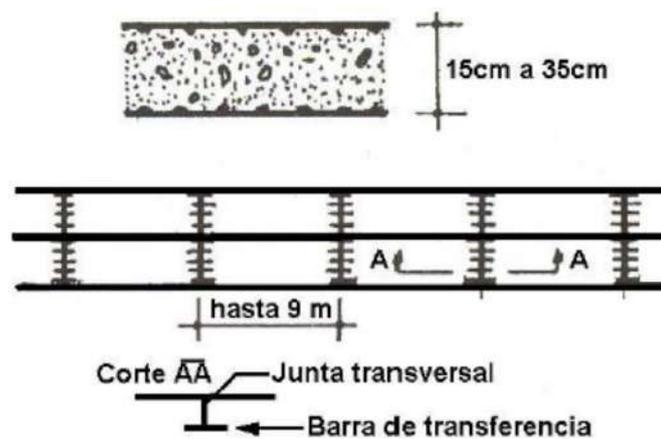
Fuente: AASHTO, 1993.

- **Con Dowels**

Son pavimentos diseñados mayormente para zonas de gran flujo vehicular, estos presentan refuerzo de acero o dowels en las juntas transversales del pavimento para que se pueda transferir la carga entre los paños (AASHTO, 1993).

Figura 3

Concreto simple con Dowels



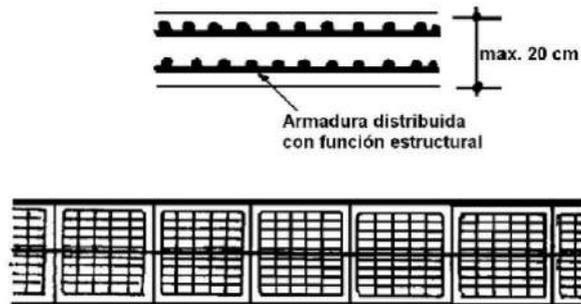
Fuente: AASHTO, 1993.

- **Pavimento de Concreto Armado con Juntas**

Estos pavimentos aparte de estar reforzado con juntas contienen acero de acuerdo en las juntas de contracción para transferir las cargas. Esto para mantener unida las posibles grietas que se formen (AASHTO, 1993).

Figura 4

Pavimentos de concreto armado con juntas



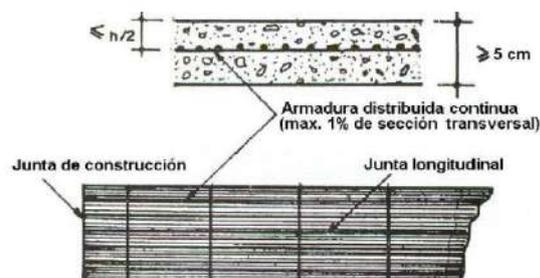
Fuente: AASHTO, 1993.

- **Pavimento de Concreto Armado continuo**

Los pavimentos de concreto armado continuo son un tipo de pavimento de hormigón que no requiere juntas de contracción transversales. Se esperan grietas transversales en la losa, generalmente a intervalos (0,5 a 1,8 m). Está diseñado con suficiente acero de refuerzo incrustado (aproximadamente 0.6-0.7% por área de sección transversal) para que las grietas se mantengan juntas firmemente. Determinar un espacio apropiado entre las grietas es parte del proceso de diseño para este tipo de pavimento (AASHTO, 1993)

Figura 5

Pavimento de Concreto Armado continuo



Fuente: AASHTO, 1993.

Grado de Importancia de la carretera

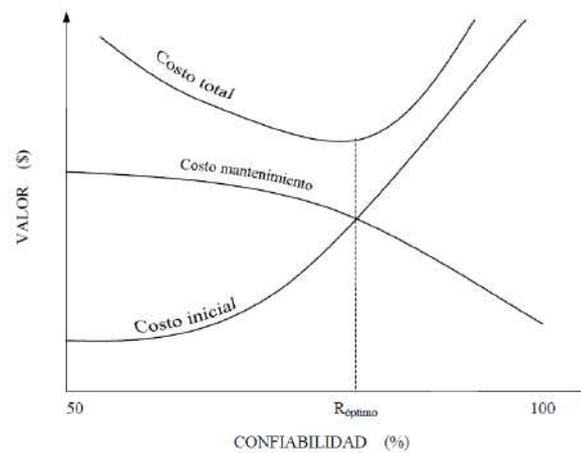
Se refiere al desempeño que se aplica al rendimiento de las carreteras, y el grado de confiabilidad es alto para las carreteras principales, ya que el grosor del pavimento es menor que el tamaño requiere, entonces provocará un desgaste acelerado y el rendimiento del uso final (AASHTO, 1993).

Optimizar el espesor de pavimento

Se refiere a obtener un grado de confiabilidad óptimo para diseñar un pavimento de bajo costo que satisfaga la demanda vehicular y se desempeñe sin inconvenientes a lo largo de su vida útil (AASHTO, 1993).

Figura 6

Nivel Óptimo de Confiabilidad



Fuente: AASHTO, 1993.

Diseño Método AASHTO 93

Este método de diseño se realizó en base a ensayos de carreteras para un diseño estructuras y el desempeño de estas. El método se ha convertido en el más usado por la poca complejidad y la gran información que se maneja del mismo, contiene parámetros que se detallan de acuerdo al proceso de ejecución (Serrano & Villanueva, 2022).

Procedimiento de diseño

El enfoque AASHTO-1993 destinado al diseño de pavimentos flexibles se centra principalmente en la determinación de un "número estructural (SN)" que sea capaz de resistir la carga aplicada al pavimento. Para calcular este número estructural, el método se apoya en una ecuación que establece una relación entre los coeficientes y sus respectivos números estructurales. La obtención de estos valores estructurales se realiza

a través de la utilización de un programa especializado (AASHTO 93). Este software demanda datos de entrada tales como la cantidad de ejes equivalentes, el nivel de servicio esperado, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa que se encuentra en proceso de análisis (Monsalve et al., 2012).

Variables de diseño método AASHTO

Tránsito

La determinación de los espesores a través de este procedimiento se apoya en la evaluación de las cargas acumuladas durante el lapso de diseño. Es esencial llevar a cabo un análisis minucioso del flujo vehicular, abarcando aspectos como la composición de los vehículos, el tránsito promedio anual, el factor relacionado con los camiones y el total acumulado de ejes en circulación (Aristizabal et al., 2014).

Serviciabilidad

La exigencia fundamental de un pavimento es garantizar a los usuarios una conducción segura y cómoda en un momento específico (Aristizabal et al., 2014).

Tabla 3

Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía

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

Fuente: AASTHO, 1993.

- **Índice de servicio inicial**

Representa el nivel de desempeño de un pavimento que ha sido construido o renovado recientemente; los valores típicos son 4.2 para pavimentos flexibles y 4.5 para pavimentos rígidos.

- **Índice de servicio terminal**

Representa el índice de servicio mínimo que puede considerarse aceptable para un pavimento específico; los valores comunes oscilan entre 1.5 para carreteras de baja importancia y entre 2.5 y 3.0 para vías principales.

Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad

La información proporcionada previamente nos capacita para identificar la reducción en el índice de servicio, indicando una degradación progresiva en la calidad del servicio de la carretera, causada por el deterioro del pavimento. Por consiguiente (Aristizabal et al., 2014):

$$\Delta PSI = p_o - p_t \quad 10$$

Donde:

PSI = Índice de servicio presente

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado.

p_o = Índice de servicio inicial

p_t = Índice de servicio final ¹¹

Confiabilidad

Se refiere al nivel de confianza o certeza asociado a una opción de diseño particular, evaluando la probabilidad de que el pavimento pueda resistir el número de repeticiones de carga aplicado a lo largo de su vida útil. A medida que se opte por un valor R (nivel de confiabilidad) más elevado, se requerirán dimensiones mayores en términos de espesores (Aristizabal et al., 2014).

Tabla 4

Niveles de confiabilidad por tipo de vía

Clasificación funcional	Nivel de Confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: AASTHO, 1993.

Tabla 5

Determinación de la desviación estándar normal Z_R a partir de la confiabilidad

Reliability, R (percent)	Standard Normal Deviate, Z_R
50	-0 000
60	-0 253
70	-0 524
75	-0 674
80	-0 841
85	-1 037
90	-1 282
91	-1 340
92	-1 405
93	-1 476
94	-1 555
95	-1 645
96	-1 751
97	-1 881
98	-2 054
99	-2 327
99 9	-3 090
99 99	-3 750

Fuente: AASTHO, 1993.

Desviación estándar del sistema (S_o)

El valor de la desviación estándar (S_o) seleccionado debe reflejar las condiciones específicas del entorno local. Aunque se sugiere su aplicación en términos generales, es posible realizar ajustes según la experiencia y las particularidades del uso local (Aristizabal et al., 2014).

Tabla 6

Valores recomendados para la desviación estándar (S_o)

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0,35 — 0,50

Fuente: AASTHO, 1993.

Módulo resiliente efectivo

Representa el módulo resiliente promedio que resulta en un nivel de deterioro del pavimento (U_f) equivalente al que se obtendría mediante el uso de valores modulares estacionales (Aristizabal et al., 2014).

Módulo resiliente para la subrasante

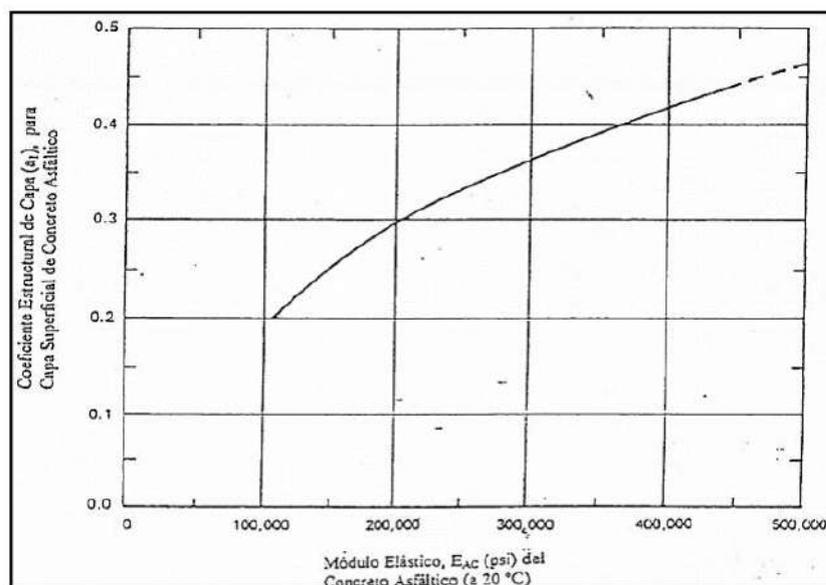
Para materiales de subrasante con un Índice de Soporte California (CBR) igual o inferior al 7.2%, se establece que el Módulo Resiliente (MR) será calculado como 1,500 multiplicado por el CBR. En el caso de materiales de subrasante con un CBR superior al 7.2% pero igual o inferior al 20.0%, se aplica otro criterio. El cálculo del Módulo Resiliente (MR) se realiza mediante la fórmula $MR = 3,000 * (CBR)^{0.65}$. En el caso de materiales de subrasante con valores de Índice de Soporte California (CBR) iguales o superiores al 20.0%, se deben emplear otras formas de correlación, como la que sugiere la Guía de Diseño AASHTO93 (Zarate, 2005).

Módulo resiliente para la sub base, base y concreto asfáltico

Los valores de Índice de Soporte California (CBR) de la capa base y sub base y luego, se determina el módulo resiliente a través de las curvas representativas correspondientes (Aristizabal et al., 2014).

Figura 7

Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)

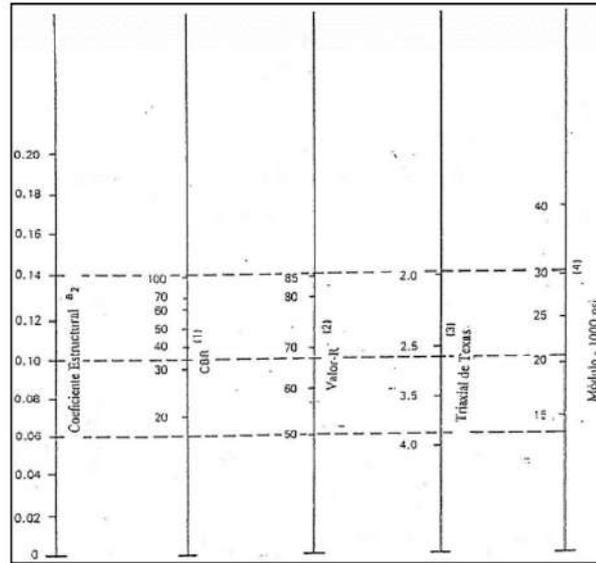


Fuente: AASTHO, 1993.

En la figura que sigue, se utiliza para calcular el coeficiente estructural en la capa a2, a través del nomograma presentado en la guía AASHTO93 (Aristizabal et al., 2014).

Figura 8

Variación del coeficiente de capa de base granular, a2, con parámetros diferentes

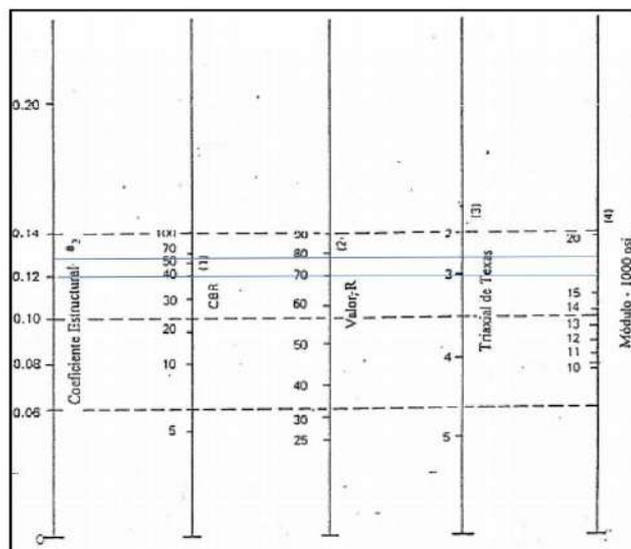


Fuente: AASTHO, 1993.

En la figura siguiente, se utiliza para calcular el coeficiente estructural en la capa a3, a través del nomograma presentado en la guía AASHTO93 (Aristizabal et al., 2014).

Figura 9

Variación del coeficiente de capa sub base granular, a3



Fuente: AASTHO, 1993.

Coefficientes estructurales (ai)

En el caso de materiales y/o combinaciones de sub base y bases no tratadas, se emplea el procedimiento de prueba AASHTO T-274, que facilita la evaluación del módulo de elasticidad dinámico. En lo que respecta a las mezclas asfálticas y suelos estabilizados (Aristizabal et al., 2014):

Los procedimientos de evaluación del módulo elástico involucran la aplicación de los métodos de prueba ASTM D4123 o ASTM C469. Estos métodos proporcionan la determinación del valor del módulo elástico. Alternativamente, se tiene la opción de utilizar una serie de gráficos y tablas, disponibles en AASHTO 1993.

Las magnitudes típicas para los coeficientes estructurales son las siguientes:

- Para la mezcla asfáltica densa en caliente: 0.44 pulgadas.
- En el caso de la base granular: 0.14 pulgadas.
- Para la sub base granular: 0.11 pulgadas.

Drenaje

El valor de este factor se encuentra condicionado por dos variables: la eficiencia del sistema de drenaje, la cual se evalúa en función del tiempo necesario para la evacuación del agua del pavimento, y el porcentaje de tiempo en el cual el pavimento se encuentra expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación a lo largo del año. Este porcentaje está influenciado por la precipitación anual promedio y las características del sistema de drenaje. En este contexto, la AASHTO establece cinco categorías de capacidad de drenaje, las cuales se detallan en la siguiente tabla (Zarate, 2005).

Tabla 7

Capacidad de drenaje

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

Fuente: AASTHO, 1993.

Tabla 8

Coefficientes de drenaje recomendados

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimentos está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
Buena	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
Deficiente	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

Fuente: AASTHO, 1993.

Número estructural

El diseño de pavimentos flexibles se fundamenta principalmente en la identificación de un "número estructural (SN)" que pueda resistir la carga solicitada. Para calcular este número estructural, el método se basa en una ecuación que vincula los coeficientes con sus correspondientes números estructurales. Estos números se determinan mediante el uso de un software específico (AASHTO 93), el cual requiere datos de entrada como el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa en análisis. A continuación, se presenta la ecuación que describe este proceso (Zarate, 2005):

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

donde:

a = Coeficiente estructural

D = Espesor en pulgadas

m = Coeficiente de drenaje ¹⁸

Parámetros de diseño

Es necesario definir los parámetros para iniciar el diseño vial. El ESAL de diseño, CBR de diseño y nivel de confiabilidad son otros parámetros que se identificarán más adelante (Serrano & Villanueva, 2022).

Figura 10

Parámetros de diseño AASHTO 93

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{11}}{(D+25.4)^{4.75}}} + (4.22 - 0.32P) S_o \text{Log}_{10} \left(\frac{M, C_{d,1}(0.09D^{0.13} - 1.132)}{1.51k \left(0.09D^{0.25} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Parámetros empleados en la fórmula.	
W18	Número de cargas de 18 kips.
Zr	Desviación estándar combinado, el valor de Zr (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.
So	Error estándar combinado de todas las variables
D	Espesor de la losa del pavimento en pulg.
ΔPSI	Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.
Pt	Serviciabilidad final.
Mr	Módulo de rotura del concreto en psi.
J	Coefficiente de transferencia de carga.
Cd	Coefficiente de drenaje.
Ec	Módulo de elasticidad del concreto, en psi
K	Módulo de reacción de la sub rasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg).

Fuente: Balcázar y Luque, 2020.

Variables de Diseño

- **Variables de tiempo**

Se consideran que el pavimento es útil, es decir el tiempo transcurrido desde el inicio de operatividad del pavimento hasta el momento en que no es transitable por el mismo deterioro, también repercute el periodo de análisis que se refiere al tiempo en el cual será diseño el pavimento (AASHTO, 1993).

- **Transito**

El método AASHTO 93 sostiene que los pavimentos se proyectan para lograr la resistencia determinando el tráfico. Está compuesto por diferentes vehículos de distintos tamaños y ejes, que producen deformaciones en el pavimento. Para cuestiones de diseño el transito se transforma en número de cargas de 18 Kips (80KN) o ESAL (Equivalent Single Axle Load) (AASHTO, 1993).

Factor equivalente de carga (LEF)

Se utilizan para determinar el efecto perjudicial relativo del tráfico real en los pavimentos de las carreteras. Con base en equivalent axle load factor (EALF), se calcula el tráfico de

diseño, pues sirve de entrada principal para la estructura del pavimento y la determinación de requisitos para materiales de carreteras (AASHTO, 1993).

$$LEF = \frac{N^0 \text{ de ESALs de 80 kN que produce una pérdida de serviciabilidad}}{N^0 \text{ de ejes x kN que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

- **Factor Camión**

Se refiere a los daños ocasionados por los ejes de vehículos sumados que se denota por el número ESAL del vehículo (AASHTO, 1993).

- **Confiabilidad**

La confiabilidad de un pavimento se mide en ESALs.

$$R (\%) = 100 P(N_t > N_T)$$

Donde :

N_t = Número de ESALs de 80 kN que llevan al pavimento a su serviciabilidad final.

N_T = Número de ESALs de 80 kN previstos que actuarán sobre el pavimento en su período de diseño (vida útil).

El ESAL de diseño para una confiabilidad es:

$$\text{Log (ESALs}_{\text{diseño}}) = \log N_T + Z_R \times S_0$$

Donde Z_R es el área bajo la curva de distribución, correspondiente a la curva estandarizada. Por ejemplo para $R = 90 \%$, $Z_R = 1.28$.

Sea $N_T = 1 \times 10^6$ $R = 90 \%$ $Z_R = 1.28$

$$\text{Log (ESALs}_{\text{diseño}}) = \log 1 \times 10^6 + 1.28 * 0.49 = 6.6272 \longrightarrow \text{ESALs}_{\text{diseño}} = 4.238 \times 10^6$$

2.3. Bases conceptuales o definición de términos básicos

Suelos

El suelo es una capa delgada cuyo material se encuentra en la superficie terrestre, puesto que resulta debido a la descomposición o transformación química y física de acuerdo a las rocas y restos de actividades biológicas (Crespo, 2004).

Pavimentos

Crespo (2004) sostiene que el grupo de capas de materiales seleccionados se denomina pavimento, ya que recién de manera directa la carga del vehículo y la capa inferior que transfiere de la misma manera que se logra al rodar la superficie para una operación de manera eficiente.

Aceite sulfonado

Es un compuesto que permite disolver en agua y se logra ionizar para aumentar la conductividad para facilitar el intercambio catiónico. Extraído la porción de naftalina del

carbón, por lo que está compuesto por sulfuros ácidos que reaccionan de manera constante al contacto de las partículas de arcilla (Camacho, Reyes & Mayorga, 2008).

Cemento Portland

Es una grava hidráulica cuyo material que está compuesto por un material inorgánico finamente molido que se mezcla con agua para formar una pasta que fragua que logre mantenerse su fuerza y estabilidad incluso bajo el agua (CEMEX, 2019).

Cemento tipo I

Cemento de uso general adecuado para todas las aplicaciones en las que no se requieren las propiedades especiales de otros cementos. Sus aplicaciones en el hormigón incluyen pavimentos, suelos, puentes, tanques, tuberías, bloques de ladrillo y prefabricados de hormigón. (CEMEX, 2019).

Subrasante

Este soporte se encuentra preparado y compactado de forma natural y su función es proporcionar un soporte bastante uniforme sin cambios repentinos dentro del soporte. (Chávez & Odar, 2019).

Ensayo CBR

Esta prueba determina la resistencia del suelo promedio de constante esfuerzos cortantes y determina la calidad del suelo para diferentes niveles de desgaste del pavimento (Ravines, 2010).

Arcilla

Está formado por suelos resultantes de acuerdo con la descomposición química y mineral de las rocas, ya que son flexibles cuando se encuentran húmedas y duros; también limitan la entrada del agua (Altamirano & Díaz, 2015).

Método AASHTO 93

Por medio de este método se logra realizar un proyecto completo de acuerdo con la construcción de pavimentos, introduciendo secuencialmente parámetros calculados de manera ordenada de izquierda a derecha calculados, con la finalidad de comprender y organizar mejor la entrada de los datos (American Association of state Highway Transportation Officials, 2010).

CAPÍTULO III. SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Formulación de hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

- 3.1.1.1. . La estabilización de la sub rasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos mejora al utilizar una combinación adecuada del aditivo aceite sulfonado más cemento.

3.1.2. Hipótesis específicas

- 3.1.2.1. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo en condiciones naturales no cumplen con los parámetros permisibles para el diseño y construcción de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.
- 3.1.2.2. La adición del aditivo aceite sulfonado con cemento mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.
- 3.1.2.3. Se determina que la aplicación del aditivo aceite sulfonado y cemento mejora los índices del CBR de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.
- 3.1.2.4. El uso del aditivo aceite sulfonado y cemento incrementa el CBR y se presenta como mejor alternativa para el diseño de pavimento rígido que un suelo sin estabilizar, en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.

3.2. Variables y operacionalización de variables

Variable independiente: El aceite sulfonado y cemento

Variable dependiente: La subrasante

Tabla 9
Operacionalización de las variables

VARIABLE	D.CONCEPTUAL	D.OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Aceite sulfonado y cemento	<p>El aceite sulfonado es un compuesto orgánico que presenta solubilidad en el agua, deriva de la hulla, específicamente de su fracción naftalénica, está formado por ácidos como sulfuros, donde tienden a reaccionar con las partículas de arcilla cuando entran en contacto (Camacho-Tauta, Reyes-Ortiz, & Mayorga- Antolínez, 2008).</p> <p>Mientras que el cemento es un polvo fino que se consigue a partir de la calcinación de caliza, arcilla y mineral de Fe a una temperatura de 1450°C. Esto da como producto al clínker (componente principal del cemento), que se pulveriza finamente junto con el yeso y otros aditivos químicos para generar cemento. Siendo el cemento tipo Portland la más usada durante las construcciones (Pradas, 2019).</p>	<p>El aceite sulfonado se refiere a un aditivo empleado en procesos industriales, particularmente en la producción de mezclas de concreto. Para su medición, se utilizará la unidad de litros por metro cúbico (L/m³). Con el propósito de regular su aplicación, se establece una dosis recomendada que oscila entre 0.3 y 0.35 litros por metro cúbico de mezcla. Este rango proporciona la flexibilidad necesaria para adaptarse a las exigencias específicas del proceso, permitiendo ajustes precisos según las condiciones y requisitos particulares.</p> <p>En cuanto al cemento, esta se define como el componente principal dentro de la mezcla de concreto. Su medición se llevará a cabo en términos de porcentaje (%), representando el porcentaje de cemento con respecto al volumen total de la mezcla. Para regular su proporción en la mezcla, se establece una dosis recomendada que varía entre el 1.5% y el 3%. Este rango ofrece margen para adaptarse a diversas</p>	Aceite sulfonado	Dosis de 0.3 a 0.35L/m ³	Nominal
			Cemento	Dosis de 1.5 a 3%	Nominal

VARIABLE	D.CONCEPTUAL	D.OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
		necesidades y condiciones específicas de aplicación, permitiendo ajustes precisos en función de los requerimientos particulares de cada situación.			
Sub rasante	Es el área de la carretera finalizada a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), que soporta la estructura del afirmado o pavimento. En tal sentido, esta superficie es parte del prisma de la carretera y asienta al pavimento, y se construye entre el terreno natural explanada o allanado y la estructura del pavimento (MEF, 2015).	La variable subrasante se define operacionalmente mediante la medición y evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo que sustenta el pavimento, así como su influencia en las decisiones de diseño del pavimento rígido. Estas mediciones y evaluaciones son fundamentales para garantizar la durabilidad, estabilidad y seguridad del pavimento en un proyecto de construcción de carreteras.	Propiedades físicas de subrasante	Granulometría	Nominal
				Límites de Atterberg	
				Contenido de humedad	
			Propiedades mecánicas de subrasante	Máxima Densidad Seca (g/cm^3)	Nominal
				Contenido Óptimo de Humedad (%)	
				Capacidad de Soporte del suelo (%)	
			Diseño del pavimento rígido	Estudio de tráfico	Nominal
				Estudio topográfico	
				Estudio de suelos	
Cálculo del espesor del pavimento					

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Definición teórica de variables

Definición teórica

Aceite sulfonado

Compuesto orgánico que presenta solubilidad en el agua, deriva de la hulla, específicamente de su fracción naftalénica, está formado por ácidos como sulfuros, donde tienden a reaccionar con las partículas de arcilla cuando entran en contacto (Camacho-Tauta et al., 2008).

Cemento

Es un polvo fino que se consigue a partir de la calcinación de caliza, arcilla y mineral de Fe a una temperatura de 1450°C. Esto da como producto al clínker (componente principal del cemento), que se pulveriza finamente junto con el yeso y otros aditivos químicos para generar cemento. Siendo el cemento tipo Portland la más usada durante las construcciones (Pradas, 2019).

Subrasante

Es el área de la carretera finalizada a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), que soporta la estructura del afirmado o pavimento. En tal sentido, esta superficie es parte del prisma de la carretera y asienta al pavimento, y se construye entre el terreno natural explanado o allanado y la estructura del pavimento (MEF, 2015).

CAPÍTULO IV. METODOLOGIA

4.1.Ámbito o lugar de ejecución

El ámbito de estudio para la investigación se define de manera específica y geográfica, centrándose en las carreteras no pavimentadas situadas en la Provincia de Requena, dentro del Departamento de Loreto.

Este enfoque geográfico delimita claramente el alcance de la investigación, concentrándose en una región específica de importancia, que es la Provincia de Requena en el Departamento de Loreto. La elección de carreteras no pavimentadas indica la relevancia de abordar problemas asociados con la infraestructura vial en entornos menos urbanizados y con características específicas.

Al focalizarse en esta área geográfica y tipo de carreteras, la investigación busca entender cómo la interacción entre el aceite sulfonado y el cemento puede influir en la estabilización de la subrasante en un contexto particular. Esta delimitación geográfica y de tipo de carretera garantiza que los resultados obtenidos sean específicos y aplicables a situaciones similares dentro de la Provincia de Requena, ofreciendo así conclusiones y recomendaciones relevantes para la mejora de las condiciones de las carreteras no pavimentadas en esa región específica.

4.2.Tipo y Nivel de investigación

Nivel de estudio

La investigación por su nivel característico es explicativa. Según Sánchez & Reyes (2015), su propósito es elucidar los fenómenos y analizar sus conexiones para comprender su estructura y los elementos que influyen en su dinámica. Estos estudios, de elevada complejidad, dan origen a teorías, leyes o proposiciones completamente innovadoras. La complejidad de estos estudios es significativa, y en líneas generales, los resultados se transforman en lecturas imprescindibles para los profesionales del campo correspondiente. Su enfoque se dirige a examinar las razones detrás de los eventos físicos o sociales, poniendo énfasis en la explicación de por qué y en qué condiciones ocurre un fenómeno, así como en la relación entre dos o más variables.

Con base en la información previamente proporcionada, esta investigación tiene como foco principal comprender la influencia del aceite sulfonado y el cemento en la estabilización de la subrasante de una carretera específica. Su objetivo es explicar las

relaciones causales entre la aplicación de estos elementos y los efectos resultantes en las propiedades de la subrasante.

Tipo de estudio

- **En función del Propósito:**

Por otro lado, en función del propósito, el tipo de estudio es aplicado. Tal como indica Lozada (2014) este tipo de estudio tiene como finalidad solucionar un problema o fenómeno en específico, centrándose en la pesquisa y consolidación de la información para su uso y, por consiguiente, para el enriquecimiento del desarrollo científico y cultural.

Basándonos en la información previamente proporcionada, este estudio adopta un enfoque aplicado al buscar implementar los resultados obtenidos en un contexto específico. En otras palabras, se centra en mejorar la estabilidad de la subrasante en una carretera particular, con implicaciones prácticas significativas para el diseño y mantenimiento de infraestructuras viales.

- **Por su nivel de profundidad:**

Por su nivel de profundidad es explicativo. De acuerdo con Ramos (2020) el alcance explicativo tiene como fin puntualizar los orígenes de los sucesos o fenómenos que se evalúan. En otras palabras, trata de explicar porque un fenómeno sucede y cuáles son las condiciones donde se manifiesta, o porque 2 o más variables se asocian.

Con base en la información previamente presentada, la investigación aspira a superar la mera descripción de fenómenos al esforzarse por explicar la relación causal entre la aplicación de aceite sulfonado y cemento y la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos. Su enfoque se centra en identificar los factores que inciden en la estabilización y comprender la complejidad de las interacciones entre estas variables.

- **Por la naturaleza de los datos y la información:**

Por su naturaleza de los datos y la información es cuantitativa porque se ha estudiado y analizado a través de varios ensayos cuantitativos o medibles, para obtener explicaciones y contrastarlas con nuestras hipótesis. Como señala Neill y Cortez (2018) la investigación cuantitativa se basa en los aspectos numéricos para investigar, analizar y comprobar

información y datos. Aparte, este tipo de estudio está enfocado a comprobar de forma deductiva las proposiciones formuladas en la investigación, esto es promedio de la elaboración de hipótesis en base a la asociación de variables para que después sean sometidas a medición con el objetivo de aceptarlo o refutarlo.

Con base en la información previamente presentada, el estudio emplea métodos cuantitativos para la recolección y análisis de datos. Esto implica la medición precisa de variables específicas asociadas a la estabilización de la subrasante mediante la aplicación de aceite sulfonado y cemento, posibilitando así un análisis detallado y estadístico de los resultados obtenidos.

- **Por los medios para obtener los datos:**

Por los medios para conseguir la data es de laboratorio porque es de tipo experimental, debido a que se ejecutaron diferentes ensayos para determinar las propiedades físicas como mecánicas del suelo antes y después del uso del aceite sulfonado más cemento en las proporciones ya definidas. Al respecto Sánchez et al. (2018) explica que en esos estudios el indagador controla y manipula algunas variables para ver las incidencias sobre algún fenómeno en particular.

Basándonos en la información previamente expuesta, la investigación se clasifica como experimental debido a la manipulación controlada de variables, específicamente la aplicación de aceite sulfonado y cemento, con el objetivo de evaluar su impacto en la estabilización de la subrasante. A pesar de llevarse a cabo en un entorno real de carretera, ciertos elementos, como la aplicación de tratamientos específicos y la recopilación de datos cuantitativos, refuerzan su naturaleza experimental. La descripción de esta intervención controlada, aun en un entorno de carretera, comparte similitudes con la manipulación de variables típicamente asociada a un diseño experimental más convencional en un entorno de laboratorio.

- **Por la mayor o menor manipulación de variables:**

Por la menor o mayor manipulación de variables es de tipo experimental porque se ha manipulado las variables en circunstancias reguladas, repitiendo el suceso o evento y observando el grado en que las variables involucradas producen un resultado determinado, permitiendo de esta manera la contrastación con nuestras hipótesis Hernández y Mendoza (2018) explican que este diseño dispone de un solo grupo

controlado mínimamente y, por lo general, este diseño nos aproxima a la realidad de estudio.

Con base en los datos previamente expuestos, se clasifica la investigación como experimental debido a la manipulación controlada de variables específicas, en este caso, el aceite sulfonado y el cemento, bajo condiciones reguladas. Este diseño experimental posibilita al investigador evaluar de manera sistemática y controlada el efecto de las variables manipuladas en el proceso de estabilización de la subrasante de la carretera en análisis.

- **Según el tipo de inferencia:**

El método es hipotético-deductivo, según Hernández (2008) es una forma de razonamiento que se basa en la formulación de hipótesis o suposiciones y luego deduce las consecuencias lógicas que podrían seguirse de esas hipótesis. Es comúnmente utilizado en la investigación científica y en la resolución de problemas complejos. En este tipo de razonamiento, se parte de una hipótesis o suposición inicial y se derivan conclusiones específicas a través de un proceso deductivo. La validez de la conclusión depende de la validez de la hipótesis inicial. Si la hipótesis es verdadera y el razonamiento es válido, la conclusión también será válida.

Basándonos en la información previamente proporcionada, el método hipotético-deductivo implica la formulación de hipótesis específicas sobre la influencia del aceite sulfonado y el cemento en la estabilización de la subrasante. A partir de estas hipótesis, se diseñan experimentos que buscan poner a prueba de manera controlada las relaciones propuestas. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis de los datos recopilados para confirmar o refutar las hipótesis iniciales. Este enfoque metodológico permite establecer conexiones causales y contribuye a la generación de conocimiento sobre la efectividad de los tratamientos aplicados en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.

- **Según el periodo temporal en que se realiza:**

Por otro lado, de acuerdo al periodo temporal en que se ejecuta la indagación es longitudinal, se lleva a cabo a lo largo de las diferentes fases de la investigación, con la final de equiparar la data lograda durante la indagación, con la muestra o población (Cabezas et al., 2018).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, la investigación opta por un enfoque de corte longitudinal al analizar los datos a lo largo del tiempo. Esta elección metodológica posibilita la observación detallada y la evaluación de la evolución de las condiciones de la subrasante en respuesta a la aplicación continua de los tratamientos. Al seguir este enfoque, se busca capturar y entender los cambios a lo largo de un periodo temporal, proporcionando una visión más completa y dinámica de la influencia del aceite sulfonado y el cemento en la estabilización de la subrasante.

- **De acuerdo con el tiempo en que se efectúan:**

De igual, según al tiempo en que se realiza la indagación es diacrónica. Tal como señalan Abad et al. (2009) son estudios que analizan una problemática durante un largo periodo con el fin de comprobar los cambios que podrían suceder.

Conforme a la explicación previa, la investigación se caracteriza como diacrónica al analizar las transformaciones que ocurren a lo largo del tiempo en la estabilización de la subrasante. Esta aproximación brinda una perspectiva histórica sobre cómo los tratamientos impactan en la carretera de estudio.

4.3.Población y muestra

4.3.1. Descripción de la población

Es el total de elementos (individuos u objetos) de los que desea conocer o investigar. Es ideal que la población sea definida a partir de los objetivos de la investigación (Ñaupas et al., 2018). En tal sentido, para esta investigación está conformado por la carretera no pavimentada Jenaro Herrera - Colonia Angamos con una longitud de 97.847 km.

En primer lugar, la elección de esta carretera específica proporciona una base concreta y detallada para la investigación. Al limitar el ámbito a una vía particular, se permite una exploración exhaustiva y focalizada de los efectos de la estabilización de la subrasante mediante el uso de aceite sulfonado y cemento. Esto asegura que los resultados obtenidos sean aplicables de manera directa a las condiciones específicas de esta carretera no pavimentada, ofreciendo soluciones y recomendaciones específicas para posibles mejoras.

La longitud precisa de la carretera (97.847 km) también refleja la extensión real de la infraestructura vial que se analizará. Esta especificidad facilita la recopilación de datos detallados y la evaluación de la influencia del aceite sulfonado y el cemento a lo largo de

toda la extensión de la carretera. Además, la longitud establecida sirve como una variable clave para entender cómo las intervenciones propuestas pueden impactar en diferentes secciones de la vía, proporcionando una visión más completa y contextualizada.

Asimismo, al centrarse en una carretera no pavimentada específica en el Distrito Jenaro Herrera, se considera la relevancia práctica de la investigación en el ámbito local. La elección de esta ubicación específica se alinea con la necesidad de abordar desafíos particulares asociados con las carreteras no pavimentadas en contextos menos urbanizados, donde las condiciones del terreno y los materiales disponibles pueden presentar características únicas.

4.3.2. Muestra y método de muestreo

Por otro lado, Ñaupas et al. (2018) indican que la muestra es el subconjunto de la población, vale decir, es el fragmento más pequeño del universo o total. Igualmente, con el propósito de limitar o definir la cantidad muestral, se usó el muestreo no probabilístico intencional. Ñaupas et al. (2018) expresan que para este tipo la selección de los elementos no está sujeta con la probabilidad, sino en las particularidades del estudio y del criterio del indagador en base a la necesidad observada directamente. Para esta ocasión, la muestra está constituida por los 10 km de la carretera, es decir de la progresiva 00+ 000 km a 10+000 km, debido a que su CBR varía entre 6.67% a 14.64%, clasificando a la subrasante como muy pobre a regular.

4.3.3. Criterios de inclusión y exclusión

En primer lugar, la elección de los primeros 10 km se basa en una evaluación específica del CBR, que varía entre 6.67% y 14.64%. Esta variabilidad en el índice CBR indica que la subrasante se clasifica como muy pobre a regular en términos de capacidad de soporte. Al enfocarse en esta sección inicial de la carretera, donde la calidad de la subrasante presenta esta variación significativa, la investigación puede capturar una gama de condiciones representativas y evaluar de manera más precisa la eficacia de la estabilización propuesta con aceite sulfonado y cemento.

Además, la limitación de la muestra a los primeros 10 km permite una atención específica en una porción manejable de la carretera, facilitando la recopilación detallada de datos y la implementación eficiente de las intervenciones. Esto es particularmente valioso en un

contexto de investigación aplicada, donde la gestión eficaz de recursos y la obtención de resultados concretos son esenciales.

El enfoque en esta sección inicial también puede proporcionar información valiosa sobre la evolución de las condiciones de la subrasante a medida que avanza en la progresiva kilométrica. Comprender cómo la estabilización afecta las variaciones iniciales en el CBR puede ofrecer conocimientos significativos sobre la durabilidad y el rendimiento a largo plazo de la intervención.

4.4. Diseño de investigación

Diseño de estudio

El diseño de estudio es cuasiexperimental. Para Hernández et al. (2014) el diseño cuasiexperimental es una metodología de investigación que comparte algunas características con los diseños experimentales clásicos, pero difiere en la asignación de los participantes o las unidades a las condiciones de estudio. A diferencia de los diseños experimentales puros, en los cuales los participantes son asignados aleatoriamente a grupos de tratamiento y control, en los diseños cuasiexperimentales, esta asignación no es completamente aleatoria o controlada por el investigador.

Por lo descrito anteriormente, la investigación se ajusta al diseño cuasiexperimental debido a la asignación no aleatoria de la intervención, la realización en un entorno natural y la falta de un grupo de control completamente comparable. Estas características son fundamentales en la identificación y evaluación de la influencia del aceite sulfonado y el cemento en la estabilización de la subrasante en condiciones del mundo real, donde la manipulación experimental completa puede ser logísticamente desafiante o impracticable.

4.5. Métodos, técnicas e instrumentos

4.5.1. Método

Por la naturaleza de los datos y la información es cuantitativo. Según Neill y Cortez (2018) es un método de indagación que busca a poner a prueba hipótesis mediante herramientas de análisis estadístico y matemático para detallar, predecir y explicar fenómenos a través de datos numéricos. Mientras que acorde al tipo de inferencia será deductivo, que tal como expresa Prieto (2017) es una averiguación que usa un pensamiento que parte del razonamiento más general centrado en principios o leyes a un

hecho particular, vale decir este proceso lógico permite generar conclusiones, partiendo de una serie de principios.

4.5.2. Técnicas

Las técnicas de tomas de datos abarcan acciones y procedimiento que le facilita al indagador conseguir la información precisa para dar respuesta a su cuestionamiento formulada en la investigación (S. Hernández & Duana, 2020). Para esta investigación las técnicas que fueron empleadas son: la observación y el análisis documental.

- La observación es una técnica muy usada en el campo de la ingeniería vial, ya que permite analizar los problemas que dañan a la carretera en estudio. Aparte, favorece en la selección del tramo a evaluar y en definir cuantas calicatas se realizarán por cada km. En ese sentido, esta técnica facilita conseguir los datos in-situ donde suceden los fenómenos o hechos, mediante instrumentos que recopila, registra y extrae la información solicitada para la medición de los indicadores en estudio, para que luego sean procesados, analizados e interpretados.
- A través del análisis documental, se logró extraer nociones de los textos de consultas, artículos de investigación e informes publicados, relacionados con el uso de aceite sulfonado más cemento para el mejoramiento del CBR del suelo, así como el diseño de un pavimento rígido basado en la metodología AASHTO 93, que serán utilizados para desarrollar todo el marco teórico. Por otro lado, la parte experimental para determinar las características del suelo de la subrasante, fue necesario la recolección, análisis e interpretación de las normas para la ejecución del ensayo en laboratorio ya sean las NTP o ASTM y para el diseño, se utilizaron las diferentes guías elaboradas por el MTC; con la finalidad de conseguir resultados técnicamente validados y sean bases para otras investigaciones geotécnicas.

4.5.3. Instrumentos

Citando a Arias (2012) un instrumento es algún recurso, formato o dispositivo, ya sea en papel o digital, que se usa para conseguir, reunir o apuntar datos, durante el desarrollo de la investigación. Para esta averiguación los instrumentos que fueron usados para la toma de datos ya sea en campo como en laboratorio son las fichas de registros.

4.5.3.1. Validación de los instrumentos para la recolección de datos

La validación se realizará a través del juicio de expertos por 3 ingenieros civiles egresados de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Este es un método útil para demostrar la validación del instrumento, debido a que se basará en la opinión informada de especialistas de la materia que podrán dar datos, valoraciones, evidencias y juicios.

4.5.3.2. Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de los datos

La confiabilidad del instrumento se estableció a partir de la realización de múltiples ensayos, 30 pruebas en total. Durante este proceso, se mantuvo un rango de resultados consistente, proporcionando una medida de la coherencia y estabilidad del instrumento a lo largo de las evaluaciones. Esta consistencia en los resultados contribuye a fortalecer la confiabilidad del instrumento, asegurando que mida de manera precisa y consistente las variables que se están evaluando.

La combinación de la validación a través del juicio de expertos y la confiabilidad derivada de ensayos repetidos respalda la solidez y utilidad del instrumento en el contexto de la investigación.

4.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

4.6.1. Datos a registrar

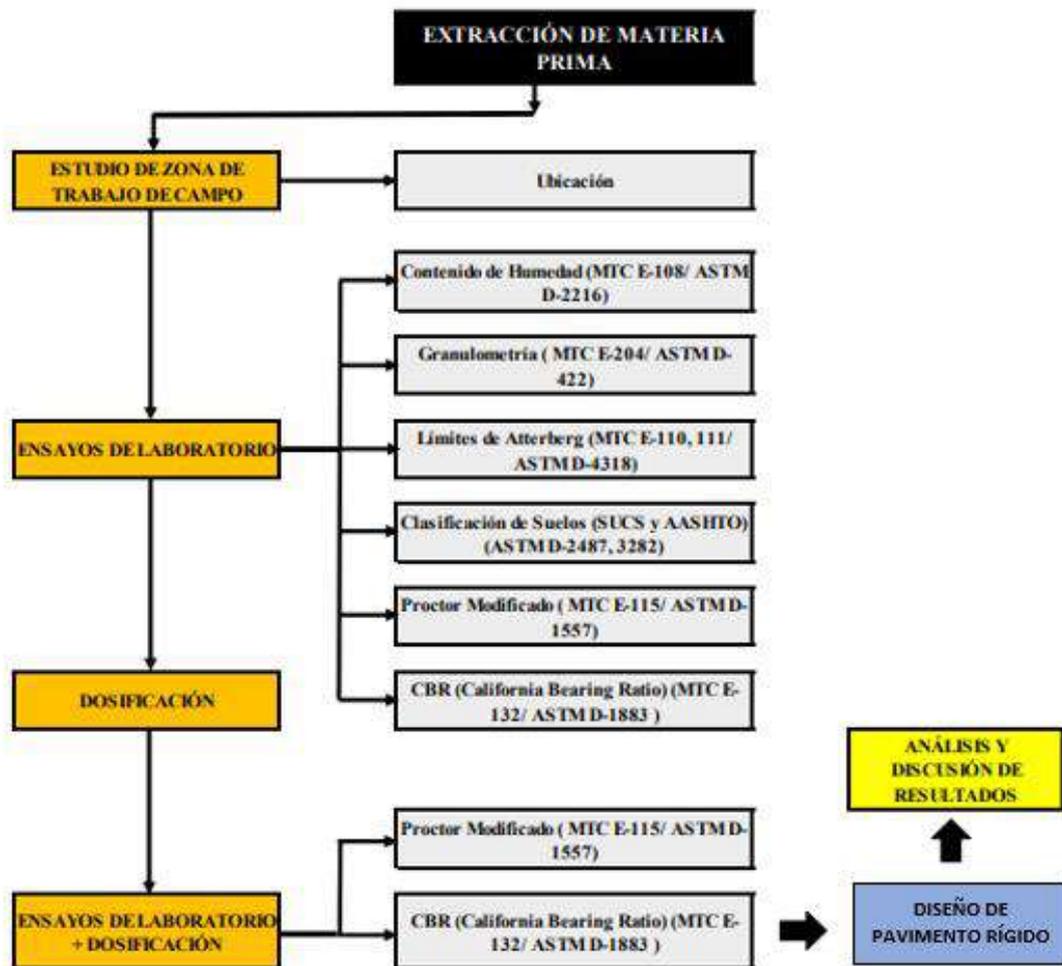
La investigación presenta varias fases, empezó primero con la excavación de calicatas y extracción de muestras en el primer tramo de la carretera Jenaro Herrera – Colonia Angamos (longitud de 10 km); posteriormente fueron llevadas a laboratorio de suelos.

4.6.2. Procedimiento

Cada muestra fue analizada con los siguientes ensayos: Contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor modificado y el CBR. Antes de ello, cada muestra fue preparada, así como los propios equipos e instrumentos para ejecutar los ensayos mencionados. Estos mismos determinaron las características físicas como mecánicas del suelo antes y después de la inclusión del aceite sulfonado más cemento en los porcentajes 0.30 a 0.35 L/m³ y 1.5 a 3% respectivamente. Una vez, mejorado las propiedades del suelo se comenzó a realizar el diseño del pavimento rígido aplicando la

metodología AASHTO 93 para el tramo respectivo. A continuación, se detalla la metodología de trabajo que se ejecutó para conseguir los objetivos trazados.

Figura 11
Procedimiento de recolección de datos



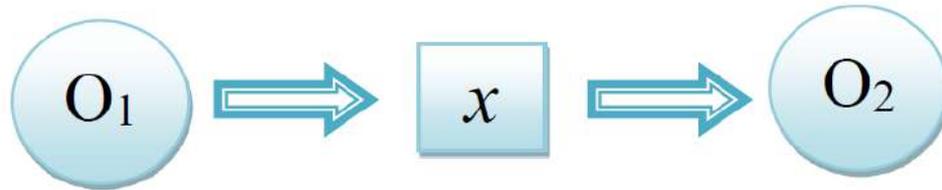
Fuente: Gómez y Silva, 2020.

4.6.3. Plan de tabulación y análisis de datos estadísticos

Una vez conseguido los datos a partir de los instrumentos, se prosiguió a digitalizarlo y luego validarlo para el ingreso a la base de datos a través de hojas de cálculo. Después de ello, se empezó a procesar la información, aplicando tablas y gráficos de barras, con el objetivo de organizar, tabular y ordenar los datos (estadística descriptiva); por medio del software Microsoft Excel.

Para la contrastación de la hipótesis se usó el diseño en línea o en sucesión, denominado también como el método Pre – Test y Post – Test, el cual consiste:

- Mensurar preliminarmente la variable dependiente que será empleada (Pre-Test).
- Empleo de la variable independiente a los sujetos del grupo.
- Medir posteriormente la variable dependiente en los sujetos (Post-Test).



Donde:

- O1: Estado actual de la subrasante del primer tramo de la carretera Jenaro Herrera – Colonia Angamos.
- X: Aceite sulfonado más cemento tipo I
- O2: Estado posterior de la subrasante del primer tramo de la carretera Jenaro Herrera – Colonia Angamos.

Para ello, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk mediante el software IBM SPSS Statistics, para corroborar si existe una diferencia significativa entre las medias del pre y post test. Este enfoque estadístico se seleccionó para abordar de manera adecuada la falta de normalidad en los datos, asegurando la validez y fiabilidad de las conclusiones extraídas.

4.7. Aspectos éticos

El actual estudio se realizó con los principales aspectos éticos que ameritan los autores, al momento de emplear sus teorías y conceptos para el análisis de las variables, dimensiones e indicadores del estudio; ya que sirvió como fundamento para la elaboración del marco teórico. De igual forma, estos autores se citaron de acuerdo con la norma APA, con el propósito de no incurrir en ningún tipo de plagio intelectual y, por último, se respetará el Reglamento General de Investigación desarrollada por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán para la elaboración del presente estudio. Por otro lado, el tema este tema no solo se enfocó en el mejoramiento de la subrasante del primer tramo de la carretera Jenaro Herrera – Colonia Angamos, sino además buscó una solución al deteriorado estado que presenta la zona de estudio, es decir mediante los datos obtenidos después de la aplicación del aditivo químico, se diseñó un nuevo pavimento rígido mediante la metodología AASHTO 93, con la finalidad de entregar una eficiente

infraestructura vial que logre optimizar la transitabilidad vehicular como peatonal. Esto permitirá también reducir las enfermedades respiratorias que aquejan a la población que transita por ella, debido a las altas poluciones que existen en el lugar, afectando la calidad de vida de los habitantes y la continuidad de las labores diarias o actividades comerciales, que significarían grandes pérdidas económicas para la comunidad.

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

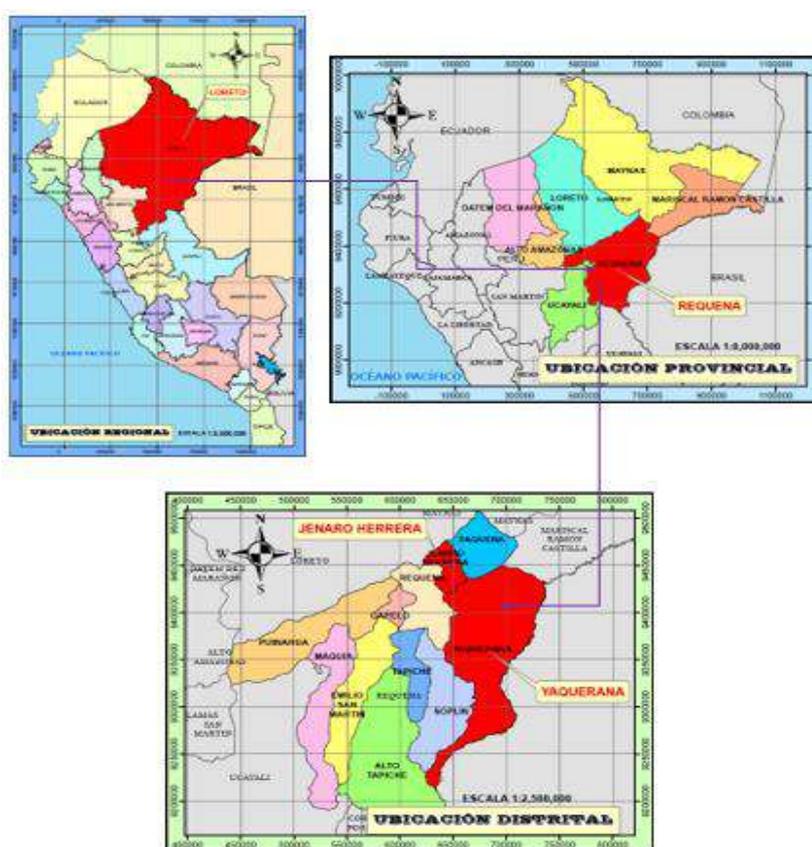
5.1. Análisis descriptivo

Ubicación y distancias del proyecto

La iniciativa se localiza en los distritos de Jenaro Herrera y Yaquerana, pertenecientes a la provincia de Requena, en el departamento de Loreto.

Figura 12

Mapa de localización del Distrito de Jenaro Herrera y Yaquerana



Fuente: Elaboración propia.

Vías de acceso

Con el propósito de alcanzar la región donde se localiza el proyecto en los distritos de Jenaro Herrera y Yaquerana, desde una panorámica amplia, se elige la alternativa del transporte aéreo, comenzando en la urbe de Lima y dirigiéndose hacia Iquitos.

Después, se lleva a cabo el desplazamiento desde Iquitos hasta Jenaro Herrera empleando una embarcación fluvial (lancha), con un lapso estimado de alrededor de 12 horas en una dirección hacia el suroeste.

Tabla 10

Accesibilidad a la zona de proyecto

Tramo	Distancia (Km)	Tipo de Vía	Transporte
Lima – Iquitos	1,011 km	1 hrs 51 min	Aéreo
Iquitos – Jenaro Herrera	200 km	12 hrs 00 min	Fluvial
Iquitos – Colonia Angamos	162 km	0 hrs 35 min	Aéreo

Fuente: Elaboración propia.

El primer tramo es el viaje desde Lima a Iquitos, que cubre una distancia de 1,011 kilómetros. Este tramo se realiza por vía aérea y tiene una duración de 1 hora y 51 minutos. Es un medio de transporte rápido y eficiente para llegar a Iquitos desde la capital del país.

El siguiente tramo es el viaje desde Iquitos hasta Jenaro Herrera, que abarca una distancia de 200 kilómetros. En este caso, el medio de transporte es fluvial, y el tiempo estimado para completar este trayecto es de 12 horas. Esto indica que se trata de un viaje por río, lo que es común en la región de la selva amazónica.

El tercer tramo se extiende desde Iquitos hasta Colonia Angamos, con una distancia de 162 kilómetros. Nuevamente, este tramo se realiza por vía aérea y es considerablemente más corto en comparación con el primer tramo. El tiempo estimado de vuelo es de 35 minutos, lo que hace que sea un medio de transporte rápido para conectar Iquitos con Colonia Angamos.

Por otra parte, las coordenadas de partida y llegada del segmento se encuentran detalladas a continuación:

Tabla 11
Inicio y fin del tramo

JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS L=97.847km				
DESCRIPCIÓN		NORTE	ESTE	COTA
Inicio del tramo	km 00+000.00	9457845.212	647623.059	104.983
Fin del Tramo	km 97+847.00	9430700.202	735382.001	107.174

Fuente: Elaboración propia.

La tabla proporciona información relevante sobre el tramo de carretera que abarca desde "Inicio del tramo" hasta "Fin del Tramo" en la ruta JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS, con una longitud total de 97.847 kilómetros.

En el "Inicio del tramo" a kilómetro 0, se registra una ubicación en coordenadas Norte 9457845.212 y Este 647623.059, con una cota de 104.983. Esto marca el punto de partida de la carretera en esta ruta. Por otro lado, en el "Fin del Tramo" a kilómetro 97.847, las coordenadas son Norte 9430700.202 y Este 735382.001, con una cota de 107.174. Este punto representa el extremo final de la carretera en este tramo.

En conjunto, estos datos geográficos describen los límites espaciales del tramo de carretera en cuestión, con el "Inicio del tramo" marcando el punto de inicio y el "Fin del Tramo" indicando el punto de término de esta sección específica de la ruta. Estos detalles geográficos son esenciales para la planificación y la gestión de la infraestructura vial en esta área.

Cruce de centros poblados

Dentro del tramo vial que abarca desde Jenaro Herrera hasta la Colonia Angamos, se intersecan con dos núcleos urbanos que estarán directamente favorecidos por este plan.

Tabla 12
Cruce de centros poblados

JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS L=97.847km	
PROGRESIVA	NOMBRE
km 00+000.00	Jenaro Herrera
km 97+847.00	Colonia Angamos

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la vía y evaluación de campo

En concordancia con los preceptos establecidos en la legislación del Sistema de Inversión Pública, se llevó a cabo la formulación del Estudio Definitivo correspondiente a la vía departamental: Jenaro Herrera – Colonia Angamos (Límite fronterizo con Brasil).

La extensión de la carretera abarca cerca de 97.847 kilómetros en su extensión, con los primeros 18 kilómetros presentando una superficie de carretera estabilizada (a partir de Jenaro Herrera). La porción restante de la carretera permanece inconclusa, lo que ha motivado la realización de labores destinadas a su habilitación. En relación con nuestro estudio, se examinó el primer tramo de la vía, el cual abarca una extensión de 10 kilómetros. Esta elección se basó en la variabilidad del CBR en el rango de 6.67% y 14.64%, en esta sección, lo que sitúa la calidad de la subrasante en la categoría desde muy pobre a regular. Por tanto, en las próximas descripciones, se proporciona un análisis detallado del estado presente de la superficie de la carretera en cada tramo de un kilómetro.

Tabla 13
Descripción de la vía y evaluación de campo

Progresiva		Prom. Ancho plataforma c/250m	Derrumbes	Observaciones / Comentarios del Km
Del Km	Al Km			
1+000	1+250	6	---	Plataforma con Ahuellamiento y erosión leve con profundidad menor a 5 cm debido a la precipitación y el tipo de material de plataforma.
				
2+000	2+250	6.5	---	Plataforma con Ahuellamiento y erosión moderada con profundidad entre 5 a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso.
				
3+000	3+250	6	---	Plataforma con Ahuellamiento y erosión leve con profundidad mayor a 5 cm debido a la precipitación y el tipo de material de plataforma.

				
4+000	4+250	7.5	---	Plataforma con Ahuellamiento y erosión leve con profundidad menor a 5 cm debido a la precipitación. presencia de lodazal al lado derecho.
				
5+000	5+250	9	---	Plataforma con Ahuellamiento y erosión moderada con profundidad entre 5 a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso.
				

6+000	6+250	6.5	---	Plataforma con Ahuellamiento y erosión grave con profundidad mayor a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso
				
7+000	7+250	6.5	---	Plataforma con Ahuellamiento y erosión moderado con profundidad entre 5 y 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso.
				
8+000	8+250	6.5	---	Plataforma con Ahuellamiento y erosión moderado con profundidad entre 5 y 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso.

			
<p>9+000</p>	<p>9+250</p>	<p>7</p>	<p>---</p> <p>Plataforma con Ahuellamiento y erosión grave con profundidad mayor a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso</p>
			
<p>10+000</p>	<p>10+250</p>	<p>6.5</p>	<p>---</p> <p>Plataforma con Ahuellamiento y erosión grave con profundidad mayor a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso</p>
			

Fuente: Elaboración propia.

Exploración de campo

La expedición de campo se implementó conforme a las directrices establecidas en los términos de referencia del proyecto. Dentro de esta metodología, se llevaron a cabo excavaciones en el terreno al aire libre, realizando un total de diez por cada tramo de un kilómetro, con el fin de establecer el perfil estratigráfico, reconocer las propiedades de los suelos y evaluar el índice CBR con la finalidad de aplicarlo en la planificación de los pavimentos.

Se llevaron a cabo diez excavaciones a cielo abierto, cada una con dimensiones de 1 metro por 1 metro y una profundidad de 1.50 metros. Estas excavaciones se ubicaron a una distancia de un kilómetro, en conformidad con las pautas del Manual de Bajo Volumen de Tránsito.

Tabla 14

Calicatas elaboradas en la investigación

Calicata	Kilometraje	Profundidad
C-1	Km 1+000	1.50
C-2	Km 2+000	1.50
C-3	Km 3+000	1.50
C-4	Km 4+000	1.50
C-5	Km 5+000	1.50
C-6	Km 6+000	1.50
C-7	Km 7+000	1.50
C-8	Km 8+000	1.50
C-9	Km 9+000	1.50
C-10	Km 10+000	1.50

Fuente: Elaboración propia.

En cada punto de excavación, se efectuó un estudio detallado, el cual englobó el registro meticuloso de las particularidades de los suelos que componen cada capa del perfil, la asignación visual de la categoría de los materiales hallados siguiendo las directrices del SUCS y la obtención de muestras que sean representativas de los suelos característicos. Luego de ser apropiadamente resguardadas y etiquetadas, las muestras fueron enviadas al laboratorio con el propósito de someterlas a un proceso de evaluación y análisis.

En términos generales, tras finalizar las exploraciones en el terreno, se delimitan los extremos de las diversas capas que forman el subsuelo y se adquieren muestras que han experimentado cambios en su estado original. Las muestras, las cuales se encuentran adecuadamente descritas y reconocibles en una ficha que contiene detalles acerca de su ubicación, numeración, densidad del compuesto, propiedades de tamaño de grano, profundidad, nivel de agua subterránea hallado y el tipo de análisis programado, se aseguran en envolturas de polietileno con el fin de llevarlas posteriormente al laboratorio para su traslado.

Descripción de los ensayos de laboratorio

En el ambiente del laboratorio, se procedió a confirmar la clasificación visual de todas las muestras obtenidas, seleccionando posteriormente especímenes que fueran representativos con el fin de efectuar los exámenes sucesivos, conforme a las directrices establecidas por el manual desarrollado por el MTC en el 2014.

Ensayos estándar

- Análisis granulométrico por tamizado
- Humedad natural
- Límites de Atterberg (Limite Líquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad)
- Clasificación de Suelos por los Métodos SUCS y ASHTO

Ensayos Especiales

- Proctor Modificado
- CBR (California Bearing Ratio)

Para los ensayos especiales se ha considerado la siguiente orientación: llevar a cabo 1 prueba de Proctor y 1 de CBR para cada kilómetro.

Se procedió a cotejar los resultados alcanzados con las propiedades de los suelos identificadas en la exploración en terreno y se realizaron los correspondientes ajustes cuando fue requerido, con el propósito de generar los perfiles definitivos de los suelos, los cuales son presentados en este informe.

Perfil estratigráfico

Descripción del perfil del proyecto

La composición del suelo detectada en la excavación realizada bajo la superficie del área de averiguación, hasta una profundidad de 1.50 metros, muestra la presencia de suelos finos.

- Debajo de la superficie, se observa la existencia de zonas con suelo de carácter orgánico predominante, mientras que en otras áreas se encuentran rellenos categorizados como suelos distintos (Pt), que exhiben una diversidad de tonalidades. Estos suelos exhiben niveles de humedad en un rango moderado y presentan una densidad de grado intermedio. Esta capa muestra variaciones que abarcan desde la superficie hasta una profundidad que oscila entre 0.10 metros y 0.20 metros.
- En cada uno de los segmentos, se encuentra un estrato subsiguiente de limos y arcillas arenosas (ML, SM, CL, SC, CH y MH), con tonalidades que abarcan desde un marrón claro hasta amarillo, anaranjado oscuro y plumizo. Estos terrenos tienen niveles de humedad que varían de moderados a elevados, y presentan una compacidad de grado inferior. Esta particularidad se observa de manera uniforme en todas las localidades examinadas.

Figura 14

Perfil estratigráfico de la calicata en la progresiva km 01+000 hasta km10+000

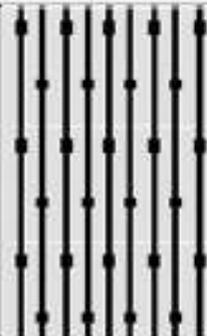
HOJA DE PERFIL DEL SUELO										
Proyecto :		MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA – PROVINCIA DE REQUENA –					C-01		PROG: 01+000.00	
Ubicación :		JENARO HERRERA - REQUENA -LORETO					Informe :		1	
Fecha :		AGOSTO DE 2022					Página :		1 de 1	
Método de Excavación :		Calicata		Largo : 1.00 m		Número de Estratos:		1		
Cota :		Referencia : Nivel del terreno		Ancho: 0.70 m		Nivel Freático :		—		
		Superficie : +/- 0.00 m		Fondo: 1.50 m		Profundidad :		1.50		
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO			
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)				
10	Pt		suelo organico, con presencia de raíces y vegetación				0.2			
20										
30	ML	A-4 (1)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas finas. Limo baja plasticidad arenoso ML, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado		1	Mab	1.5	E-1		
40										
50										
60										
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
Mab = Muestra en bolsa		Mis = Muestra shelley		Pm =penetrómetro manual						
Mib = Muestra en bloque		Dn = densidad natural		qu = resistencia a la comprensión simple (kg/cm2)						
N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)										

HOJA DE PERFIL DEL SUELO										
Proyecto :	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA – PROVINCIA DE REQUENA – JENARO HERRERA - REQUENA -LORETO						C-5	PROG	02+000.00	
Ubicación :	JENARO HERRERA - REQUENA -LORETO						Informe :	1		
Fecha :	AGOSTO DE 2022						Página :	1 de 1		
Método de Excavación :	Calicata		Largo :	1.00 m		Número de Estratos:	1			
Cota :	Referencia :	Nivel del terreno		Ancho :	0.70 m		Nivel Freático :	1.10		
	Superficie :	+/- 0.00 m		Fondo :	1.50 m		Profundidad :	1.50		
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO			
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)				
10	Pt		suelo organico, con presencia de raíces y vegetación			0.1				
20	CL	A-4 (4)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas finas. Arcilla media plasticidad arenosa CL, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado	1	Mab	1.5	E-1			
30										
40										
50										
60										
70										
80										
90										
100										
110										
120							N.E.			
130										
140										
150										
Mab = Muestra en bolsa Mis = Muestra shelby Pm =penetrómetro manual Mib = Muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2) N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)										

HOJA DE PERFIL DEL SUELO									
Proyecto :	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA – PROVINCIA DE REQUENA –					C-9	PROG	03+000.00	
Ubicación :	JENARO HERRERA - REQUENA -LORETO					Informe :	1		
Fecha :	AGOSTO DE 2022					Página :	1 de 1		
Método de Excavación :	Calicata		Largo :	1.00 m		Número de Estratos:	1		
Cota :	Referencia :	Nivel del terreno		Ancho:	0.70 m		Nivel Freático :	—	
	Superficie :	+/- 0.00 m		Fondo:	1.50 m		Profundidad :	1.50	
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO		
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)			
10	Pt		suelo organico, con presencia de raíces y vegetación			0.1			
20	SC-SM	A-4 (0)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena arcilloso-limosa SC-SM, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado		1	Mab	1.5	E-1	
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									
110									
120									
130									
140									
150									
Mab = Muestra en bolsa Mis = Muestra shelby Pm =penetrómetro manual Mib = Muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2) N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)									

HOJA DE PERFIL DEL SUELO									
Proyecto :	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA – PROVINCIA DE REQUENA –					C-13	PROG	04+000.00	
Ubicación :	JENARO HERRERA - REQUENA -LORETO					Informe :	1		
Fecha :	AGOSTO DE 2022					Página :	1 de 1		
Método de Excavación :	Calicata		Largo :	1.00 m		Número de Estratos:	2		
Cota :	Referencia :	Nivel del terreno		Ancho:	0.70 m		Nivel Freático :	—	
	Superficie :	+/- 0.00 m		Fondo:	1.50 m		Profundidad :	1.50	
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO		
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)			
10	Pt		suelo organico, con presencia de raíces y vegetación			0.1			
20	SM	A-2-4 ()	Material granular, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio) . . Excelente a bueno como subgrado	1	Mab	0.8	E-1		
30									
40									
50									
60									
70	SM	A-4 ()	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio) . . Pobre a malo como subgrado	2	Mab	1.5	E-2		
80									
90									
100									
110									
120									
130									
140									
150									
Mab = Muestra en bolsa		Mis = Muestra shelby		Pm =penetrómetro manual					
Mib = Muestra en bloque		Dn = densidad natural		qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)					
N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)									

HOJA DE PERFIL DEL SUELO								
Proyecto :	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA – PROVINCIA DE REQUENA –					C-17	PROG 05+000.00	
Ubicación :	JENARO HERRERA - REQUENA -LORETO					Informe :	1	
Fecha :	AGOSTO DE 2022					Página :	1 de 1	
Método de Excavación :	Calicata		Largo :	1.00 m		Número de Estratos:	1	
Cota :	Referencia :	Nivel del terreno		Ancho:	0.70 m		Nivel Freático :	0.95
	Superficie :	+/- 0.00 m		Fondo:	1.50 m		Profundidad :	1.50
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO	
	SUCS	AASTHO		Nº	Tipo	Prof. (m)		
10	Pt		suelo organico, con presencia de raíces y vegetación			0.1		
20	SM	A-4 (0)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena limosa SM, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado	1	Mab	1.5	E-1	
30								
40								
50								
60								
70								
80								
90								
100								
110								
120								
130								
140								
150								
Mab = Muestra en bolsa Mis = Muestra shelby Pm =penetrómetro manual Mib = Muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2) N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)								

HOJA DE PERFIL DEL SUELO								
Proyecto :	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - JENARO HERRERA - REQUENA - LORETO					C-21	PROG 00+000.00	
Ubicación :						Informe :	1	
Fecha :	AGOSTO DE 2022					Página :	1 de 1	
Método de Excavación :	Calicata	Largo :	1.00 m	Número de Estratos :	2			
Cota :	Referencia : Nivel del terreno	Ancho :	0.70 m	Nivel Freático :	1.45			
	Superficie : +/- 0.00 m	Fondo :	1.50 m	Profundidad :	1.50			
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO	
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)		
10	SM	A-2-4 ()	Material granular, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). . . Excelente a bueno como subgrado		1	Mab	0.5	E-1
20								
30								
40								
50								
60	CL	A-6 (6)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas finas. Arcilla media plasticidad arenosa CL, A-6 Suelo arcilloso. Pobre a malo como subgrado		2	Mab	1.5	E-2
70								
80								
90								
100								
110								
120								
130								
140								
150								
N.E								
Mab = Muestra en bolsa		Mis = Muestra shelby		Pm =penetrómetro manual				
Mib = Muestra en bloque		Dn = densidad natural		qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)				
N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)								

HOJA DE PERFIL DEL SUELO										
Proyecto : MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA – PROVINCIA DE REQUENA –							C-25	PROG	07+000.00	
Ubicación : JENARO HERRERA - REQUENA -LORETO							Informe :	1		
Fecha : AGOSTO DE 2022							Página :	1 de 1		
Método de Excavación : Calicata			Largo : 1.00 m		Número de Estratos:		2			
Cota : Referencia : Nivel del terreno			Ancho: 0.70 m		Nivel Freático :		—			
Superficie : +/- 0.00 m			Fondo: 1.50 m		Profundidad :		1.50			
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO			
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)				
10	ML	A-4 (0)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas finas. Limo baja plasticidad arenoso ML, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado		1	Mab	0.5	E-1		
20										
30										
40										
50										
60	SM	A-4 (0)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena limosa SM, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado		2	Mab	1.5	E-2		
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
Mab = Muestra en bolsa			Mis = Muestra shelly		Pm =penetrómetro manual					
Mlb = Muestra en bloque			Dn = densidad natural		qu = resistencia a la comprensión simple (kg/cm2)					
N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)										

HOJA DE PERFIL DEL SUELO										
Proyecto :	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA -						C-29	PROG	09+000.00	
Ubicación :	JENARO HERRERA - REQUENA -LORETO						Informe :	1		
Fecha :	AGOSTO DE 2022						Página :	1 de 1		
Método de Excavación :	Calicata		Largo :	1.00 m		Número de Estratos:	1			
Cota :	Referencia :	Nivel del terreno		Ancho:	0.70 m		Nivel Freático :	-		
	Superficie :	+/- 0.00 m		Fondo:	1.50 m		Profundidad :	1.50		
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO			
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)				
10	SC-SM	A-4 (0)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena arcilloso-limosa SC-SM, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado	1	Mab	1.5	E-1			
20										
30										
40										
50										
60										
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
Mab = Muestra en bolsa		Mis = Muestra shelby		Pm =penetrómetro manual						
Mib = Muestra en bloque		Dn = densidad natural		qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)						
N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)										

HOJA DE PERFIL DEL SUELO										
Proyecto :	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA -					C-33	PROG	09+000.00		
Ubicación :	JENARO HERRERA - REQUENA - LORETO					Informe :	1			
Fecha :	AGOSTO DE 2022					Página :	1 de 1			
Método de Excavación :	Calicata		Largo :	1.00 m		Número de Estratos:	1			
Cota :	Referencia :	Nivel del terreno		Ancho:	0.70 m		Nivel Freático :	-		
	Superficie :	+/- 0.00 m		Fondo:	1.50 m		Profundidad :	1.50		
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO			
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)				
10	Pt		suelo organico, con presencia de raices y vegetación				0.2			
20										
30	SM	A-2-4 (0)	Material granular, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena limosa SM, A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno como subgrado				1	Mab	1.5	E-1
40										
50										
60										
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
Mab = Muestra en bolsa		Mis = Muestra shelby		Pm =penetrómetro manual						
Mib = Muestra en bloque		Dn = densidad natural		qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)						
N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)										

HOJA DE PERFIL DEL SUELO										
Proyecto :	MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA -						C-37	PROG	10+000.00	
Ubicación :	JENARO HERRERA - REQUENA - LORETO						Informe :	1		
Fecha :	AGOSTO DE 2022						Página :	1 de 1		
Método de Excavación :	Calicata		Largo :	1.00 m		Número de Estratos:	2			
Cota :	Referencia :	Nivel del terreno		Ancho :	0.70 m		Nivel Freático :	-		
	Superficie :	+/- 0.00 m		Fondo :	1.50 m		Profundidad :	1.50		
Prof. (cm)	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO			
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)				
10	SM	A-4 (0)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena limosa SM, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado		1	Mab	0.7	E-1		
20										
30										
40										
50										
60										
70										
80	SC	A-4 (2)	Material limoso-arcilloso, Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena arcillosa SC, A-4 Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado		2	Mab	1.5	E-2		
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
Mab = Muestra en bolsa		Mis = Muestra shelly		Pm =penetrómetro manual						
Mib = Muestra en bloque		Dn = densidad natural		qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)						
N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)										

Fuente: Elaboración propia.

Las conclusiones extraídas de los análisis de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas de la subrasante revelan de manera evidente que el suelo preponderante contiene una cantidad significativa de partículas finas en la mayoría de los segmentos.

Desde una perspectiva diferente, es viable identificar las proporciones de suelos, gravas, arenas y componentes finos que, con base en los resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas en el laboratorio de COPECOG S.R.L., se constata que estos componentes están distribuidos a lo largo de toda el área de fundación. Seguidamente, muestra un compendio de las labores realizadas durante el proceso investigativo.

Ensayos de laboratorio de la muestra en estado natural

Tabla 15

Cuadro de resumen de ensayos de laboratorio

N°	PROG. (KM)	COD.	LA DO	N° DE MUES TRA	PROF. DE CALIC.	% QUE PASA EL TAMIZ		LL (%)	IP (%)	HUM. NAT. W (%)	CLASIF. DE SUELOS	
						N° 04	N° 200				S.U.C.S.	AASHTO
1	01+000	C-01	DER	M-1	1.50	100.00	52.44	31.08	6.75	28.92	ML	A-4 (1)
2	02+000	C-02	IZQ	M-2	1.50	99.96	62.42	30.77	9.09	34.07	CL	A-4 (4)
3	03+000	C-03	IZQ	M-3	1.50	99.97	41.82	28.37	6.53	34.07	SC-SM	A-4 (0)
4	04+000	C-04	DER	M-4	1.50	100.00	35.72	26.46	5.00	25.09	SC-SM	A-4 (0)
5	05+000	C-05	DER	M-5	1.50	100.00	40.34	23.89	5.83	10.31	SC-SM	A-4 (0)
6	06+000	C-06	DER	M-6	1.50	100.00	60.11	33.94	12.76	12.96	CL	A-6 (6)
7	07+000	C-07	DER	M-7	1.50	100.00	38.72	28.63	2.30	16.37	SM	A-4 (0)
8	08+000	C-08	DER	M-8	1.50	100.00	37.52	26.14	6.23	18.30	SC-SM	A-4 (0)
9	09+000	C-09	IZQ	M-9	1.50	100.00	29.53	23.52	3.21	20.97	SM	A-2-4 (0)
10	10+000	C-10	DER	M-10	1.50	100.00	49.67	26.86	9.40	20.48	SC	A-4 (2)

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados detallados de las observaciones de cada punto de muestreo, se pueden inferir varias conclusiones. En primer lugar, se observa que los muestreos se realizaron a una profundidad de 1.50 metros en todos los puntos de muestreo, lo que proporciona consistencia en la recopilación de datos geotécnicos.

En cuanto al contenido de los materiales muestreados, se destaca que, en la mayoría de los puntos, el 100% de los materiales pasó el tamiz N°04, lo que sugiere una uniformidad en la granulometría de los suelos en esas ubicaciones.

Además, se pueden identificar diferencias en los valores geotécnicos de los suelos en cada punto de muestreo. Por ejemplo, los valores de límite líquido varían desde 23.52% en el punto de muestreo 9 hasta 33.94% en el punto de muestreo 6. Del mismo modo, el índice de plasticidad varía desde 2.30% en el punto de muestreo 7 hasta 12.76% en el punto de muestreo 6. Estas diferencias en los valores geotécnicos reflejan la variabilidad en la composición de los suelos a lo largo de la carretera.

Las clasificaciones de suelos según los sistemas S.U.C.S. y AASHTO también varían en función de los valores geotécnicos. Los puntos de muestreo muestran diferentes clasificaciones, como ML, CL, SC-SM, SM y SC, lo que indica una diversidad en la naturaleza de los suelos en diferentes ubicaciones.

Los resultados proporcionan información detallada sobre las características geotécnicas de los suelos en diferentes ubicaciones a lo largo de la carretera. Estas diferencias pueden ser esenciales para la toma de decisiones en la construcción y estabilización de la subrasante en este proyecto específico, ya que cada ubicación puede requerir enfoques y técnicas diferentes en función de sus propiedades geotécnicas únicas.

Ensayo de CBR

La capacidad de soporte de los suelos tiende a ser moderada en líneas generales, influenciada por las propiedades inherentes de los suelos y los resultados de los ensayos de CBR realizados en el entorno de laboratorio.

Se ha realizado la determinación del CBR de la subrasante considerando la variabilidad de los distintos tipos de suelos identificados en el perfil estratigráfico. Se seleccionaron muestras representativas de cada tipo de suelo, las cuales fueron sometidas a pruebas de laboratorio. En la sección de interés del estudio, se efectuaron análisis de CBR. Estos exámenes se llevaron a cabo siguiendo las pautas establecidas por las regulaciones pertinentes, y los resultados se derivan de una compactación al 95% de la máxima densidad utilizando el Proctor Modificado.

De acuerdo con la correlación estadística establecida entre la Clasificación Unificada de Suelos y el índice de CBR, se observa que el valor de CBR para suelos de tipo fino se ubica en un rango de 03 a 20, mientras que, para suelos de textura fina, este rango se extiende de 20 a 50 y supera estos valores, como se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 16
Calificación del suelo en función de la subrasante

N° CBR	Clasificación General	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 - 3	Muy Pobre	Sub rasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Muy pobre a Regular	Sub rasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 - 50	Bueno	Sub base y base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1b, A2-5, A-3, A2-6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A-1a, A2-4, A-3

Fuente: Bowles (1980, como se citó en Araujo-Navarro, 2014).

Muestra en estado natural

Tabla 17
Cuadro resumen del ensayo de CBR del suelo en estado natural

N°	PROGRESIVA. (KM)	N° MUESTRA	MDS	OCH	CBR 95%	CBR 100%
1	01+000	M-1	1.81 gr/cm ³	19.40%	14.64%	19.61%
2	02+000	M-2	1.84 gr/cm ³	17.19%	11.06%	14.60%
3	03+000	M-3	1.82 gr/cm ³	14.16%	13.07%	18.00%
4	04+000	M-4	1.75 gr/cm ³	15.96%	7.38%	11.78%
5	05+000	M-5	1.71 gr/cm ³	16.65%	7.58%	12.08%
6	06+000	M-6	1.77 gr/cm ³	17.98%	6.86%	8.45%
7	07+000	M-7	1.72 gr/cm ³	16.45%	8.85%	17.11%
8	08+000	M-8	1.88 gr/cm ³	12.83%	13.35%	20.23%
9	09+000	M-9	2.01 gr/cm ³	12.30%	14.34%	20.75%
10	10+000	M-10	1.74 gr/cm ³	12.44%	6.67%	9.16%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados presentados en la tabla proporcionan una visión detallada de las condiciones del suelo en cada ubicación a lo largo de la progresiva en kilómetros. A través de un análisis comparativo, se pueden observar patrones significativos:

En la ubicación número 1, la muestra se extrajo en la dirección derecha a una profundidad de 1.50 metros, y se registró una máxima densidad seca de 1.81 gr/cm³. Además, se determinó un contenido de humedad óptimo del 19.40% para CBR al 95% de 14.64% y para CBR al 100% de 19.61%.

Por otro lado, en la ubicación número 2, la muestra se tomó en la dirección izquierda a la misma profundidad, y los resultados mostraron una densidad seca ligeramente superior

de 1.84 gr/cm³. Sin embargo, los valores de contenido de humedad óptimo son más bajos con un 17.19%, para CBR al 95% es de 11.06% y un 14.60% para CBR al 100%.

Esta variabilidad en las propiedades del suelo se extiende a lo largo de las ubicaciones en la progresiva en kilómetros. Por ejemplo, la ubicación número 9 presenta una densidad seca notablemente alta de 2.01 gr/cm³, mientras que la ubicación número 5 exhibe una densidad más baja de 1.71 gr/cm³. Asimismo, el contenido de humedad óptimo varía sustancialmente entre ubicaciones y en diferentes niveles de CBR.

Estos patrones de variabilidad sugieren que el tipo de suelo y sus propiedades varían a lo largo de la progresiva. Los datos son fundamentales para la toma de decisiones en proyectos de construcción y diseño de carreteras, ya que proporcionan información clave sobre la capacidad de soporte y resistencia del suelo en cada ubicación específica

Ensayos de laboratorio de la muestra con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento

Muestra con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento

Tabla 18

Cuadro de resumen de ensayos de laboratorio del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento

Nº	PROG. (KM)	CODIGO.	Nº DE MUES TRA	LL (%)	IP (%)	HUM.NAT
						W (%)
1	01+000	0.3L/m3 ac sulf + 1.5% cem	M-11	31.02	6.40	28.90
2	02+000	0.3L/m3 ac. Sulf + 1.5% cem	M-12	30.46	9.02	34.00
3	03+000	0.3L/m3 ac. sulf + 1.5% cem	M-13	28.00	6.20	34.00
4	04+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-14	26.16	4.98	23.50
5	05+000	0.3L/m3 ac. sulf + 1.5% cem	M-15	23.74	5.70	10.20
6	06+000	0.3L/m3 ac. sulf + 1.5% cem	M-16	33.75	12.25	12.82
7	07+000	0.3L/m3 ac. sulf + 1.5% cem	M-17	28.26	2.18	16.28
8	08+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-18	26.00	6.00	18.10
9	09+000	0.3L/m3 ac. sulf + 1.5% cem	M-19	23.38	3.10	20.92
10	10+000	0.3L/m3 ac. sulf + 1.5% cem	M-20	26.54	9.16	20.38

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados continúan el análisis de la influencia del aceite sulfonado y el cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos. En esta ocasión, se utilizaron muestras con una concentración de 0.3 L/m³ de aceite sulfonado y un 1.5% de cemento para evaluar su efecto en las propiedades geotécnicas de los suelos.

En la progresiva 01+000, se obtuvieron valores geotécnicos específicos: un límite líquido del 31.02%, un índice de plasticidad del 6.40%, y una humedad natural del 28.90%.

Avanzando hacia la progresiva 02+000, los valores geotécnicos revelaron un límite líquido del 30.46%, un índice de plasticidad del 9.02%, y una humedad natural del 34%.

En la progresiva 03+000, los datos reflejan un límite líquido del 28.0%, un índice de plasticidad del 6.20%, y una humedad natural del 34.0%.

En la progresiva 04+000, los valores geotécnicos indican un límite líquido del 26.16%, un índice de plasticidad del 4.98%, y una humedad natural del 23.50%.

En la progresiva 05+000, los valores geotécnicos indican un límite líquido del 23.74%, un índice de plasticidad del 5.70%, y una humedad natural del 10.20%.

Al avanzar a la progresiva 06+000, los valores geotécnicos presentan un límite líquido significativamente mayor del 33.75%, un índice de plasticidad de 12.25%, y una humedad natural del 12.82%.

En la progresiva 07+000, los valores geotécnicos indican un límite líquido del 28.26%, un índice de plasticidad del 2.18%, y una humedad natural del 16.28%.

En la progresiva 8+000, los valores geotécnicos indican un límite líquido del 26.0%, un índice de plasticidad del 6.0%, y una humedad natural del 18.10%.

En la progresiva 09+000, los valores geotécnicos indican un límite líquido del 23.38%, un índice de plasticidad del 3.10%, y una humedad natural del 20.92%.

En la progresiva 10+000, los valores geotécnicos indican un límite líquido del 26.54%, un índice de plasticidad del 9.16%, y una humedad natural del 20.38%.

Ensayo de CBR del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento

Tabla 19

Cuadro resumen del ensayo de CBR del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento

Nº	PROGRESIVA. (KM)	CODIGO	MDS	OCH	CBR 95%	CBR 100%
1	01+000	M-11	1.85 gr/cm ³	19.38%	45.40%	73.39%
2	02+000	M-12	1.87 gr/cm ³	17.15%	43.64%	67.02%
3	03+000	M-13	1.86 gr/cm ³	14.10%	40.87%	63.89%
4	04+000	M-14	1.79 gr/cm ³	15.90%	61.78%	102.95%
5	05+000	M-15	1.75 gr/cm ³	16.60%	40.28%	70.18%
6	06+000	M-16	1.81 gr/cm ³	17.95%	42.55%	75.38%
7	07+000	M-17	1.76 gr/cm ³	16.42%	40.35%	73.14%
8	08+000	M-18	1.92 gr/cm ³	12.80%	63.63%	110.02%
9	09+000	M-19	2.05 gr/cm ³	12.26%	42.09%	73.59%
10	10+000	M-20	1.80 gr/cm ³	12.40%	40.78%	69.49%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos presentados en la tabla anterior proporcionan información crucial sobre la calidad del terreno a lo largo de diferentes progresivas de la carretera. Estos datos son esenciales para evaluar cómo la densidad seca, el contenido óptimo de humedad y los valores de CBR al 95% y al 100% varían a lo largo del tramo de la carretera. Utilizando conectores adecuados, podemos analizar estos datos de manera más detallada:

En la progresiva 01+000, se destaca una máxima densidad seca de 1.85 gr/cm³. Además, se registra un contenido óptimo de humedad del 19.38%. Estos valores se complementan con los altos valores de CBR al 95% y al 100%, que ascienden a 45.40% y 73.39%, respectivamente. Esto indica una sólida capacidad de soporte en esta ubicación inicial de la carretera.

Al avanzar a la progresiva 02+000, observamos una máxima densidad seca ligeramente superior, alcanzando 1.87 gr/cm³. Sin embargo, el contenido óptimo de humedad disminuye al 17.15%. Además, los valores de CBR al 95% y al 100% se ubican en 43.64% y 67.02%, respectivamente. Estos datos sugieren una ligera disminución en la capacidad de soporte en comparación con la progresiva anterior.

En la progresiva 03+000, se mantiene una máxima densidad seca sólida de 1.86 gr/cm³. Sin embargo, el contenido de humedad óptimo disminuye aún más, situándose en 14.10%.

Los valores de CBR al 95% y al 100% varían a 40.87% y 63.89%, respectivamente. Esto señala una mejora en la resistencia del terreno en esta sección, a pesar de la disminución del contenido de humedad.

La progresiva 04+000, muestra una máxima densidad seca de 1.79 gr/cm³. El contenido de humedad óptimo es del 15.90%, y los valores de CBR al 95% y al 100% son notables, alcanzando 61.78% y 102.95%, respectivamente. Sin embargo, estos valores excepcionalmente altos podrían indicar una mayor densidad del suelo que requiere una evaluación más profunda debido a su alta compresibilidad.

A medida que avanzamos a la progresiva 05+000, notamos una disminución en la máxima densidad seca, que es de 1.75 gr/cm³. El contenido de humedad óptimo es del 16.60%, y los valores de CBR al 95% y al 100% también disminuyen, llegando a 40.28% y 70.18%, respectivamente. Estos datos indican una disminución significativa en la capacidad de soporte, lo que plantea preocupaciones en esta área.

En la progresiva 06+000, se observa una máxima densidad seca de 1.81 gr/cm³. Aunque se mantiene una densidad razonable, el contenido de humedad óptimo es del 17.95%. Los valores de CBR al 95% y al 100% valores de CBR al 95% y al 100%, que ascienden a 42.55% y 75.38%.

La progresiva 07+000, muestra una máxima densidad seca de 1.76 gr/cm³. El contenido de humedad óptimo es del 16.42%, y valores de CBR al 95% y al 100% continúan disminuyendo, alcanzando 40.35% y 73.14%, respectivamente, lo que indica una degradación continua en la resistencia del terreno.

En la progresiva 08+000, se observa una máxima densidad seca más alta, alcanzando 1.92 gr/cm³. A pesar de que el contenido de humedad óptimo disminuye al 12.80%, los valores de CBR al 95% y al 100% son notables, llegando a 63.63% y 110.02%, respectivamente. Esto sugiere un aumento significativo en la capacidad de soporte del terreno en esta ubicación.

La progresiva 09+000, muestra la máxima densidad seca más alta de todos los puntos, alcanzando 2.05 gr/cm³. A pesar de un contenido de humedad óptimo del 12.26%, los valores de CBR al 95% y al 100% indican un aumento sustancial en la capacidad de soporte, llegando a 42.09% y 73.59%, respectivamente.

Finalmente, en la progresiva 10+000, se observa una máxima densidad seca de 1.80 gr/cm³. Aunque el contenido de humedad óptimo es del 12.40%, los valores de CBR al 95% y al 100% disminuyen significativamente, llegando a 40.78% y 69.49%, respectivamente. Estos indicadores reflejan una capacidad de soporte disminuida en esta sección final de la carretera.

Ensayos de laboratorio de la muestra con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento

Muestra con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento

Tabla 20

Muestra con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento

Nº	PROG. (KM)	CODIGO.	Nº DE MUES TRA	LL (%)	IP (%)	HUM.NAT
						W (%)
1	01+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-21	31.00	6.20	28.89
2	02+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-22	30.24	9.00	33.98
3	03+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-23	27.98	6.12	34.00
4	04+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-24	26.00	4.96	23.48
5	05+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-25	23.50	5.50	10.18
6	06+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-26	33.60	12.10	12.80
7	07+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-27	28.00	2.00	16.25
8	08+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-28	25.98	5.98	18.00
9	09+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-29	23.18	3.00	20.90
10	10+000	0.35L/m3 ac. sulf + 3% cem	M-30	26.26	9.00	29.35

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados continúan el análisis de la influencia del aceite sulfonado y el cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos. En esta ocasión, se utilizaron muestras con una concentración de 0.35 L/m^3 de aceite sulfonado y un 3% de cemento para evaluar su efecto en las propiedades geotécnicas de los suelos.

Dentro de la progresiva 01+000, en esta muestra, los datos geotécnicos presentaron un límite líquido del 31.0%, un índice de plasticidad del 6.20%, y una humedad natural del 28.89%.

Al avanzar a la progresiva 02+000, los valores geotécnicos mostraron un límite líquido del 30.24%, un índice de plasticidad del 9.0%, y una humedad natural del 33.98%.

En la progresiva 03+000, los datos reflejaron un límite líquido del 27.98%, un índice de plasticidad del 6.12%, y una humedad natural del 34.0%.

La progresiva 04+000, los valores geotécnicos indicaron un límite líquido del 26.0%, un índice de plasticidad del 4.96%, y una humedad natural del 23.48%.

Continuando a la progresiva 05+000, los valores geotécnicos presentaron un límite líquido del 23.50%, un índice de plasticidad del 5.50%, y una humedad natural del 10.18%.

Avanzando a la progresiva 06+000, los valores geotécnicos presentaron un límite líquido significativamente mayor del 33.60%, un índice de plasticidad del 12.10%, y una humedad natural del 12.80%.

La progresiva 07+000, los valores geotécnicos indicaron un límite líquido del 28.0%, un índice de plasticidad del 2.0%, y una humedad natural del 16.25%.

En la progresiva 8+000, los valores geotécnicos indicaron un límite líquido del 25.98%, un índice de plasticidad del 5.98%, y una humedad natural del 18.00%.

En la progresiva 09+000, los valores geotécnicos presentaron un límite líquido del 23.18%, un índice de plasticidad del 3.0%, y una humedad natural del 20.90%.

En la progresiva 10+000, los valores geotécnicos indicaron un límite líquido del 26.26%, un índice de plasticidad del 9.0%, y una humedad natural del 29.35%.

Ensayo de CBR del suelo con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento

Tabla 21

Ensayo de CBR del suelo con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento

Nº	PROGRESIVA. (KM)	CODIGO	MDS	OCH	CBR 95%	CBR 100%
1	01+000	M-21	1.86 gr/cm ³	19.36%	60.98%	114.23%
2	02+000	M-22	1.89 gr/cm ³	17.12%	65.98%	104.88%
3	03+000	M-23	1.88 gr/cm ³	14.08%	66.12%	106.90%
4	04+000	M-24	1.81 gr/cm ³	15.88%	58.36%	74.63%
5	05+000	M-25	1.78 gr/cm ³	16.58%	56.51%	104.46%
6	06+000	M-26	1.84 gr/cm ³	17.92%	56.67%	102.98%
7	07+000	M-27	1.79 gr/cm ³	16.40%	51.78%	107.51%
8	08+000	M-28	1.95 gr/cm ³	12.78%	45.03%	58.36%
9	09+000	M-29	2.07 gr/cm ³	12.25%	76.50%	114.75%
10	10+000	M-30	1.82 gr/cm ³	12.38%	52.92%	101.16%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos presentados en la tabla anterior ofrecen una visión detallada de la calidad del terreno a lo largo de diversas progresivas de la carretera. Estos datos son fundamentales para analizar cómo varían la densidad seca, el contenido óptimo de humedad y los valores de CBR al 95% y al 100% en diferentes tramos de la carretera. Utilizando conectores adecuados, podemos llevar a cabo un análisis más completo de estos datos:

En la progresiva 01+000, se destaca una máxima densidad seca de 1.86 gr/cm³. Además, se registra un contenido óptimo de humedad del 19.36%. Estos valores se complementan con los altos valores de CBR al 95% y al 100%, que ascienden a 60.98% y 114.23%, respectivamente. Esto indica una sólida capacidad de soporte en esta ubicación inicial de la carretera.

Al avanzar a la progresiva 02+000, observamos una máxima densidad seca ligeramente superior, alcanzando 1.89 gr/cm³. Sin embargo, el contenido óptimo de humedad disminuye al 17.12%. Además, los valores de CBR al 95% y al 100% son notables, llegando a 65.98% y 104.88%, respectivamente. Estos datos sugieren una disminución en la capacidad de soporte en comparación con la progresiva anterior.

En la progresiva 03+000, se mantiene una máxima densidad seca sólida de 1.88 gr/cm³. Sin embargo, el contenido de humedad óptimo disminuye aún más, situándose en 14.08%. Los valores de CBR al 95% y al 100% varían a 66.12% y 106.90%, respectivamente. Esto

señala una mejora en la resistencia del terreno en esta sección, a pesar de la disminución del contenido de humedad.

La progresiva 04+000, muestra una máxima densidad seca de 1.81 gr/cm³. El contenido de humedad óptimo es del 15.88%, y los valores de CBR al 95% y al 100% son notables, alcanzando 58.36% y 74.63%, respectivamente. Aunque estos valores son más bajos que los de la progresiva anterior, aún indican una capacidad de soporte significativa.

A medida que avanzamos a la progresiva 05+000, notamos una disminución en la máxima densidad seca, que es de 1.78 gr/cm³. El contenido de humedad óptimo disminuye al 16.58%, y los valores de CBR al 95% y al 100% también disminuyen, llegando a 56.51% y 104.46%, respectivamente. Estos datos indican una disminución significativa en la capacidad de soporte, lo que plantea preocupaciones en esta área.

En la progresiva 06+000, se observa una máxima densidad seca de 1.84 gr/cm³. Aunque se mantiene una densidad razonable, el contenido de humedad óptimo disminuye al 17.92%. Los valores de CBR al 95% y al 100% continúan disminuyendo, alcanzando 56.67% y 102.98%, respectivamente, indicando una degradación continua en la resistencia del terreno.

La progresiva 07+000, muestra una máxima densidad seca de 1.79 gr/cm³. El contenido de humedad óptimo es del 16.40%, y los valores de CBR al 95% y al 100% continúan disminuyendo, alcanzando 51.78% y 107.51%, respectivamente, indicando una degradación continua en la resistencia del terreno.

En la progresiva 08+000, se observa una máxima densidad seca más alta, alcanzando 1.95 gr/cm³. A pesar de que el contenido de humedad óptimo disminuye al 12.78%, los valores de CBR al 95% y al 100% son notables, llegando a 45.03% y 58.36%, respectivamente. Esto sugiere un aumento en la capacidad de soporte del terreno en esta ubicación.

La progresiva 09+000, muestra la máxima densidad seca más alta de todos los puntos, alcanzando 2.07 gr/cm³. A pesar de un contenido de humedad óptimo del 12.25%, los valores de CBR al 95% y al 100% indican un aumento sustancial en la capacidad de soporte, llegando a 76.50% y 114.75%, respectivamente.

Finalmente, en la progresiva 10+000, se observa una máxima densidad seca de 1.82 gr/cm³. Aunque el contenido de humedad óptimo es del 12.38%, los valores de CBR al 95% y al 100% llegan a 52.92% y 101.16%, respectivamente.

Diseño del pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 a partir del CBR estabilizado por aceite sulfonado y cemento

Método NAASRA

Determinamos el grosor de la capa de superficie en carreteras no pavimentadas aplicando un enfoque secuencial que sigue el estándar de NAASRA (actualmente AUSTROADS). Este método establece una relación entre la resistencia del suelo (CBR) y la carga que se ejerce sobre la superficie no pavimentada, representada como el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE).

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

- e = Espesor de la capa de afirmado en mm
- CBR = Valor del CBR de la subrasante
- Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño

Igualmente, en el Manual de Diseño mencionado se proporcionan catálogos que presentan diversas configuraciones de capas granulares de rodadura, adaptadas a distintos niveles de tráfico y variaciones en las condiciones de la subrasante, en conformidad con la fórmula mencionada anteriormente.

En nuestra situación, determinaremos el grosor del pavimento utilizando los catálogos mencionados como referencia.

CBR= en % según el tramo homogéneo

$$\text{Nrep} = 9.98 \times 10^5$$

Reemplazando en la formula se tiene: $e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$

Tabla 22

Resumen de tramos homogéneos y espesores de pavimento por el método NAASRA

N°	TRAMOS HOMOGENEOS		CBR (%) EQUIVALENTE	Nrep - EE	Espesor (mm)	Espesor (cm)
	00+000	10+000				
1	00+000	10+000	18.52	9.98E+05	175.33	17.53

Fuente: Elaboración propia.

Método USACE

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos ha adquirido una vasta experiencia en la planificación y desempeño de carreteras con bajos niveles de tráfico. A pesar de que gran parte de esta experiencia se centra en la accesibilidad de vehículos militares y aeronaves, el conocimiento del USACE también abarca carreteras de tierra, caminos de grava y vías con tratamientos asfálticos utilizados como superficies de circulación.

El concepto de "necesario" hace alusión a un espesor que posibilitará un número específico de repeticiones de carga antes de que la infraestructura alcance un grado de deformación que indique una baja capacidad de servicio. En las fórmulas de diseño (representadas en un gráfico), las cargas de contacto se expresan en pulgadas, lo que permite definir las en función de repeticiones equivalentes de ejes simples de 18,000 libras.

Los espesores se determinan en función a:

- Capacidad de Soporte C.B.R. y
- Número de Repeticiones de Ejes Standard

En nuestro caso tenemos:

CBR= en % según el tramo homogéneo

Nrep = $9.98 \times 10E+5$

El espesor encontrado de acuerdo es 14.2 cm.

Tabla 23

Resumen de tramos homogéneos y espesores de pavimento por el método USACE

N°	TRAMOS HOMOGENEOS		CBR (%) EQUIVALENTE	Nrep - EE	Espesor (pulg)	Espesor (cm)
	00+000	10+000				
1	00+000	10+000	18.52	9.98E+05	5.59	14.2

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que el nuevo espesor de afirmado será de 20 cm

Tabla 24
Nuevo espesor de afirmado

TRAMO KM 0+900 – KM 96+740	BASE
“Jenaro Herrera – Colonia	20.00 cm.

Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento para el diseño estructural del pavimento

El método de AASHTO 93 se destaca por su capacidad para incorporar de manera efectiva las características específicas del tráfico, el clima y los materiales locales en el proceso de diseño. Su enfoque más integral permite una mayor precisión en la estimación de las cargas y las demandas sobre el pavimento, lo que se traduce en diseños más duraderos.

Se aplicó el método AASHTO 93 donde se consideraba que, al comienzo de la construcción, el pavimento proporcionaba un nivel de servicio elevado. Conforme avanzaba el tiempo y se acumulaban las repeticiones de carga vehicular, el nivel de servicio experimentaba una disminución gradual. Este enfoque imponía la necesidad de mantener un nivel de servicio final al finalizar el período de diseño.

Mediante un proceso iterativo, se evaluaban distintos espesores de losas de concreto hasta alcanzar un equilibrio según la ecuación AASHTO 1993. El espesor final del concreto debía ser suficiente para resistir un número específico de repeticiones de carga sin que el nivel de servicio descendiera por debajo de la estimación prevista. La ecuación a la que se hace referencia es la siguiente:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_D + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dt} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

En donde:

W_{82} = Numero previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Z_r = Desviación normal estándar.

- So = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.
- D = Espesor del pavimento de concreto, en milímetros.
- Δ PSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.
- Pt = Índice de serviciabilidad o servicio final.
- Mr = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- Cd = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas.
- Ec = Modulo de elasticidad del concreto, en Mpa.
- K = Modulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, sub base o subrasante) en la que se aporta el pavimento de concreto.

Número previsto de aplicaciones de carga W_{18} (ESAL)

Se define a través de la cantidad de veces que un eje estándar de 18,000 libras pasa sobre la sección del pavimento que se está diseñando. Se deriva de la conversión de todos los ejes de carga a su equivalente en el eje estándar, y se obtiene a partir de los datos proporcionados en el capítulo anterior con la información de la Estación 01 (Jenaro Herrera).

En la Estación 01 (Jenaro Herrera), el valor de ESAL es de 2.28×10^6 .

Desviación estándar normal (Z_R)

La desviación estándar normal es un parámetro influenciado por la fiabilidad R, la cual, a su vez, se ve afectada por múltiples consideraciones.

En la Guía AASHTO, se proporciona una breve definición de R que se resume como "La fiabilidad de un proceso de diseño y comportamiento del pavimento es la probabilidad de que una sección del pavimento diseñada mediante este proceso funcione de manera satisfactoria en condiciones de tráfico y ambiente a lo largo del período de diseño".

En otras palabras, para determinar la fiabilidad, es esencial considerar diversos factores como el mantenimiento, las condiciones ambientales, el tráfico y la duración del período de diseño. Una vez que R se ha establecido, es posible tomar un valor de Z_R de la siguiente tabla:

Tabla 25
Desviación Estándar Normal correspondiente a diferentes niveles de confiabilidad

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar Normal Z_R
50	-0.00
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO, 1993.

En nuestra situación, tomando en cuenta la posibilidad de que el mantenimiento podría no ser adecuado, que la carga de tráfico podría superar los límites previstos y que las condiciones ambientales puedan experimentar situaciones excepcionales, se optará por un valor de R del 80%. Esto se traduce en un Z_R de -0.841.

Desviación estándar total (S_0)

El resultado se ve influenciado por la exactitud y alcance de la evaluación del factor de tráfico futuro, así como por otras variables vinculadas a los modelos de comportamiento de los pavimentos. El intervalo de valores de S_0 estimados a través de la Carretera Experimental AASHTO y los modelos originales de diseño de pavimentos presentados en las guías de 1972 y 1981 para pavimentos rígidos variaba entre 0.30 y 0.40.

El valor más bajo correspondía a una evaluación basada en datos recopilados mediante un programa de limitado alcance, mientras que el valor más alto representaba una valoración del tráfico realizada con un mayor período de tiempo y precisión. Dado que el estudio se desarrolló en un período relativamente breve, se optó por elegir un valor intermedio en lugar de los valores extremos de S_0 , específicamente se estableció en 0.35.

Perdida de serviciabilidad (Δ PSI)

Esta representa la disminución de la capacidad de prestación de servicios debida a las deficiencias en la estructura del pavimento y al desgaste de la superficie de rodaje. Desde una perspectiva numérica, se calcula restando el índice de serviciabilidad inicial (po) del índice de serviciabilidad terminal o actual (pt).

El AASHTO y el Manual de Pavimentos Urbanos establecen un índice inicial de 4.1 y un índice terminal de 2.0 para pavimentos de concreto hidráulico. En consecuencia, la pérdida de serviciabilidad se sitúa en 2.1, lo que indica que el máximo deterioro de la capacidad de prestar un servicio eficiente del pavimento se limitará a esa magnitud, tras lo cual se considerará la necesidad de llevar a cabo una nueva obra.

Módulo de rotura del concreto ($S'c$)

El módulo de rotura del concreto ($S'c$) es representado por la resistencia del concreto a la flexión, que para efectos de diseño el procedimiento es mediante el criterio de fatiga, que controla el agrietamiento por la repetición de las cargas en el período de diseño.

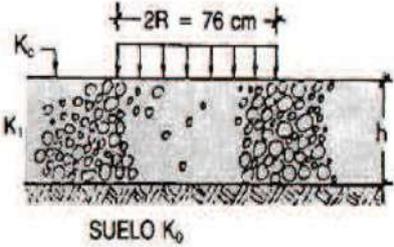
El módulo de rotura se obtiene mediante ensayos de carga sobre vigas. Estos ensayos son dificultosos y consumen tiempo. Por este motivo existen correlaciones con la resistencia a la compresión a los 28 días de fabricado el concreto ($f'c$): $S'c = 0.15-0.20 f'c$.

- Datos tomados del Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos Cuadro 14.5 según el rango de tráfico.
- El suelo y el efecto de las capas de apoyo (Kc).
- Resistencia a la flexotracción del concreto (MR), para un concreto con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Drenaje (cd): $cd = 1$
- Transferencia de carga (J) con pasadores: $J = 3.8$

Para: Km 00+000 – Km 00+900

Figura 15
Cálculo del Keq

Keq. COEFICIENTE DE REACCIÓN EQUIVALENTE				
CBR >10	$K = 46 + 9.08 * (\text{LOG}(\text{CBR}))^{4.34}$			<i>Mpa/m</i>
CBR < 10	$K = 2.55 + 52.5 * \text{LOG}(\text{CBR})$			<i>Mpa/m</i>
	CBR (%)	h (cm)	K	Mpa/m
Subrasante	11.46		Ko	57.65
Subbase	42.35	60	K1	121.05
			Keq	130.04
				13.26
				479.12



SUELO K_0

$$Keq(\text{kg/cm}^3) = (1 + (h/38)^2 * (K1/K0)^{2/3})^{0.5} * K0$$

Ko (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subrasante
 K1 (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subbase
 keq(kg/cm³): Coeficiente de reacción equivalente

1Kg/cm³ :	36.13	Pci/Lb
1Mpa/m :	0.101972	kg/cm³

Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento del pavimento rígido

Para: Km 00+000 – Km 00+900

Figura 16

Diseño de pavimento rígido

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Metodo AASHTO 1993

PROYECTO : MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA – PROVINCIA DE REQUENA – REGIÓN LORETO

SECCION : Pavimentos **FECHA :** 1 de Agosto de 2022

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2.28E+06
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.1
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.00
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.35

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm2)	280.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (psi)	3,974.19
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec (psi)	3,593,345.10
c. MODULO DE ROTURA S'c (psi)	644.81
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K (pci)	479.12
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.8
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.0

3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$Log_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35 Log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{Log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times Log_{10}\left(\frac{M_r C_{da}(0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}}\right)}\right)$$

D (pulg)	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
7.400	-0.15490	6.36	6.39

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), pulgadas	7.40	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), centímetros	18.80	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE (SB), pulgadas	24	pulg.
D. ESPESOR DE SUB BASE (SB), centímetros	60	cm

Fuente: Elaboración propia.

Espesor de losa de concreto por redondeo es; $e = 8 \text{ pulg} = 0.20 \text{ m}$

Juntas de construcción

Cuando se encuentren juntas de construcción no previstas en una ubicación cercana o justo en la proximidad de una junta de contracción planificada, se sugiere que se conecten directamente a través de una junta de paso. Por otro lado, si la interrupción no prevista se ubica en los dos primeros tercios de la distancia normal entre las juntas, se recomienda inclinar la junta mediante el uso de barras de amarre (hechas de acero corrugado). Esto tiene como finalidad evitar que la junta provoque grietas en la losa adyacente.

Tabla 26

Cálculo del acero transversal según la AASHTO

TABLA 5.00.
Espesor para la selección de los pasadores de carga.

Espesor de Losa		Barras Pasajuntas					
		Diámetro		Longitud		Separación	
cm	in	mm	in	cm	in	cm	in
13 a 15	5 a 6	19	3/4	41	16	30	12
15 a 20	6 a 8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	1 1/4	46	18	30	12
30 a 43	12 a 17	38	1 1/2	51	20	38	15
43 a 50	17 a 20	45	1 3/4	56	22	46	18

Fuente: AASHTO, 1993.

Para el espesor de pavimento calculado $e=20\text{cm}$

Tenemos acero de $\varnothing 1''$ de longitud 46 cm, separados a 30 cm,

Por ende, el acero en las juntas transversales será:

Fierro de $\varnothing 1'' @ 0.30 \text{ m}$, Long=0.50 m.

Juntas de dilatación o expansión

Las juntas de expansión, que son juntas que se extienden en dirección transversal, se emplean con el propósito de reducir la presión generada por la expansión del pavimento. Estas juntas se ubicarán a intervalos de 20 metros, después de haber instalado tres juntas de contracción.

Las dimensiones de estas juntas consistirán en un espacio de 1 pulgada, una profundidad de 0.15 metros y se llenarán con una mezcla de arena y brea hasta alcanzar una profundidad de 0.05 metros, mientras que la parte restante se completará utilizando Tecnopor.

Juntas longitudinales

En la dirección a lo largo de la carretera, se instalará una junta de construcción con un grosor de 1/2 pulgada y una profundidad de 0.15 metros. Esta junta se rellenará con una mezcla de arena y brea y se utilizará para controlar la formación de grietas longitudinales. Además, se aplicará refuerzo en forma de barras de acero con un diámetro de 1 pulgada, espaciadas a intervalos de 0.80 metros, con una longitud de 0.50 metros.

Análisis descriptivo

Tabla 27

CBR al 95% de la máxima densidad seca

CBR al 95% de la máxima densidad seca			
Nº	Ensayo de CBR del suelo en estado natural	Ensayo de CBR del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento	Ensayo de CBR del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento
1	14.64%	45.40%	60.98%
2	11.06%	43.64%	65.98%
3	13.07%	40.87%	66.12%
4	7.38%	61.78%	58.36%
5	7.58%	40.28%	56.51%
6	6.86%	42.55%	56.67%
7	8.85%	40.35%	51.78%
8	13.35%	63.63%	45.03%
9	14.34%	42.09%	76.50%
10	6.67%	40.78%	52.92%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla proporciona resultados de ensayos de CBR al 95% en tres condiciones diferentes: en estado natural, con 0.30 L/m³ de aditivo más un 1.5% de cemento, y con 0.35 L/m³ de aditivo más un 3% de cemento. Estos datos permiten analizar cómo cambia la resistencia del suelo bajo la influencia de diferentes aditivos y niveles de cemento. Utilizando conectores adecuados, se puede realizar una interpretación detallada:

En el ensayo inicial de CBR en estado natural, el suelo muestra un valor de 14.64%. Esto sugiere una resistencia razonable del suelo en su estado natural. Sin embargo, al aplicar 0.30 L/m³ de aditivo junto con un 1.5% de cemento, se observa un aumento significativo en el valor del CBR, alcanzando un 45.40%. Este incremento indica una mejora sustancial en la capacidad de soporte del suelo debido a la introducción de estos aditivos.

En el segundo ensayo, con 0.35 L/m³ de aditivo y un 3% de cemento, el valor del CBR continúa aumentando a 60.98%. Esto refuerza la idea de que una mayor concentración de aditivo y cemento conduce a una mayor resistencia del suelo. Además, la diferencia entre

el ensayo en estado natural y el ensayo con aditivo y cemento es notable, lo que destaca la efectividad de estos materiales en la mejora de la capacidad de soporte del suelo.

Siguiendo con el segundo conjunto de datos, el suelo en estado natural muestra un valor de CBR del 11.06%. Al introducir 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR aumenta significativamente a 43.64%. Esta mejora en la resistencia del suelo es evidente. Sin embargo, al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, respectivamente, el valor del CBR continúa aumentando, llegando a 65.98%. Esto subraya la relación entre la cantidad de aditivo y cemento y la mejora en la capacidad de soporte.

En el tercer ensayo, el suelo en estado natural tiene un valor de CBR del 13.07%. Al añadir 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR aumenta a 40.87%. Nuevamente, al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, el valor del CBR continúa en aumento, llegando a 66.12%. Esto demuestra consistentemente la mejora de la capacidad de soporte del suelo con la adición de estos materiales.

En el cuarto conjunto de datos, el suelo en estado natural muestra un valor de CBR del 7.38%. Al aplicar 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR se dispara a 61.78%, lo que indica una mejora drástica en la resistencia del suelo. Sin embargo, al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, el valor del CBR disminuye a 58.36%. Aunque la resistencia sigue siendo alta, este descenso sugiere una respuesta variable a la concentración de aditivo y cemento.

En el quinto ensayo, el suelo en estado natural tiene un valor de CBR del 7.58%. Al introducir 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR aumenta a 40.28%. Al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, el valor del CBR continúa en aumento, llegando a 56.51%. Esto refleja una mejora en la capacidad de soporte en respuesta a la adición de aditivo y cemento.

En el sexto conjunto de datos, el suelo en estado natural tiene un valor de CBR del 6.86%. Al aplicar 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR aumenta a 42.55%. Al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, el valor del CBR sigue aumentando, llegando a 56.67%. Estos resultados indican una mejora continua en la capacidad de soporte del suelo con la adición de aditivo y cemento.

En el séptimo ensayo, el suelo en estado natural muestra un valor de CBR del 8.85%. Al añadir 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR aumenta a 40.35%. Al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, el valor del CBR disminuye a 51.78%. Esto indica que, en este caso, una mayor concentración de aditivo

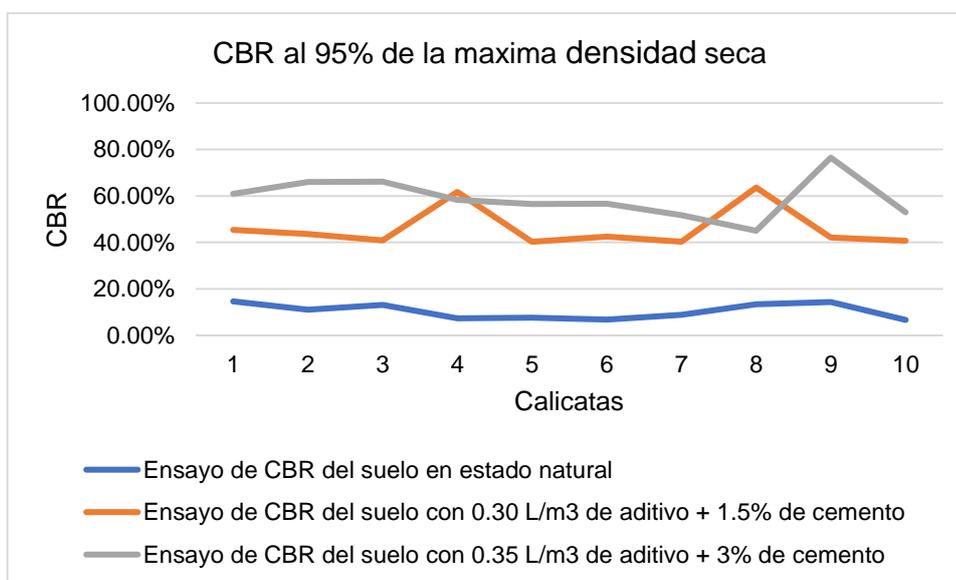
y cemento no conduce necesariamente a una mejora continua en la capacidad de soporte del suelo.

En el octavo conjunto de datos, el suelo en estado natural tiene un valor de CBR del 13.35%. Al aplicar 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR aumenta significativamente a 63.63%. Sin embargo, al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, el valor del CBR disminuye a 45.03%. Esto resalta la importancia de encontrar un equilibrio en la concentración de estos materiales para lograr una mejora efectiva en la capacidad de soporte del suelo.

En el noveno ensayo, el suelo en estado natural tiene un valor de CBR del 14.34%. Al introducir 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR aumenta a 42.09%. Al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, el valor del CBR continúa en aumento, llegando a 76.50%. Esto demuestra que una mayor concentración de aditivo y cemento puede tener un efecto significativo en la mejora de la capacidad de soporte del suelo.

En el décimo ensayo, el suelo en estado natural muestra un valor de CBR del 6.67%. Al aplicar 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el valor del CBR aumenta a 40.78%. Al aumentar la concentración de aditivo y cemento a 0.35 L/m³ y 3%, el valor del CBR continúa aumentando, llegando a 52.92%. Esto destaca la efectividad de estos materiales en la mejora de la capacidad de soporte del suelo.

Figura 17
CBR al 95% de la máxima densidad seca



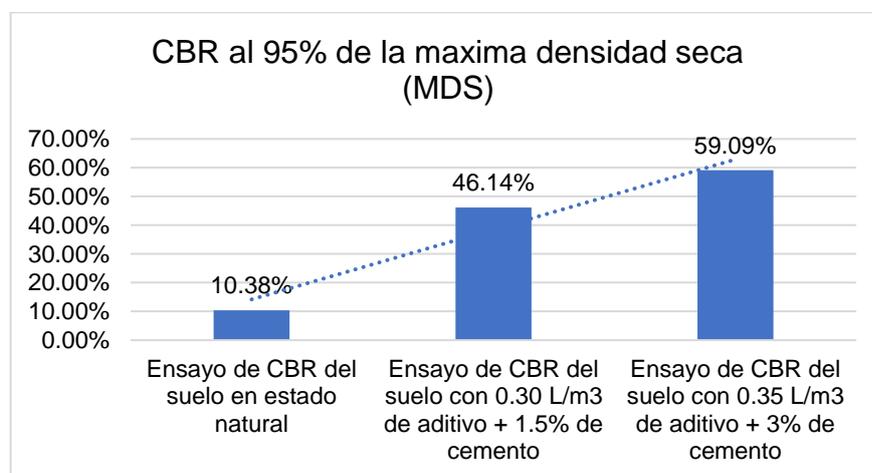
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los ensayos demuestran que la adición de aditivo y cemento tiene un impacto significativo en la mejora de la capacidad de soporte del suelo. La cantidad de mejora varía dependiendo de la concentración de estos materiales, y es importante realizar un análisis detallado de las condiciones específicas de cada sitio para determinar la concentración adecuada y evitar posibles efectos negativos en la resistencia del suelo.

Los ensayos muestran de manera consistente que la adición de aditivos y cemento aumenta la resistencia del suelo. En todos los casos, los valores de CBR mejoran significativamente en comparación con el suelo en estado natural. Esto sugiere que estos materiales son efectivos para mejorar la capacidad de soporte del suelo en carreteras u otras aplicaciones similares. Existe una clara dependencia de la concentración de aditivo y cemento en la mejora de la resistencia del suelo. A medida que aumenta la concentración de estos materiales, se observan aumentos en los valores de CBR. Sin embargo, este efecto no es lineal y varía según las condiciones específicas de cada ensayo. En algunos casos, un aumento significativo en la concentración. La respuesta del suelo a la adición de aditivo y cemento es variable. Algunos suelos muestran una mejora constante con mayores concentraciones, mientras que otros pueden mostrar una respuesta decreciente. Esto resalta la importancia de llevar a cabo ensayos específicos en el terreno de interés para determinar la concentración óptima de aditivo y cemento. Asimismo, el octavo ensayo destaca la importancia de encontrar un equilibrio en la concentración de aditivo y cemento. Un exceso de estos materiales puede llevar a una disminución de la resistencia del suelo, lo que subraya la necesidad de optimizar la concentración para lograr una mejora efectiva.

Figura 18

CBR promedio al 95% de la máxima densidad seca (MDS)



Fuente: Elaboración propia.

En el suelo en su estado natural, se observó un CBR de 10.38%. No obstante, al introducir 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el CBR experimentó un notable aumento, alcanzando un 46.14%. Pero lo más impresionante fue el resultado obtenido al utilizar 0.35 L/m³ de aditivo junto con un 3% de cemento, que generó un CBR aún mayor, ascendiendo a un 59.09%.

Estos resultados subrayan de manera destacada una mejora sustancial en la capacidad de carga del suelo cuando se incorporan aditivos y cemento. El CBR en los suelos estabilizados con aditivo y cemento sobrepasó significativamente al del suelo en su estado natural. Este descubrimiento resulta de suma importancia en el contexto de la investigación en curso, ya que confirma la eficacia de la estabilización empleando aceite sulfonado y cemento en la subrasante de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos. Cabe destacar que la cantidad de aditivo y cemento desempeña un papel crucial, dado que una mayor proporción de estos materiales se tradujo en un CBR más elevado. Estos hallazgos podrían ser cruciales al tomar decisiones en relación con el diseño y la construcción de la mencionada carretera, lo que sin duda contribuirá a su durabilidad y seguridad.

Tabla 28
CBR al 100% de la máxima densidad seca

CBR al 100% de la máxima densidad seca			
Nº de calicata	Ensayo de CBR del suelo en estado natural	Ensayo de CBR del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento	Ensayo de CBR del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento
1	19.61%	73.39%	114.23%
2	14.60%	67.02%	104.88%
3	18.00%	63.89%	106.90%
4	11.78%	102.95%	74.63%
5	12.08%	70.18%	104.46%
6	8.45%	75.38%	102.98%
7	17.11%	73.14%	107.51%
8	20.23%	110.02%	58.36%
9	20.75%	73.59%	114.75%
10	9.16%	69.49%	101.16%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos presentados en la tabla muestran los resultados de ensayos de CBR (California Bearing Ratio) para el suelo en tres condiciones diferentes: estado natural, suelo con la adición de 0.30 litros por metro cúbico de aditivo y un 1.5% de cemento, y suelo con la

adición de 0.35 litros por metro cúbico de aditivo y un 3% de cemento, todos medidos a un nivel del 100% de la máxima densidad seca. Veamos cómo se desarrollan los valores en cada condición y las conclusiones a las que podemos llegar.

En el estado natural, los valores de CBR varían en un rango que va desde 8.45% en la calicata 6 hasta 20.75% en la calicata 9. Esto indica una variabilidad significativa en la capacidad del suelo para soportar cargas sin ninguna modificación. Las diferencias entre las calicatas sugieren que las condiciones del suelo varían de un lugar a otro.

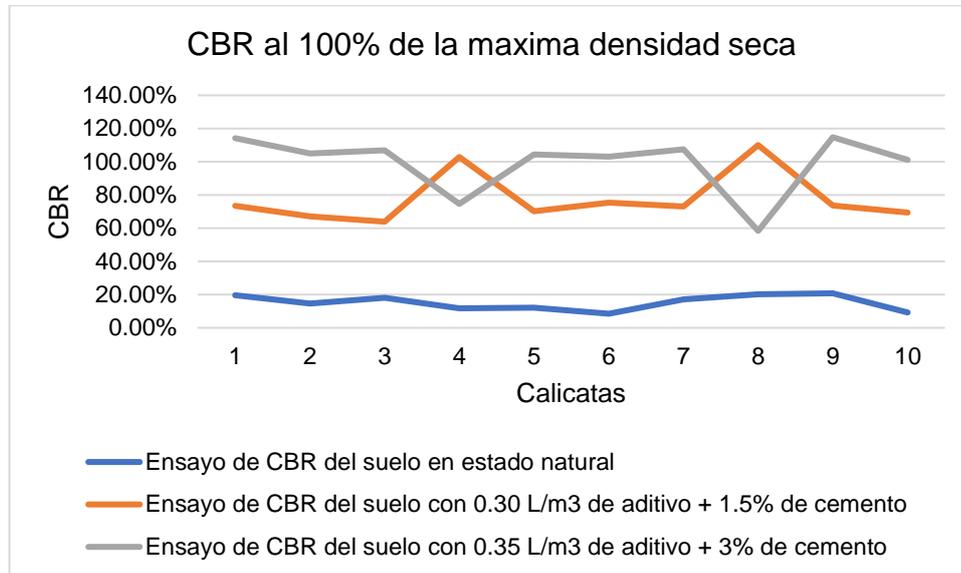
Cuando se agrega 0.30 litros por metro cúbico de aditivo y un 1.5% de cemento, se observa un aumento notable en los valores de CBR. Los valores oscilan entre 63.89% y 110.02%. Esta mejora sustancial en la capacidad de carga indica que la introducción de estos elementos ha tenido un impacto positivo en la resistencia del suelo. Sin embargo, es interesante notar que no todas las calicatas responden de la misma manera, ya que la calicata 4, a pesar de un valor alto en el estado natural, muestra una disminución en el CBR en esta condición.

Al incrementar la cantidad de aditivo a 0.35 litros por metro cúbico y elevar el contenido de cemento al 3%, nuevamente se observan mejoras en los valores de CBR. Los valores varían entre 58.36% y 114.75%. En este caso, la calicata 9 exhibe el valor más alto de CBR, mientras que la calicata 8 muestra el valor más bajo.

En conclusión, se puede afirmar que la adición de aditivos y cemento al suelo tiene un impacto positivo en su capacidad de soportar cargas. Los valores de CBR aumentan en general a medida que se introducen estas modificaciones, lo que sugiere que esta técnica puede ser efectiva para mejorar la resistencia del suelo. Sin embargo, es importante destacar que la respuesta del suelo a estas modificaciones varía de una calicata a otra, lo que podría estar relacionado con las características específicas del suelo en cada ubicación. Por lo tanto, la selección adecuada de los aditivos y las cantidades de cemento a utilizar deberá basarse en un análisis detallado de las condiciones locales.

Figura 19

CBR al 100% de la máxima densidad seca



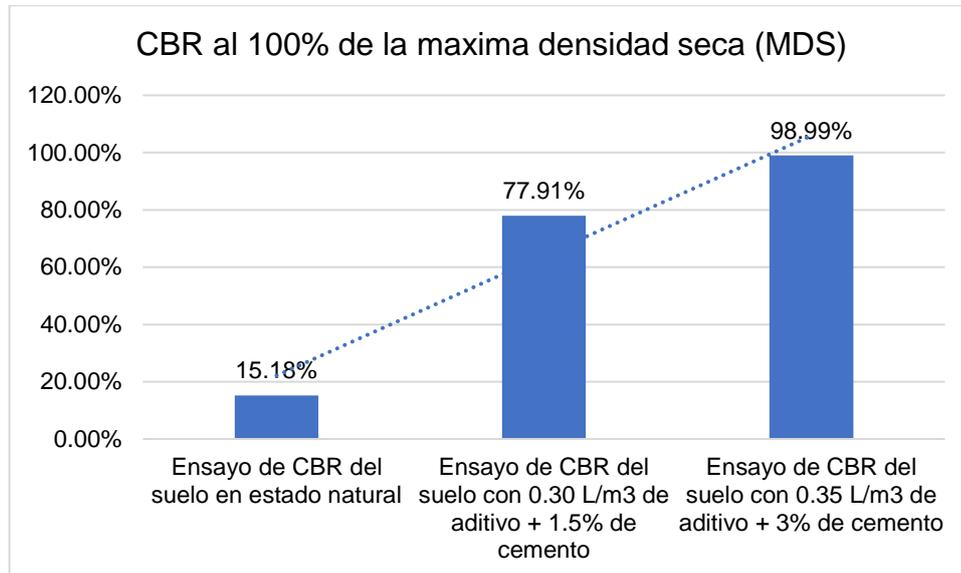
Fuente: Elaboración propia.

Los valores de CBR en el suelo en su estado natural muestran una variabilidad significativa. Esto indica que la capacidad de soporte de cargas del suelo varía considerablemente de una ubicación a otra, incluso en condiciones similares de máxima densidad seca. La calicata 9 exhibe el valor más alto (20.75%), mientras que la calicata 6 muestra el valor más bajo (8.45%). Cuando se añaden 0.30 litros por metro cúbico de aditivo y un 1.5% de cemento, se observa una mejora sustancial en los valores de CBR en todas las calicatas.

Los valores varían entre 63.89% y 110.02%. Esto sugiere que la modificación del suelo con estos elementos puede aumentar significativamente su capacidad de soporte de cargas. La calicata 8 alcanza el CBR más alto (110.02%) en esta condición. Por otra parte, al aumentar la cantidad de aditivo a 0.35 litros por metro cúbico y elevar el contenido de cemento al 3% resulta nuevamente en mejoras en los valores de CBR. Los valores oscilan entre 58.36% y 114.75%. Esto demuestra que una mayor cantidad de aditivo y cemento puede aumentar aún más la capacidad de carga del suelo. La calicata 9 destaca con el CBR más alto (114.75%) en esta condición.

Figura 20

CBR promedio al 100% de la máxima densidad seca (MDS)



Fuente: Elaboración propia.

Al analizar el CBR al 100% de la máxima densidad seca (MDS), se revelan los siguientes valores: En el suelo en su estado natural, se obtiene un CBR de 15.18% en promedio. En contraste, cuando se añade un aditivo de 0.30 L/m³ junto con un 1.5% de cemento, el CBR experimenta un drástico incremento, alcanzando un impresionante 77.91%. No obstante, el resultado más sobresaliente se observa al emplear 0.35 L/m³ de aditivo y un 3% de cemento, lo que resulta en un CBR excepcionalmente elevado, alcanzando un sorprendente 98.99%.

Estos datos ponen en evidencia una mejora sustancial en la capacidad de soporte del suelo al introducir aditivo y cemento. El CBR en el suelo estabilizado con dichos materiales supera significativamente al del suelo en su estado natural. Este hallazgo posee una gran relevancia en el contexto de la investigación en curso, ya que confirma la eficacia de la estabilización con aceite sulfonado y cemento en la subrasante de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos. Asimismo, se destaca que la cantidad de aditivo y cemento influye considerablemente, ya que una mayor proporción de estos elementos resulta en un CBR sustancialmente más elevado. Estos resultados se perfilan como cruciales al tomar decisiones en cuanto al diseño y construcción de la mencionada carretera, lo que sin duda contribuirá a su durabilidad y seguridad.

5.2. Análisis inferencial y/o contrastación hipótesis

Prueba de normalidad y normalización de datos

Para la elección de la prueba estadística que se utilizará en la evaluación de las hipótesis, en primer lugar, se realizó un examen de la normalidad de la distribución de los datos. Se seleccionó el test de Shapiro-Wilk, ya que el tamaño de la muestra es igual o menor a 50. En caso de que el tamaño de la muestra hubiera excedido 50, se habría optado por el test de Kolmogorov-Smirnov, el cual es más adecuado para analizar conjuntos de datos más grandes, con más de 50 observaciones.

En relación con este asunto y en consideración al tamaño de la muestra en la investigación, se optó por emplear el primer examen que se mencionó anteriormente en el párrafo previo, dado que la cantidad de muestras es menor a 50. Como resultado, se plantearon las hipótesis que se detallan a continuación:

Ho: Datos aproximados a la distribución normal

H1: Datos no aproximados a la distribución normal

Regla de decisión

En caso de que el valor p sea mayor que 0.05, se procederá a aceptar la hipótesis nula (Ho), lo que indicará que la distribución es normal. Por otro lado, si el valor p es menor que 0.05, se aceptará también la hipótesis alternativa (H1), señalando que la distribución no es normal.

Tabla 29

Prueba de normalidad del CBR al 95% de la máxima densidad seca (MDS) con Shapiro – Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural	,205	10	,200*	,861	10	,078
Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.30 L/m3 de aditivo + 1.5% de cemento	,333	10	,002	,668	10	,001
Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.35 L/m3 de aditivo + 3% de cemento	,133	10	,200*	,972	10	,906
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Elaboración propia.

Para tomar decisiones basadas en estas hipótesis, se estableció una regla de decisión. Si el valor de p obtenido a partir de la prueba de Shapiro-Wilk es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula (H_0), lo que indica que los datos se distribuyen normalmente. Por otro lado, si el valor de p es menor que 0.05, se acepta la hipótesis alternativa (H_1), lo que sugiere que los datos no siguen una distribución normal.

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de normalidad para cada conjunto de datos:

En el "Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural," el valor del estadístico de Shapiro-Wilk fue 0.861, y el valor de p obtenido fue 0.078. Dado que el valor de p es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula (H_0), lo que indica que los datos siguen una distribución normal.

En el "Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento," el valor del estadístico de Shapiro-Wilk fue 0.668, y el valor de p obtenido fue 0.001. Dado que el valor de p es menor que 0.05, se acepta la hipótesis alternativa (H_1), lo que sugiere que los datos no siguen una distribución normal.

En el "Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento," el valor del estadístico de Shapiro-Wilk fue 0.972, y el valor de p obtenido fue 0.906. Dado que el valor de p es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula (H_0), lo que indica que los datos siguen una distribución normal.

Por tanto, los resultados de las pruebas indican que los datos en los ensayos "Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural" y "Ensayo de CBR al 95 MDS del suelo con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento" siguen una distribución normal, ya que los valores de p son mayores que 0.05. Sin embargo, los datos en el "Ensayo de CBR al 95 MDS del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento" no siguen una distribución normal, ya que el valor de p es menor que 0.05. A partir de estos datos, se deduce que esta información corresponde a un conjunto de datos no paramétricos, lo que significa que no siguen una distribución normal. En consecuencia, para este estudio, se utilizó el test de Friedman y de los rangos con signo de Wilcoxon.

Tabla 30

Prueba de normalidad del CBR al 100% de la máxima densidad seca (MDS) con Shapiro – Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural	,163	10	,200*	,913	10	,306
Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento	,365	10	,000	,736	10	,002
Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento	,348	10	,001	,758	10	,004
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Elaboración propia.

Para el ensayo de CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca (MDS) del suelo en estado natural, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk fue 0.913 con un grado de libertad de 10 y un p-valor de 0.306. Dado que el p-valor (0.306) es mayor que 0.05, no se rechaza la hipótesis nula (H₀), lo que sugiere que los datos se aproximan a una distribución normal. En el caso del ensayo de CBR al 100% de la MDS del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk fue 0.736 con un grado de libertad de 10 y un p-valor de 0.002. El p-valor (0.002) es menor que 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

En cuanto al ensayo de CBR al 100% de la MDS del suelo con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk fue 0.758 con un grado de libertad de 10 y un p-valor de 0.004. Similar al caso anterior, el p-valor (0.004) es menor que 0.05, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula (H₀) y concluir que los datos no se ajustan a una distribución normal.

En resumen, los datos del ensayo de CBR al 100% de la MDS del suelo en estado natural se aproximan a una distribución normal, mientras que los datos de los ensayos con aditivo y cemento no siguen una distribución normal, como se evidencia por los valores de p-valor en la prueba de Shapiro-Wilk. A partir de estos datos, se deduce que esta información corresponde a un conjunto de datos no paramétricos, lo que significa que no

siguen una distribución normal. En consecuencia, para este estudio, se utilizó el test de Friedman y de los rangos con signo de Wilcoxon.

Contrastación de hipótesis

Análisis de la hipótesis por la prueba de Friedman para el CBR AL 95% MDS

Antes de avanzar hacia la evaluación de la hipótesis, se procedió a analizar si existían diferencias de importancia al cotejar las medias de los resultados del ensayo de CBR obtenidos de la muestra de referencia con el CBR del diseño experimental, considerando diversas proporciones de aceite sulfonado y cemento en el proceso de mejora de suelos cohesivos en la capa inferior (subrasante). Formulando las siguientes hipótesis.

H₀: No se evidencian diferencias significativas al contrastar las medias de los resultados del ensayo de CBR entre la muestra de referencia y la muestra experimental, considerando varias proporciones de mezcla de aceite sulfonado y cemento en el proceso de fortalecimiento de suelos cohesivos en la capa inferior.

H₁: Se evidencian diferencias significativas al contrastar las medias de los resultados del ensayo de CBR entre la muestra de referencia y la muestra experimental, considerando varias proporciones de mezcla de aceite sulfonado y cemento en el proceso de fortalecimiento de suelos cohesivos en la capa inferior.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión: Si $p \leq 0.05$, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

Tabla 31

Análisis de la hipótesis por la prueba Friedman para el CBR al 95% MDS

Rangos	
	Rango promedio
Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural	1,00
Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento	2,20
Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento	2,80

Estadísticos de prueba ^a	
N	10
Chi-cuadrado	16,800
gl	2
Sig. asintótica	,000
a. Prueba de Friedman	

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla de rangos promedio muestran claramente una tendencia significativa en cuanto a la efectividad de las diferentes combinaciones de aditivo y cemento en la estabilización de la subrasante. Inicialmente, al considerar el ensayo de CBR al 95% del MDS del suelo en su estado natural, se obtiene un rango promedio de 1.00.

Sin embargo, al evaluar el ensayo de CBR al 95% del MDS del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo más un 1.5% de cemento, el rango promedio aumenta notablemente a 2.20. Esto sugiere una mejora significativa en la capacidad de soporte de la subrasante cuando se utiliza esta combinación particular de aditivo y cemento en comparación con el estado natural del suelo.

Aún más llamativo es el hecho de que al emplear una dosificación de 0.35 L/m³ de aditivo y un 3% de cemento, el rango promedio alcanza 2.80, lo que indica una mejora adicional en la estabilización de la subrasante. Esta observación se vuelve aún más evidente al compararla con el ensayo de CBR en estado natural. Estos resultados indican una clara tendencia de mejora en la capacidad de soporte de la subrasante a medida que se aumenta la dosificación de aditivo y cemento.

Por otro lado, la prueba de hipótesis se basó en estadísticos de prueba específicos, en este caso, la Prueba de Friedman. Los resultados arrojaron un valor de Chi-cuadrado de 16.800 con 2 grados de libertad y un valor de significancia asintótica de 0.000.

Dado que el valor de p (Sig. asintótica) es menor o igual a 0.05 (0.000), se concluye que se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto significa que existen diferencias significativas entre las medias de los resultados del ensayo de CBR en la muestra de referencia y la muestra experimental, considerando las diversas proporciones de mezcla de aceite sulfonado y cemento en el proceso de fortalecimiento de suelos cohesivos en la capa inferior. En consecuencia, se respalda la hipótesis de que las proporciones de mezcla de estos materiales tienen un impacto significativo en el proceso de fortalecimiento de los suelos en la capa inferior, lo que podría ser de relevancia para futuros proyectos de construcción y carreteras.

Post hoc mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para el CBR al 95% MDS

Dado que el test de Friedman sugiere que al menos dos grupos dentro de los comparados presentan diferencias significativas, aunque no especifica cuáles son, se consideró esencial efectuar una comparación entre todos los grupos para evitar la posibilidad de un

error en el que una hipótesis nula verdadera sea incorrectamente rechazada. Por esta razón, se optó por emplear el test de rangos con signo de Wilcoxon, teniendo entonces lo siguiente:

Ho: La estabilización de la sub rasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos no mejora al utilizar una combinación adecuada del aditivo aceite sulfonado más cemento.

H1: La estabilización de la sub rasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos mejora al utilizar una combinación adecuada del aditivo aceite sulfonado más cemento.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión: Si $p \leq 0.05$, se rechaza la Ho y se acepta la H1.

Tabla 32

Test de rangos con signo de Wilcoxon para el CBR al 95% MDS

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.30 L/m3 de aditivo + 1.5% de cemento - Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	10 ^b	5,50	55,00
	Empates	0 ^c		
	Total	10		
Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.35 L/m3 de aditivo + 3% de cemento - Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural	Rangos negativos	0 ^d	,00	,00
	Rangos positivos	10 ^e	5,50	55,00
	Empates	0 ^f		
	Total	10		
a. Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.30 L/m3 de aditivo + 1.5% de cemento < Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural				
b. Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.30 L/m3 de aditivo + 1.5% de cemento > Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural				
c. Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.30 L/m3 de aditivo + 1.5% de cemento = Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural				
d. Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.35 L/m3 de aditivo + 3% de cemento < Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural				
e. Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.35 L/m3 de aditivo + 3% de cemento > Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural				
f. Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.35 L/m3 de aditivo + 3% de cemento = Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural				

Estadísticos de prueba ^a		
	Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.30 L/m3 de aditivo + 1.5% de cemento - Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural	Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo con 0.35 L/m3 de aditivo + 3% de cemento - Ensayo de CBR al 95% MDS del suelo en estado natural
Z	-2,803 ^b	-2,803 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,005	,005
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: Elaboración propia.

Los datos presentados en la tabla de rangos ofrecen una visión clara de las comparaciones entre diferentes condiciones de ensayo de CBR al 95% del MDS del suelo en relación con la estabilización mediante diferentes dosificaciones de aditivo (aceite sulfonado) y cemento. A través de los rangos promedio y la suma total de los rangos, se pueden identificar patrones y relaciones significativas entre estas condiciones.

En primer lugar, se realizó una comparación entre el ensayo de CBR con 0.30 L/m3 de aditivo y un 1.5% de cemento y el ensayo de CBR en el estado natural del suelo. En esta comparación, no se observaron rangos negativos, lo que indica que no hubo una disminución en la capacidad de soporte. En su lugar, se obtuvieron diez rangos positivos, con un promedio de 5.50 y una suma total de 55.00. Esto señala claramente que el ensayo con la dosificación de aditivo y cemento superó significativamente al ensayo en estado natural. En otras palabras, el uso de esta combinación específica de aditivo y cemento mejoró notablemente la capacidad de soporte de la subrasante.

En segundo lugar, se llevó a cabo una comparación similar entre el ensayo de CBR con 0.35 L/m3 de aditivo y un 3% de cemento y el ensayo de CBR en el estado natural del suelo. Nuevamente, no se registraron rangos negativos, lo que indica que no hubo una disminución en la capacidad de soporte. Se obtuvieron diez rangos positivos con un promedio de 5.50 y una suma total de 55.00. Esto confirma una vez más una mejora significativa en la capacidad de soporte al utilizar la dosificación más alta de aditivo y cemento en comparación con el estado natural.

En cuanto a, la prueba de hipótesis se apoyó en estadísticos de prueba específicos, en este caso, la Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon, que se fundamenta en los rangos negativos para realizar la comparación.

Los resultados arrojaron valores de Z, que son estadísticas de prueba, para dos comparaciones diferentes:

- Ensayo de CBR al 95% del MDS del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento en contraposición al ensayo de CBR al 95% del MDS del suelo en su estado natural: $Z = -2.803$, con un valor de significancia asintótica (bilateral) de 0.005.
- La comparación entre el ensayo de CBR al 95% del MDS del suelo con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento y el ensayo de CBR al 95% del MDS del suelo en estado natural también resultó en un valor de $Z = -2.803$, con un valor de significancia asintótica (bilateral) de 0.005.

En ambas comparaciones, el valor de p (Sig. asintótica) es menor o igual a 0.05, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Estos resultados indican que la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos mejora significativamente al utilizar las combinaciones específicas del aditivo aceite sulfonado más cemento evaluadas en este estudio. Por lo tanto, se respalda la hipótesis de mejora en la capacidad de soporte de la subrasante al aplicar estas combinaciones específicas de aditivo y cemento.

Análisis de la hipótesis por la prueba de Friedman para el CBR al 100% MDS

H₀: No se evidencian diferencias significativas al contrastar las medias de los resultados del ensayo de CBR entre la muestra de referencia y la muestra experimental, considerando varias proporciones de mezcla de aceite sulfonado y cemento en el proceso de fortalecimiento de suelos cohesivos en la capa inferior.

H₁: Se evidencian diferencias significativas al contrastar las medias de los resultados del ensayo de CBR entre la muestra de referencia y la muestra experimental, considerando varias proporciones de mezcla de aceite sulfonado y cemento en el proceso de fortalecimiento de suelos cohesivos en la capa inferior.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión: Si $p \leq 0.05$, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

Tabla 33

Análisis de la hipótesis por la prueba Friedman para el CBR al 100% MDS

Rangos	
	Rango promedio
Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural	1,00
Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento	2,20
Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento	2,80

Estadísticos de prueba^a	
N	10
Chi-cuadrado	16,800
gl	2
Sig. asintótica	,000
a. Prueba de Friedman	

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados en la tabla de rangos promedio indican una tendencia clara en cuanto a la efectividad de diferentes condiciones de ensayo de CBR al 100% del MDS del suelo, tanto en estado natural como con diferentes combinaciones de aditivo (aceite sulfonado) y cemento en la capa inferior.

En primer lugar, al considerar el ensayo de CBR al 100% del MDS del suelo en su estado natural, se obtiene un rango promedio de 1.00. Esto establece una línea base de referencia para la capacidad de soporte del suelo en su estado natural.

Por otro lado, al evaluar el ensayo de CBR al 100% del MDS del suelo con 0.30 L/m³ de aditivo y un 1.5% de cemento, el rango promedio aumenta significativamente a 2.20. Esto sugiere una mejora considerable en la capacidad de soporte de la capa inferior cuando se utiliza esta combinación específica de aditivo y cemento en comparación con el estado natural del suelo.

Además, al emplear una dosificación de 0.35 L/m³ de aditivo y un 3% de cemento en el ensayo de CBR al 100% del MDS del suelo, el rango promedio alcanza 2.80. Esta observación indica una mejora aún mayor en la capacidad de soporte de la capa inferior con esta dosificación más alta de aditivo y cemento en comparación con el estado natural. De igual modo, el nivel de significancia (α) establecido para la prueba fue de 0.05, lo que fijó un punto de corte crítico para tomar decisiones significativas. Siguiendo la regla de

decisión establecida, se rechazaría la hipótesis nula (H_0) en favor de la hipótesis alternativa (H_1) si el valor de p (valor de significancia) resulta ser menor o igual a 0.05. La prueba de hipótesis se basó en estadísticos de prueba específicos, en este caso, la Prueba de Friedman. Los resultados arrojaron un valor de Chi-cuadrado de 16.800 con 2 grados de libertad y un valor de significancia asintótica de 0.000.

Dado que el valor de p (Sig. asintótica) es menor o igual a 0.05 (0.000), se concluye que se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto significa que existen diferencias significativas entre las medias de los resultados del ensayo de CBR en la muestra de referencia y la muestra experimental, considerando las diversas proporciones de mezcla de aceite sulfonado y cemento en el proceso de fortalecimiento de suelos cohesivos en la capa inferior.

En consecuencia, se respalda la hipótesis de que las proporciones de mezcla de estos materiales tienen un impacto significativo en el proceso de fortalecimiento de los suelos en la capa inferior, lo que podría ser relevante para futuros proyectos de construcción y carreteras.

Post hoc mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para el CBR al 100% MDS

Dado que el test de Friedman sugiere que al menos dos grupos dentro de los comparados presentan diferencias significativas, aunque no especifica cuáles son, se consideró esencial efectuar una comparación entre todos los grupos para evitar la posibilidad de un error en el que una hipótesis nula verdadera sea incorrectamente rechazada. Por esta razón, se optó por emplear el test de rangos con signo de Wilcoxon, teniendo entonces lo siguiente:

H_0 : La estabilización de la sub rasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos no mejora al utilizar una combinación adecuada del aditivo aceite sulfonado más cemento.

H_1 : La estabilización de la sub rasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos mejora al utilizar una combinación adecuada del aditivo aceite sulfonado más cemento.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión: Si $p \leq 0.05$, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

Tabla 34

Test de rangos con signo de Wilcoxon para el CBR al 100% MDS

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento - Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	10 ^b	5,50	55,00
	Empates	0 ^c		
	Total	10		
Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento - Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural	Rangos negativos	0 ^d	,00	,00
	Rangos positivos	10 ^e	5,50	55,00
	Empates	0 ^f		
	Total	10		
a. Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento < Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural				
b. Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento > Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural				
c. Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento = Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural				
d. Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento < Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural				
e. Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento > Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural				
f. Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento = Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural				

Estadísticos de prueba ^a		
	Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.30 L/m ³ de aditivo + 1.5% de cemento - Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural	Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo con 0.35 L/m ³ de aditivo + 3% de cemento - Ensayo de CBR al 100% MDS del suelo en estado natural
Z	-2,803 ^b	-2,803 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,005	,005
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: Elaboración propia.

La tabla muestra los resultados de ensayos de CBR al 100% del MDS del suelo, tanto en su estado natural como con la adición de aditivos y cemento en diferentes proporciones. En el primer caso, cuando se incorporaron 0.30 L/m³ de aditivo y 1.5% de cemento al suelo, los rangos de CBR fueron negativos, lo que indica una menor resistencia en

comparación con el suelo en su estado natural. Por otro lado, los rangos de CBR fueron positivos cuando se realizó el ensayo con la mezcla de 0.30 L/m³ de aditivo y 1.5% de cemento, lo que significa una mejora en la resistencia en comparación con el suelo en su estado natural. Además, se observaron empates en esta condición.

En el segundo caso, al utilizar 0.35 L/m³ de aditivo y 3% de cemento, nuevamente se obtuvieron rangos negativos en el ensayo de CBR en comparación con el suelo en su estado natural. Sin embargo, cuando se empleó esta mezcla, los rangos de CBR fueron positivos, indicando una mejora en la resistencia. También hubo empates en esta situación.

Por otra parte, en los estadísticos de prueba, se observa que en ambas combinaciones (0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento y 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento) se obtienen valores Z iguales, que son de -2.803. Además, los valores de significancia asintótica en ambos casos son de 0.005, lo que es menor que el nivel de significancia establecido (0.05). Esto indica que el valor p es menor que α en ambas situaciones.

En conclusión, la prueba de hipótesis ha arrojado un valor p menor que el nivel de significancia α en ambas combinaciones, lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula (H_0) en ambos casos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H_1), lo que sugiere que la estabilización de la sub rasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos mejora al utilizar una combinación adecuada del aditivo aceite sulfonado más cemento.

5.3. Discusión de resultados

La influencia del aceite sulfonado y el cemento en la estabilización de la subrasante de una carretera es un tema de gran relevancia en la ingeniería vial y la construcción de infraestructuras. La subrasante, como capa de soporte fundamental, desempeña un papel crítico en la durabilidad, la seguridad y la eficiencia de una vía. La correcta estabilización de esta capa subyacente es esencial para garantizar que la carretera mantenga su integridad estructural a lo largo del tiempo.

En primer lugar, el uso de aceite sulfonado y cemento como agentes estabilizadores es de suma importancia debido a su capacidad para mejorar la resistencia y la capacidad portante de los suelos. Estos materiales modificadores pueden transformar suelos inicialmente poco adecuados en una base sólida y compacta que resiste las cargas del tráfico y las condiciones climáticas adversas. La adición de estos agentes estabilizadores no solo fortalece la subrasante, sino que también contribuye a la prolongación de la vida útil de la carretera, reduciendo así los costos de mantenimiento a largo plazo.

Además, es esencial considerar que las condiciones geográficas y climáticas específicas de una región, como el caso de la Carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos en la selva amazónica de Loreto, presentan desafíos particulares. Las altas precipitaciones y los suelos de baja capacidad portante hacen que la estabilización de la subrasante sea un requisito ineludible. El uso de aceite sulfonado y cemento se convierte en una solución efectiva para abordar las necesidades específicas de esta región, garantizando que la carretera sea transitable durante todo el año y que las comunidades locales tengan un acceso confiable a servicios, mercados y oportunidades.

Por otro lado, la influencia de estos agentes estabilizadores en la subrasante de una carretera contribuye significativamente a la seguridad vial. Una subrasante firme y estable reduce el riesgo de deformaciones, hundimientos y erosión, lo que, a su vez, minimiza los peligros para los conductores y usuarios de la vía. La seguridad en el tránsito es un aspecto de máxima importancia en cualquier red de carreteras, y la estabilización de la subrasante desempeña un papel crucial en este aspecto.

Además, no se debe pasar por alto la influencia económica de esta estabilización. La inversión en la mejora de la subrasante con aceite sulfonado y cemento se traduce en ahorros sustanciales a largo plazo al reducir los costos de mantenimiento y reparación. La mejora en la calidad y durabilidad de la carretera también estimula el desarrollo económico, al facilitar el transporte de productos agrícolas, el acceso a recursos y la promoción del turismo en la región.

En el análisis de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, se realizaron ensayos para evaluar propiedades físicas, granulométricas y mecánicas del suelo, determinando contenido de humedad natural, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y la clasificación SUCS y AASHTO, así como la densidad seca máxima (MDS) y los valores de California Bearing Ratio (CBR) al 95% y 100% de la MDS a diferentes profundidades. La comparación con los datos de Gómez y Silva (2020) muestra similitudes y diferencias significativas. En la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, se realizaron ensayos para evaluar propiedades físicas, granulométricas y mecánicas del suelo, y se determinó el contenido de humedad natural, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y la clasificación SUCS y AASHTO. Además, se midió la densidad seca máxima (MDS) y se calcularon los valores de California Bearing Ratio (CBR) al 95% y 100% de la MDS a diferentes profundidades. La comparación con los datos de Gómez y Silva (2020) muestra

algunas similitudes y diferencias interesantes. Ambas investigaciones muestran variabilidad en las propiedades del suelo, lo que sugiere que la influencia de la adición de aceite sulfonado y cemento Portland Tipo I puede ser significativa en ambas regiones. Sin embargo, hay diferencias en las cifras específicas, lo que podría deberse a las condiciones geológicas y climáticas particulares de cada región.

Un hallazgo importante es la variabilidad en el contenido de humedad natural entre las dos investigaciones. La variabilidad puede atribuirse a las condiciones climáticas y la hidrología específica de cada lugar, lo que demuestra la importancia de considerar las condiciones locales al planificar proyectos de estabilización de subrasantes.

En cuanto a las pruebas CBR, los valores registrados en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos son notoriamente más altos en comparación con la investigación en la provincia de Pataz. Esto sugiere que, en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, la adición de aceite sulfonado y cemento Portland Tipo I podría llevar a una mayor resistencia del suelo, lo que es un hallazgo importante para la planificación de proyectos de construcción y mantenimiento de carreteras en esta área.

Además, se presentaron dos conjuntos de datos para evaluar el impacto de diferentes concentraciones de aditivo y cemento en la estabilización de la subrasante, uno correspondiente a muestras con 0.30 L/m³ de aditivo y 1.5% de cemento, y otro con 0.35 L/m³ de aditivo y 3% de cemento. Los datos indican que a medida que se aumenta la concentración de aditivo y cemento, los valores de CBR al 95% y 100% tienden a mejorar, sugiriendo una mejor capacidad de soporte de la subrasante. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Valdez (2022), realizada en el tramo Quilcas - Colpar de la provincia de Huancayo, donde investigó el efecto de diferentes concentraciones de aditivo (en este caso, el aceite sulfonado) en la estabilización de la subrasante. Los resultados se presentaron para muestras con 0.30 l/m³ de aditivo en concentraciones del 2%, 4%, 6%, y 8%. En el caso de las muestras con 0.30 l/m³ de aditivo (2%), se observó una máxima densidad seca de 1.912 gr/cm² y un contenido de humedad óptimo del 10.34%. Los valores de CBR al 100% para MDS (0.1") y MDS (0.2") fueron 29.3 y 31.1, respectivamente, mientras que los valores de CBR al 95% para MDS (0.1") y MDS (0.2") fueron 15.5 y 18.4, respectivamente. A medida que se aumentó la concentración de aditivo al 4%, se obtuvo una máxima densidad seca de 1.998 gr/cm² y un contenido de humedad óptimo del 9.01%. Los valores de CBR al 100% aumentaron a 36.3 y 38.15 para

MDS (0.1") y MDS (0.2"), respectivamente, y los valores de CBR al 95% fueron 26.9 y 29.2, respectivamente. Para una concentración de aditivo del 6%, la máxima densidad seca fue de 2.001 g/cm³ con un contenido de humedad óptimo del 8.99%. Los valores de CBR al 100% se incrementaron a 44.9 y 46.1 para MDS (0.1") y MDS (0.2"), respectivamente, mientras que los valores de CBR al 95% fueron 22.5 y 25.4, respectivamente.

Finalmente, con una concentración de aditivo del 8%, se alcanzó una máxima densidad seca de 2.018 g/cm³ y un contenido de humedad óptimo del 8.00%. Los valores de CBR al 100% fueron notables, con 57 y 59.7 para MDS (0.1") y MDS (0.2"), respectivamente, y los valores de CBR al 95% se mantuvieron en 26.2 y 28.3, respectivamente. Al comparar estos resultados con la presente investigación, se puede apreciar que el aceite sulfonado, en concentraciones más altas, parece tener un impacto significativo en la mejora de la capacidad de soporte de la subrasante, especialmente en términos de los valores de CBR al 100%. Estos hallazgos respaldan la idea de que la adición de aditivos, como el aceite sulfonado, puede ser una estrategia efectiva para la estabilización de subrasantes en carreteras, lo que tiene implicaciones importantes para la ingeniería de carreteras y la infraestructura vial en general. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos resultados son específicos para las condiciones de suelo y la concentración de aditivo en este estudio particular y pueden variar en otros contextos.

En cuanto a las implicancias, estos hallazgos sugieren que la elección y la concentración del aditivo deben basarse en las condiciones específicas del sitio y los objetivos de estabilización. Además, la investigación sobre aditivos alternativos y sus efectos en la subrasante podría llevar a un mejor entendimiento y a posibles innovaciones en la ingeniería de carreteras. Es fundamental considerar no solo los resultados individuales de cada estudio, sino también la combinación de múltiples investigaciones para una evaluación más completa y precisa de las prácticas de estabilización de subrasantes en diferentes contextos geográficos y geológicos.

En relación con la investigación llevada a cabo por Gamarra y León (2021), se determinó que la inclusión del aceite sulfonado y cemento contribuye significativamente al aumento del CBR en el afirmado en estado natural, logrando un valor de 47.3%. Cuando se combina afirmado con aceite sulfonado en diferentes dosificaciones (0.03 l/m³, 0.05 l/m³, 0.07 l/m³) junto con un 2.5% de cemento, se obtienen CBR de 91.2%, 121.0%,

136.3%, respectivamente. Esto demuestra claramente que la aplicación de aditivos en diversas cantidades mejora la resistencia del suelo de afirmado.

La comparación con el estudio de Gamarra y León en Ayabaca es relevante, ya que muestra una tendencia similar de mejora de la resistencia del suelo con la inclusión de aceite sulfonado y cemento. Los valores de CBR en el afirmado en estado natural y con diferentes dosificaciones de aditivo y cemento confirman esta mejora significativa. Los resultados respaldan la eficacia de la estabilización con aditivos y cemento, independientemente de la ubicación geográfica y, nuevamente, subrayan la importancia de la cantidad y dosificación del aditivo en este proceso. En resumen, ambas investigaciones demuestran de manera concluyente que la estabilización de subrasantes con aditivos y cemento es efectiva para mejorar la capacidad de carga del suelo. Estos hallazgos tienen implicancias fundamentales en el diseño y construcción de carreteras, lo que sin duda contribuirá a su durabilidad y seguridad en diversas ubicaciones geográficas.

En contraste, con respecto a los resultados obtenidos por Gomez y Silva (2020) en su investigación se utilizaron datos diferentes para calcular el espesor del pavimento, siguiendo el método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS). En esta investigación, se obtuvo un CBR de la subrasante del 6.7% y un número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 5.67×10^5 . El cálculo del espesor del pavimento sin mejorar la subrasante fue de 30 cm.

Sin embargo, al mejorar la subrasante con 0.30 L/m³ de aceite sulfonado y 0.5% de cemento, se alcanzó un CBR al 95% de 14%, lo que influyó en la reducción del espesor total del pavimento mejorado, que se estimó en 18 cm. Estas diferencias en los resultados y en la metodología utilizada en ambas investigaciones reflejan que la influencia del aceite sulfonado y el cemento en la estabilización de la subrasante puede variar según las condiciones específicas de cada proyecto. Por lo tanto, se resalta la importancia de considerar cuidadosamente los factores locales y las necesidades de diseño al aplicar estos aditivos en proyectos de construcción de carreteras, ya que los resultados pueden tener implicaciones significativas en la planificación y ejecución de proyectos viales.

CONCLUSIONES

- Los hallazgos de la investigación demostraron de manera concluyente del objetivo general que la combinación de aceite sulfonado y cemento en el suelo de la subrasante tiene un impacto positivo en su capacidad de carga. En particular, se observó una mejora sustancial en los valores del CBR (California Bearing Ratio) al 100%, lo que indica una capacidad de soporte superior en comparación con el suelo en su estado natural. La dosificación con 0.35 L/m³ de aditivo y un 3% de cemento produjo los resultados más destacados, alcanzando valores de CBR al 100% excepcionalmente elevados, lo que resalta la eficacia de esta técnica de estabilización. Un aspecto significativo que se identificó a lo largo de la investigación fue la variabilidad en las propiedades geotécnicas del suelo en diferentes ubicaciones a lo largo de la carretera. Esta variabilidad se manifestó en diferencias notables en el límite líquido, el índice de plasticidad y las clasificaciones de suelos según los sistemas S.U.C.S. y AASHTO. Estos resultados resaltan la importancia de considerar la heterogeneidad del suelo y adaptar las técnicas de estabilización de manera localizada. No todas las ubicaciones a lo largo de la carretera requieren la misma cantidad de aditivo y cemento, y este enfoque localizado es fundamental para garantizar una infraestructura vial duradera y segura.
- La investigación muestra una consistencia en la profundidad de muestreo, que se realizó a 1.50 metros en todos los puntos de muestreo, lo que garantiza una comparación válida entre las diferentes ubicaciones a lo largo de la carretera. Además, la gran mayoría de los puntos de muestreo, específicamente los puntos 1 y 4 a 10, exhiben una uniformidad en la granulometría de los suelos, con el 100% de los materiales pasando el tamiz N°04. Esta uniformidad es un factor relevante para la estabilización de la subrasante. No obstante, se identifican notables variaciones en las propiedades geotécnicas entre los diferentes puntos de muestreo. Por ejemplo, los valores de límite líquido varían considerablemente, desde 23.52% en el punto de muestreo 9 hasta 33.94% en el punto de muestreo 6. De manera similar, el índice de plasticidad presenta diferencias notables, con valores que oscilan entre 2.30% en el punto de muestreo 7 y 12.76% en el punto de muestreo 6. Estas discrepancias en las propiedades geotécnicas reflejan la

variabilidad en la composición de los suelos a lo largo de la carretera. Asimismo, se observa una diversidad en las clasificaciones de suelos según los sistemas S.U.C.S. y AASHTO en función de los valores geotécnicos. Los puntos de muestreo presentan diferentes clasificaciones, como ML, CL, SC-SM, SM y SC, lo que indica una diversidad en la naturaleza de los suelos en diferentes ubicaciones. Estos resultados proporcionan información detallada sobre las características geotécnicas de los suelos en diversas ubicaciones a lo largo de la carretera. Esta diversidad es fundamental para la toma de decisiones en la construcción y estabilización de la subrasante en este proyecto específico. Cada ubicación puede requerir enfoques y técnicas distintas según sus propiedades geotécnicas únicas, lo que resalta la importancia de una consideración localizada.

- Los ensayos realizados en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos permitieron determinar con precisión las propiedades físicas y mecánicas del suelo en condiciones naturales. Con respecto al objetivo específico 1, en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, se realizaron ensayos para evaluar propiedades físicas, granulométricas y mecánicas del suelo, y se determinó el contenido de humedad natural, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y la clasificación SUCS y AASHTO. Además, se midió la densidad seca máxima (MDS) y se calcularon los valores de California Bearing Ratio (CBR) al 95% y 100% de la MDS a diferentes profundidades. Estos datos fueron fundamentales para establecer una línea base sobre la cual se pudieron medir los efectos de la estabilización con aceite sulfonado y cemento. La caracterización detallada del suelo natural proporcionó una comprensión clara de su comportamiento y capacidad de soporte, lo cual es crucial para cualquier intervención de mejora.
- La investigación demostró que la adición de aceite sulfonado y cemento al suelo de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos mejora significativamente sus propiedades físicas y mecánicas. En correspondencia al objetivo específico 2, se presentaron dos conjuntos de datos, uno correspondiente a muestras con 0.30 L/m³ de aditivo y 1.5% de cemento, y otro con 0.35 L/m³ de aditivo y 3% de cemento. Estos datos se recopilaron en diversas ubicaciones a lo largo de la carretera, con mediciones en distintas profundidades. En ambos casos, se evaluaron varias propiedades del suelo, como el porcentaje que pasa el tamiz, los

límites líquidos (LL) e índices de plasticidad (IP), la humedad natural, la clasificación de suelos según los sistemas S.U.C.S. y AASHTO, la densidad seca máxima (MDS), la densidad óptima de compactación (OCH), y los valores de CBR al 95% y 100%. Las pruebas realizadas evidenciaron un incremento notable en el CBR, indicando una mayor capacidad de soporte y durabilidad del suelo estabilizado. Este hallazgo confirma que el uso de estos materiales es una estrategia efectiva para mejorar la estabilidad y resistencia de las subrasantes en proyectos viales en la región.

- La variación del CBR en los suelos tratados con diferentes concentraciones de aceite sulfonado y cemento fue evidente. Los resultados mostraron que las combinaciones de 0.30 L/m³ de aditivo con 1.5% de cemento y 0.35 L/m³ de aditivo con 3% de cemento proporcionaron mejoras significativas en los valores de CBR. En relación al objetivo específico 3, en primer lugar, al analizar el CBR promedio al 95% de la máxima densidad seca (MDS), se observa que el suelo en su estado natural presenta un modesto CBR de 10.38%. Sin embargo, al incorporar 0.30 L/m³ de aditivo junto con un 1.5% de cemento, se experimenta un notorio aumento, elevando el CBR a un destacado 46.14%. Aún más impresionante es el resultado obtenido al utilizar 0.35 L/m³ de aditivo y un 3% de cemento, generando un CBR aún más alto, ascendiendo a un sorprendente 59.09%.

Estos resultados subrayan de manera inequívoca una mejora sustancial en la capacidad de carga del suelo cuando se utilizan aditivos y cemento. El CBR en los suelos estabilizados con estos materiales supera significativamente al del suelo en su estado natural. Este hallazgo es de suma importancia para la investigación en curso, ya que confirma la eficacia de la estabilización mediante el uso de aceite sulfonado y cemento en la subrasante de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos. Es relevante destacar que la cantidad de aditivo y cemento desempeña un papel crucial en este aumento, ya que una mayor proporción de estos materiales se traduce en un CBR más elevado. Estos descubrimientos son fundamentales para la toma de decisiones relacionadas con el diseño y construcción de la carretera, lo que sin duda contribuirá a mejorar su durabilidad y seguridad. Cuando se examina el CBR promedio al 100% de la máxima densidad seca (MDS), se revelan datos igualmente notables. El suelo en su estado natural muestra un CBR de 15.18%,

pero al introducir 0.30 L/m³ de aditivo junto con un 1.5% de cemento, se produce un drástico aumento, elevando el CBR a un impresionante 77.91%. No obstante, el resultado más sobresaliente se obtiene al emplear 0.35 L/m³ de aditivo y un 3% de cemento, resultando en un CBR excepcionalmente elevado de 98.99%. Estos resultados subrayan de manera inequívoca una mejora sustancial en la capacidad de carga del suelo cuando se utilizan aditivos y cemento. El CBR en los suelos estabilizados con estos materiales supera significativamente al del suelo en su estado natural. Este hallazgo es de suma importancia para la investigación en curso, ya que confirma la eficacia de la estabilización mediante el uso de aceite sulfonado y cemento en la subrasante de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.

- Finalmente, en relación al objetivo específico 4, en la presente investigación se realizaron análisis exhaustivos basados en la metodología recomendada por el MTC. La aplicación de la metodología AASHTO 93 para el diseño del pavimento rígido, basada en los valores de CBR del suelo estabilizado, resultó en un diseño óptimo para la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos. Esta metodología consideró una serie de factores cruciales, incluyendo el valor de soporte del suelo de fundación, los ejes equivalentes y tipos de vehículos proyectados. Para el tramo en estudio, que abarcó desde el Km 00+000 al Km 00+900, se calcularon los valores de EE (Ejes Equivalentes) para un horizonte de diseño de 10 y 20 años, arrojando cifras de 9.98×10^5 y 2.28×10^6 , respectivamente. Estos valores desempeñaron un papel fundamental en la determinación del espesor necesario para el pavimento rígido. Se concluyó que el espesor del pavimento rígido debía ser de 20.0 cm, para el sector I del tramo en estudio (Km 00+000 – Km 00+900). El análisis determinó el espesor adecuado para el pavimento rígido, asegurando una estructura duradera y resistente.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

- Dada la diversidad en las propiedades geotécnicas observada entre diferentes puntos de muestreo a lo largo de la carretera, se recomienda que se adapten las técnicas de estabilización de la subrasante según las propiedades únicas de cada ubicación. Esto garantizará un rendimiento óptimo y la durabilidad de la infraestructura vial. Por lo cual, es recomendada la adopción de la combinación de aceite sulfonado más cemento como método preferido para estabilizar la subrasante en proyectos de construcción de carreteras, especialmente en aquellas áreas donde la estabilidad del suelo es un desafío como en los suelos expansivos.
- Dada la falta de conformidad de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en condiciones naturales con los parámetros permisibles para el diseño y construcción de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, se recomienda enfáticamente la aplicación de la combinación de aceite sulfonado más cemento como una estrategia efectiva de estabilización de la subrasante.
- En vista de que la adición del aditivo aceite sulfonado con cemento ha demostrado mejoras sustanciales en las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, se sugiere realizar ensayos en secciones específicas de la carretera, antes de la implementación a gran escala. Estos ensayos permitirán ajustar las proporciones de aditivos según las condiciones específicas del suelo en diferentes áreas, optimizando así la efectividad de la estabilización.
- Considerando que la investigación demostró una mejora sustancial en la capacidad de carga de la subrasante al aumentar la concentración de aditivo y cemento, se sugiere evaluar la viabilidad de utilizar una mayor proporción de estos materiales, especialmente en áreas críticas de la carretera, para maximizar la estabilidad y durabilidad.
- Dado el énfasis en el control de calidad en el proyecto, se recomienda llevar a cabo evaluaciones periódicas para evaluar el estado general del pavimento rígido y las propiedades geotécnicas del suelo estabilizado a lo largo de la vida útil de la carretera. Estas inspecciones deben llevarse a cabo periódicamente para identificar cualquier signo de desgaste, fisuras o daño superficial. Esto permitirá una respuesta proactiva a los cambios en las condiciones del suelo y garantizará la seguridad y durabilidad continuas de la infraestructura vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures. https://books.google.com.pe/books?id=1HRB12tBQNMC&printsec=frontcover&source=gsbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Abad, L., García, T., & Magro, R. (2009). Reflexiones sobre introducción a la investigación. *Tecnologí@ y Desarrollo*, 7, 1–33.
- Alarcon, J., Jiménez, M., & Benítez, R. (2020). Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(1), 5–20. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000100005#:~:text=El lodo aceitoso genera un,en las condiciones más críticas.
- Altamirano, P. & Diaz, K. (2015). A comprehensive review of amyotrophic lateral scierosis. *Surgical Neurology International*, 6(5). https://www.krigolsonteaching.com/uploads/4/3/8/4/43848243/zarei_2015.pdf
- American Association of state Highway Transportation Officials. (2010). Guide for design of pavement structures. https://www.thetranstecgroup.com/services/engineering/?gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHUsh_k3YFkcR8iuw2EPAnHImEkoXk752wCPxZi6J5m7WJ_1yRQKyBoCpJ4QAvD_BwE
- Araujo-Navarro, W. (2014). Ecuaciones de correlación de CBR con propiedades índice de suelos para la ciudad de Piura [Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2192>
- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica (Sexta edic). <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Aristizabal, L., Hoyos, J., Gil, L., Gómez, M., & Gómez, D. (2014). DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS MÉTODOS AASTHO Y RACIONA [Universidad Libre]. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16959/DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.pdf?sequence=1>
- Ayquipa, C. & Guillen, A. (2021). Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base estabilizada con cemento y aceite sulfonado- Ruta LI-116, La Libertad,2021. [Unviersidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70735>
- Balcázar, J., & Luque, M. (2020). Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres,2020. Universidad Cesar Vallejo, 1–110.
- Barreto, J., & Taco, J. (2021). Estabilizacion de Base Granular con Aceite Sulfonado y Cemento Portland Tipo I del Camino Vecinal “Huasahuasi - Hacienda Calla”, Tarma - Junin, KM 3+000 KM 4+000 [Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4934>

- Cabezas, E., Naranjo, D., & Torres, J. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica (ESPE (ed.)). <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15424>
- Camacho-Tauta, J., Reyes-Ortiz, Ó., & Mayorga- Antolínez, C. (2008). Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado. *Ingeniería y Desarrollo*, 24, 48–62.
- CEMEX. (19 de junio de 2019). Habalando de Cemento Portland. <https://www.cemex.com.pe/contacto/contactanos>
- Crespo, C. (2004). Mecánicas de suelos y cimentación. <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- Chávez, A. & Odar, k. (2019). Propuesta de estabilización con cal por subrasantes con presencia de suelos arcillosos en Lima. [Universidad Privada de Ciencias Aplicada]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625903>
- Cuipal, B. (2018). Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018 [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25124>
- Delgado, I., & Guerra, B. (2020). Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020 [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67008>
- Farahani, H., & Bayazidi, S. (2018). Modeling the assessment of socio-economical and environmental impacts of sand mining on local communities: A case study of Villages Tatao River Bank in North-western part of Iran. *Resources Policy*, 55, 87–95. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420717303148>
- Fonseca, K. (2020). Uso de estabilizaciones para suelos arcilloso una revisión literaria. *Articulo de Revisión Científica*, 1(50), 54-69. http://www.unicauca.edu.co/revistas/index.php/suelos_ecuatoriales/article/view/116
- Gamarra, H. & León, M. (2021). Uso del aceite sulfonado y cemento en suelos de afirmado para analizar la capacidad de soporte, Socchabamba, Ayabaca 2021. [Universidad César Vallejo] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85885>
- Gómez, A. & Silva, E. (2020). Influencia del aceite sulfonado y cemento Portland tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas-Buldibuyo en la provincia de pataz, 2020. [Universidad Privada del Norte] [.https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25225](https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25225)
- Hernández, A. (2008). El método hipotético-deductivo como legado del positivismo lógico y el racionalismo crítico: Su influencia en la economía. *Ciencias Económicas*, 26(2), 183–195. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/7142>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta (Mc Graw Hi). <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51–53. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>
- Ipanaque, E.(2022). Influencia del aditivo aceite sulfonado para estabilización de subrasante en los accesos del puente Santa Rosa, ubicado en el distrito y provincia de Huanta, Huancavelica, Perú, 2021.[Universidad Nacional de Piura]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3204701>
- Landa, J., & Torres, S. (2019). Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626177>
- Llano, E. (2021). Efecto del intemperismo sobre las propiedades fisicoquímicas, el desempeño y la durabilidad de suelos viales aditivados con estabilizantes químicos [Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/22113>
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciaAmérica*, 3, 34–39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749#:~:text=La investigaci3n aplicada busca la,la teor3a y el producto.>
- MEF. (2015). Pautas metodol3gicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulaci3n y evaluaci3n social de proyectos de inversi3n p3blica de carreteras. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
- Montes de Oca, M., Sequeira, W., Ávila, T., & Aguiar, J. (2021). Evaluaci3n del desempe1o de los pavimentos r3gidos en Costa Rica. *Revista Infraestructura Vial*, 23(42), 53–60.
- Monsalve, L., Giraldo, L., & Maya, J. (2012). DISE1O DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO [Universidad del Quind3o]. https://www.academia.edu/34783801/DISE1O_DE_PAVIMENTO_FLEXIBLE_Y_RIGIDO_DISE1O_DE_PAVIMENTO_FLEXIBLE_Y_R3GIDO
- MTC. (2008). MANUAL DE DISE1O DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO. <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>
- MTC. (2014). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Secci3n: Suelos y Pavimentos. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC_NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7_SGGP-2014.pdf
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). Metodología de la investigaci3n: Cuantitativa - Cualitativa y Redacci3n de la Tesis (Ediciones de la U (ed.); 5a edici3n). http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf
- Neill, D., & Cortez, L. (2018). Procesos y fundamentos de la investigaci3n cient3fica

- (Editorial UTMACH (ed.)).
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiacionCientifica.pdf>
- Nieto, J. (2019). Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito. [Universidad Técnica Federico Santa María].
<https://repositorio.usm.cl/handle/11673/47413>
- Núñez, I., & Gil, E. (2018). Influencia de la adición de fibras de pet reciclado sobre la resistencia, cohesión y ángulo de fricción interna de suelos arcillosos aplicado a la estabilidad de taludes [Universidad Nacional de Trujillo].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2696754>
- Páez, J. (2019). Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular arcilloso.[Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/19580>
- Pradas, P. (2019). Desarrollo de conglomerantes hidráulicos de carretera empleando cáscara de huevo como componente. Influencia del tamaño de partícula [Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/94247>
- Prieto, B. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. Cuadernos de Contabilidad, 18(46), 1–27.
- Ramos, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciaAmérica*, 9(3), 1–5.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7746475>
- Ravines, M. (2010). Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras. Universidad de Piura.
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1354>
- Sánchez, H., & Reyes, C. (2015). Metodología y diseños en la investigación científica (Business Support Annet SRL (ed.); 5ta ed.).
https://www.academia.edu/78002369/METODOLOGÍA_Y_DISEÑOS_EN_LA_INVESTIGACIÓN_CIENTÍFICA).
- Sepúlveda, M. (2021). Evaluación de aceites industriales usados para su uso en la síntesis de un estabilizante químicos de suelos.[Universidad de Antioquía].
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/24571/1/SepulvedaMarysol_2021_AceitesUsadosSuldonados.pdf
- Serrano, O., & Villanueva, J. (2022). Diseño de Pavimento Asfáltico Para Mejorar la Transitabilidad Vehicular de la Avenida Juan Velasco Alvarado, Distrito de Pilloco Marca, Huánuco, 2022. Universidad PRivada De Tacna, 1–148.
- Valdez, F. (2022). El aceite sulfonado en la estabilización de la subrasante en el tramo Quilcas- Colpar de la provincia Huancayo. [Universodad Peruana Los Andes] .
https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4283/T037_45879434_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vanegas, D. (2020). Evaluación ambiental del efecto del uso de aditivos químicos en la estabilización de suelos viales [Universidad de Antioquia].
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/15145>

Zarate, M. (2005). Diseño de pavimentos flexibles.
http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14451/decd_4746.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

“INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO, 2023”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo influye el aceite sulfonado y cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo en condiciones naturales en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas de los suelos estabilizados con el aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia del aceite sulfonado y cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en condiciones naturales en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023.</p> <p>1.3.2.2. Identificar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados con el aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera -</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La estabilización de la sub rasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos mejora al utilizar una combinación adecuada del aditivo aceite sulfonado más cemento.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas del suelo en condiciones naturales no cumplen con los parámetros permisibles para el diseño y construcción de la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.</p> <p>La adición del aditivo aceite sulfonado con cemento mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.</p> <p>Se determina que la aplicación del aditivo aceite sulfonado y cemento mejora los índices del CBR de la</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>X = Aceite sulfonado y cemento</p> <p>Dimensiones e Indicadores</p> <p>X.1. = Aceite sulfonado X.1.1. Dosis de 0.3 a 0.35L/m³</p> <p>X.2. = Cemento X.2.1. Dosis de 1.5 a 3%</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Y = Sub rasante</p> <p>Dimensiones e Indicadores</p> <p>Y.1. Propiedades físicas de subrasante X.4.1. Granulometría X.4.2. Límites de Atterberg X.4.3. Contenido de humedad</p> <p>Y.2. Propiedades mecánicas de subrasante X.4.1. Máxima</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño: Cuasi experimental de corte Longitudinal</p> <p>Población: Está conformado por la carretera no pavimentada Jenaro Herrera - Colonia Angamos con una longitud de 97.847 km.</p> <p>Muestra: Para esta ocasión, la muestra está constituida por los 10 km de la carretera, es decir de la progresiva 00+ 000km a 10 +000 km, debido a que su CBR varía entre 6.67% a 14.64%, clasificando a la subrasante como muy pobre a regular.</p>

<p>Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?</p> <p>¿ Cuáles son los índices del CBR de los suelos estabilizados con el aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?</p> <p>¿Cuál es el adecuado diseño en base a la metodología AASHTO 93 para construir pavimentos rígidos a partir del CBR estabilizado por aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023?</p>	<p>Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023.</p> <p>Indicar la variación del CBR del suelo estabilizado con el aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023</p> <p>Determinar el adecuado diseño de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 a partir del CBR estabilizado por aceite sulfonado y cemento en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto, 2023.</p>	<p>subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos</p> <p>El uso del aditivo aceite sulfonado y cemento incrementa el CBR y se presenta como mejor alternativa para el diseño de pavimento rígido que un suelo sin estabilizar, en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos.</p>	<p>Densidad Seca (g/cm³) X.4.2. Contenido Óptimo de Humedad (%) X.4.3. Capacidad de Soporte del suelo (%)</p> <p>Y.3. Diseño del pavimento rígido Y.3.1. Estudio de tráfico Y.3.2. Estudio topográfico Y.3.3. Estudio de suelos Y.3.4. Cálculo del espesor del pavimento</p>	<p>Técnicas de recolección de datos: Observación y análisis documental.</p> <p>Instrumentos de recolección de datos: Fichas de registros.</p> <p>Técnicas para el procesamiento y análisis de la información Para el procesamiento de datos se utiliza el software de Microsoft Excel; permitiendo la construcción de tablas y gráficos, facilitando la interpretación de estos. Por otro lado, para la contratación de las hipótesis se empleará el método de diseño en sucesión o en línea, también conocido como el método Pre-Test y Post-Test, a través del software IBM SPSS Statistics 26.</p>
--	--	---	--	---

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN				
Investigador(es)	Trujillo Dueñas Claudia V., Campos Alvarado Yelsin N.			
Zona de estudio	CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO, 2023			
Progresiva		Prom. Ancho Rodadura	Derrumbes	Observaciones / Comentarios
Del Km	Al Km			
1+000	1+250	6	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión leve con profundidad menor a 5 cm debido a la precipitación y el tipo de material de plataforma.
2+000	2+250	6.5	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión moderada con profundidad entre 5 a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso
3+000	3+250	6	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión leve con profundidad mayor a 5 cm debido a la precipitación y el tipo de material de plataforma.
4+000	4+250	7.5	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión leve con profundidad menor a 5 cm debido a la precipitación. presencia de lodazal al lado derecho.
5+000	5+250	9	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión moderada con profundidad entre 5 a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso.
6+000	6+250	6.5	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión grave con profundidad mayor a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso
7+000	7+250	6.5	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión moderado con profundidad entre 5 y 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso.
8+000	8+250	6.5	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión moderado con profundidad entre 5 y 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso.
9+000	9+250	7	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión grave con profundidad mayor a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso
10+000	10+250	6.5	-	Plataforma con Ahuellamiento y erosión grave con profundidad mayor a 10 cm debido a la precipitación y el tipo de material arcilloso

Ficha de registro – Reporte de datos obtenido de los ensayos de Mecánica de Suelos en laboratorio de las muestras en condiciones naturales

N°	PROG. (KM)	COD.	COORDENADAS		LADO	N° DE MUESTRA	PROF. DE CALIC.	% QUE PASA EL TAMIZ		LL (%)	IP (%)	HUM. NAT.	CLASIF. DE SUELOS	
			ESTE	NORTE				W (%)	S.U.C.S.			AASHTO		
1	01+000	C-01	648550	9457767	DER	M-1	1.50	100.00	52.44	31.08	6.75	28.92	ML	A-4 (1)
2	02+000	C-02	649354	9458272	IZQ	M-2	1.50	99.96	62.42	30.77	9.09	34.07	CL	A-4 (4)
3	03+000	C-03	650294	9458128	IZQ	M-3	1.50	99.97	41.82	28.37	6.53	34.07	SC-SM	A-4 (0)
4	04+000	C-04	651275	9457927	DER	M-4	1.50	100.00	35.72	26.46	5.00	25.09	SC-SM	A-4 (0)
5	05+000	C-05	652254	9457744	DER	M-5	1.50	100.00	40.34	23.89	5.83	10.31	SC-SM	A-4 (0)
6	06+000	C-06	653236	9457554	DER	M-6	1.50	100.00	60.11	33.94	12.76	12.96	CL	A-6 (6)
7	07+000	C-07	654213	9457355	DER	M-7	1.50	100.00	38.72	28.63	2.30	16.37	SM	A-4 (0)
8	08+000	C-08	655191	9457155	DER	M-8	1.50	100.00	37.52	26.14	6.23	18.30	SC-SM	A-4 (0)
9	09+000	C-09	656177	9457243	IZQ	M-9	1.50	100.00	29.53	23.52	3.21	20.97	SM	A-2-4 (0)
10	10+000	C-10	657048	9456761	DER	M-10	1.50	100.00	49.67	26.86	9.40	20.48	SC	A-4 (2)

Ficha de registro – Valores de CBR de los suelos en condiciones naturales

N°	PROGRESIVA. (KM)	CODIGO	MDS	OCH	CBR 95%	CBR 100%
1	01+000	M-1	1.81 gr/cm ³	19.40%	14.64%	19.61%
2	02+000	M-2	1.84 gr/cm ³	17.19%	11.06%	14.60%
3	03+000	M-3	1.82 gr/cm ³	14.16%	13.07%	18.00%
4	04+000	M-4	1.75 gr/cm ³	15.96%	7.38%	11.78%
5	05+000	M-5	1.71 gr/cm ³	16.65%	7.58%	12.08%
6	06+000	M-6	1.77 gr/cm ³	17.98%	6.86%	8.45%
7	07+000	M-7	1.72 gr/cm ³	16.45%	8.85%	17.11%
8	08+000	M-8	1.88 gr/cm ³	12.83%	13.35%	20.23%
9	09+000	M-9	2.01 gr/cm ³	12.30%	14.34%	20.75%
10	10+000	M-10	1.74 gr/cm ³	12.44%	6.67%	9.16%

Ficha de registro – Valores de CBR de los suelos con 0.30 L/m³ de aditivo + 1.5% de cemento

Nº	PROGRESIVA. (KM)	CODIGO	MDS	OCH	CBR 95%	CBR 100%
1	01+000	M-11	1.85 gr/cm ³	19.38%	45.40%	73.39%
2	02+000	M-12	1.87 gr/cm ³	17.15%	43.64%	67.02%
3	03+000	M-13	1.86 gr/cm ³	14.10%	40.87%	63.89%
4	04+000	M-14	1.79 gr/cm ³	15.90%	61.78%	102.95%
5	05+000	M-15	1.75 gr/cm ³	16.60%	40.28%	70.18%
6	06+000	M-16	1.81 gr/cm ³	17.95%	42.55%	75.38%
7	07+000	M-17	1.76 gr/cm ³	16.42%	40.35%	73.14%
8	08+000	M-18	1.92 gr/cm ³	12.80%	63.63%	110.02%
9	09+000	M-19	2.05 gr/cm ³	12.26%	42.09%	73.59%
10	10+000	M-20	1.80 gr/cm ³	12.40%	40.78%	69.49%

Ficha de registro – Valores de CBR de los suelos con 0.35 L/m³ de aditivo + 3% de cemento

Nº	PROGRESIVA. (KM)	CODIGO	MDS	OCH	CBR 95%	CBR 100%
1	01+000	M-11	1.86 gr/cm ³	19.36%	60.98%	114.23%
2	02+000	M-12	1.89 gr/cm ³	17.12%	65.98%	104.88%
3	03+000	M-13	1.88 gr/cm ³	14.08%	66.12%	106.90%
4	04+000	M-14	1.81 gr/cm ³	15.88%	58.36%	74.63%
5	05+000	M-15	1.78 gr/cm ³	16.58%	56.51%	104.46%
6	06+000	M-16	1.84 gr/cm ³	17.92%	56.67%	102.98%
7	07+000	M-17	1.79 gr/cm ³	16.40%	51.78%	107.51%
8	08+000	M-18	1.95 gr/cm ³	12.78%	45.03%	58.36%
9	09+000	M-19	2.07 gr/cm ³	12.25%	76.50%	114.75%
10	10+000	M-20	1.82 gr/cm ³	12.38%	52.92%	101.16%

Anexo 3. Validación del (de los) instrumento (s) por jueces

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Título del proyecto de tesis: INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO - 2023

1.2. Tesistas:

1.3. Nombre del experto: Gustavo Alí Amador Chocas.

1.4. Especialidad:

1.5. Institución donde labora: Consorcio Val Salva.

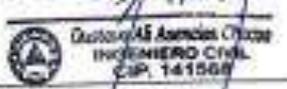
1.6. Cargo que desempeña: Coordinador General.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.					5
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					5
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					5
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					5
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					5
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.					5
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					5
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					5
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.					5
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					5
SUBTOTAL						50
TOTAL						50

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()



 Gustavo Alí Amador Chocas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 141568

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

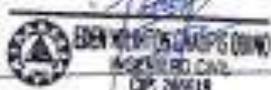
- 1.1. Título del proyecto de tesis: INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO - 2023
- 1.2. Tesistas: TRUJILLO DUEÑAS CLAUDIA V. / CARRAS ALVARADO YELSIAN
- 1.3. Nombre del experto: EDEN NIUNTON CHAUPIS QUINO
- 1.4. Especialidad: HIDROLOGÍA
- 1.5. Institución donde labora: CONSORCIO VIAL SEWA
- 1.6. Cargo que desempeña: ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.					5
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					5
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					5
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					5
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					5
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.					5
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					5
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					5
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.					5
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					5
SUBTOTAL						50
TOTAL						50

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x) En caso de Si, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()



 EDEN NIUNTON CHAUPIS QUINO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 70018

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Título del proyecto de tesis: INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO - 2023

1.2. Tesis: TRUJILLO QUEVENS LINDA Y CAMPOS ALVARADO YELSA

1.3. Nombre del experto: ING. KEN CAYO RUEDA

1.4. Especialidad: SUELOS

1.5. Institución donde labora: CONSORCIO VIAL SCIPA

1.6. Cargo que desempeña: ESPECIALISTA DE SUELOS

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje Comprensible.					5
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					5
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					5
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					5
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					5
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.					5
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.					5
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					5
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.					5
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.					5
SUBTOTAL						50
TOTAL						50

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x) En caso de Sí, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()



 Ken Kenin Cayo Rueda
 INGENIERO CIVIL
 CIP 28415

Anexo 4. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

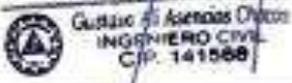
YO, Gustavo Ali Asencios Chocos identificado D.N.I. Nro. 43196566..... ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación titulado INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO - 2023, cuyo objetivo es determinar la influencia del aceite sulfonado y cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena – Loreto.

Señalo que se me ha informado sobre el procedimiento y propósito de la investigación, el cual cumple con la ética planteada en la obra; además autorizo se proceda en todo lo necesaria para favorecer y facilitar le investigación.

Este trabajo de investigación correspondiente a los bachilleres, Campos Alvarado Yelsin Noel, identificado D.N.I. Nro. 71872372; y Trujillo Dueñas Claudia Victoria, identificada con D.N.I. Nro. 72903998, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de la ciudad de Huánuco-Perú en el año de 2023, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes están asesorados por el Mg. Jorge Luis Meyzán Briceño.

Los responsables del proyecto podrán divulgar la información que se genere producto de mi participación en la investigación, mas no podrán divulgar mi información personal.

Declaro que mi participación no aplica ninguna contraprestación, por tratarse de una investigación académica.



 Gustavo Ali Asencios Chocos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 141566

CONSENTIMIENTO INFORMADO

YO, EDEN WILLINTON CHAMPIS QUINO..... identificado D.N.I. Nro.76399912..... ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación titulado INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO - 2023, cuyo objetivo es determinar la influencia del aceite sulfonado y cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena - Loreto.

Señalo que se me ha informado sobre el procedimiento y propósito de la investigación, el cual cumple con la ética planteada en la obra; además autorizo se proceda en todo lo necesaria para favorecer y facilitar le investigación.

Este trabajo de investigación correspondiente a los bachilleres, Campos Alvarado Yelsin Noel, identificado D.N.I. Nro. 71872372; y Trujillo Dueñas Claudia Victoria, identificada con D.N.I. Nro. 72903998, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de la ciudad de Huánaco-Perú en el año de 2023, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes están asesorados por el Mg. Jorge Luis Meyzán Briceño.

Los responsables del proyecto podrán divulgar la información que se genere producto de mi participación en la investigación, mas no podrán divulgar mi información personal.

Declaro que mi participación no aplica ninguna contraprestación, por tratarse de una investigación académica.




CONSENTIMIENTO INFORMADO

YO,KEN KEVIN CAYCO RUEDA....., identificado D.N.I. Nro.70750808..... ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación titulado INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA – LORETO - 2023, cuyo objetivo es determinar la influencia del aceite sulfonado y cemento en la estabilización de la subrasante en la carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos, distrito Jenaro Herrera, provincia de Requena – Loreto.

Señalo que se me ha informado sobre el procedimiento y propósito de la investigación, el cual cumple con la ética planteada en la obra; además autorizo se proceda en todo lo necesaria para favorecer y facilitar la investigación.

Este trabajo de investigación correspondiente a los bachilleres, Campos Alvarado Yelsin Noel, identificado D.N.I. Nro. 71872372; y Trujillo Dueñas Claudia Victoria, identificada con D.N.I. Nro. 72903998, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de la ciudad de Huánuco-Perú en el año de 2023, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes están asesorados por el Mg. Jorge Luis Meyzán Briceño.

Los responsables del proyecto podrán divulgar la información que se genere producto de mi participación en la investigación, mas no podrán divulgar mi información personal.

Declaro que mi participación no aplica ninguna contraprestación, por tratarse de una investigación académica.


 Ken Kevin Cayco Rueda
 INGENIERO CIVIL
 CP: 264151

Anexo 5. PANEL FOTOGRÁFICO – MECÁNICA DE SUELOS

FOTO N° 1	CALICATA – 01 KM: 01+000 – L. DER.	FOTO N° 2	CALICATA – 01 KM: 01+000 – L. DER.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

FOTO N° 3	CALICATA – 02 KM: 02+000 – L. IZQ.	FOTO N° 4	CALICATA – 02 KM: 02+000 – L. IZQ.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

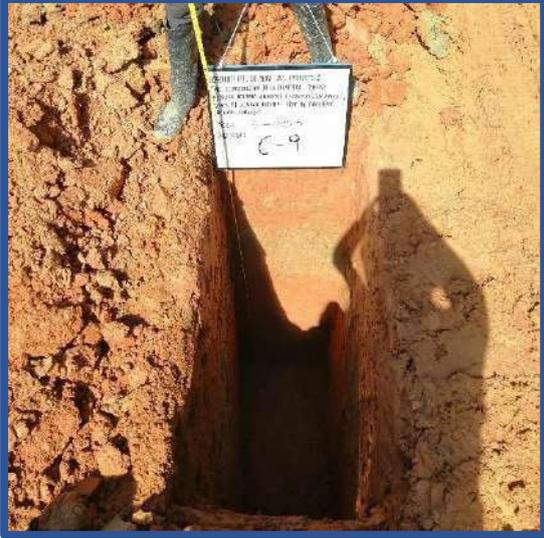
FOTO N° 5	CALICATA – 03 KM: 03+000 – L. IZQ.	FOTO N° 6	CALICATA – 03 KM: 03+000 – L. IZQ.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

FOTO N° 7	CALICATA – 04 KM: 04+000 – L. DER.	FOTO N° 8	CALICATA – 04 KM: 04+000 – L. DER.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

FOTO N° 9	CALICATA – 05 KM: 05+000 – L. DER.	FOTO N° 10	CALICATA – 05 KM: 05+000 – L. DER.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

FOTO N° 11	CALICATA – 06 KM: 06+000 – L. DER.	FOTO N° 12	CALICATA – 06 KM: 06+000 – L. DER.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

FOTO N° 13	CALICATA – 07 KM: 07+000 – L. DER.	FOTO N° 14	CALICATA – 07 KM: 07+000 – L. DER.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

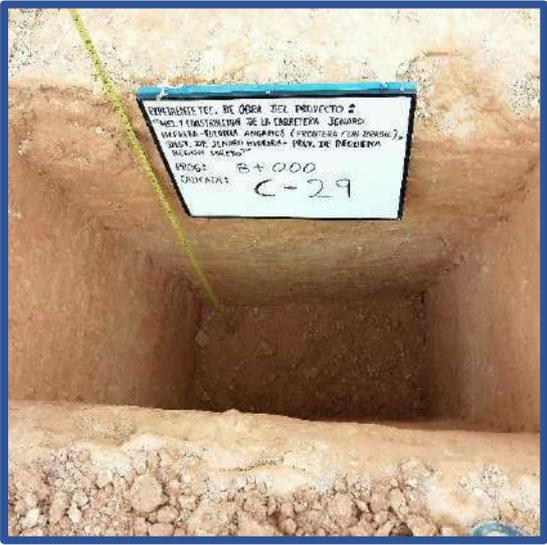
FOTO N° 15	CALICATA – 08 KM: 08+000 – L. DER.	FOTO N° 16	CALICATA – 08 KM: 08+000 – L. DER.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

FOTO N° 17	CALICATA – 09 KM: 09+000 – L. IZQ.	FOTO N° 18	CALICATA – 09 KM: 09+000 – L. IZQ.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

FOTO N° 19	CALICATA – 10 KM: 10+000 – L. DER.	FOTO N° 20	CALICATA – 10 KM: 10+000 – L. DER.
			
DESCRIPCION: Vista de la profundidad de la calicata H=1.50m		DESCRIPCION: vista panorámica de la ubicación de la calicata. (toma hacia adelante)	

REPORTE DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Calicata N°1 – Progresiva 01+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGIÓN LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

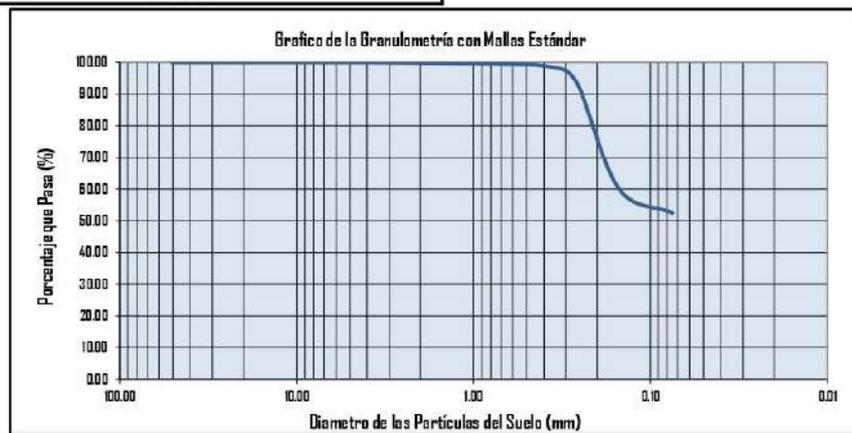
CALICATA C-01 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER **PROG** 01+000.00

TAMIZ N°	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumul. (%)	Retenido parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 8	2.36	0.90	99.90	0.10	0.10
N° 10	2.00	0.60	99.83	0.17	0.07
N° 12	1.70	0.40	99.79	0.21	0.04
N° 16	1.10	0.90	99.69	0.31	0.10
N° 20	0.85	0.80	99.60	0.40	0.09
N° 30	0.59	1.60	99.42	0.58	0.18
N° 40	0.43	3.50	99.03	0.97	0.39
N° 50	0.30	16.60	97.19	2.81	1.84
N° 60	0.25	51.80	91.43	8.57	5.76
N° 100	0.15	283.20	59.97	40.03	31.47
N° 200	0.08	67.70	52.44	47.56	7.52
GAZOLETE	0.00	1.3		100.00	52.44
TOTAL		429.30			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	900.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	429.30 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	538.00 gr
Peso de la muestra Seca	417.30 gr
Humedad Natural	28.92 %

Pasa tamiz N° 4 :	100.00 %
Pasa tamiz N° 200:	52.44 %
D60(díámetro efectivo):	0.15 mm
D30(díámetro efectivo):	mm
D10 (díámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALIGATA C-01 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER **PROG** 01+000.00

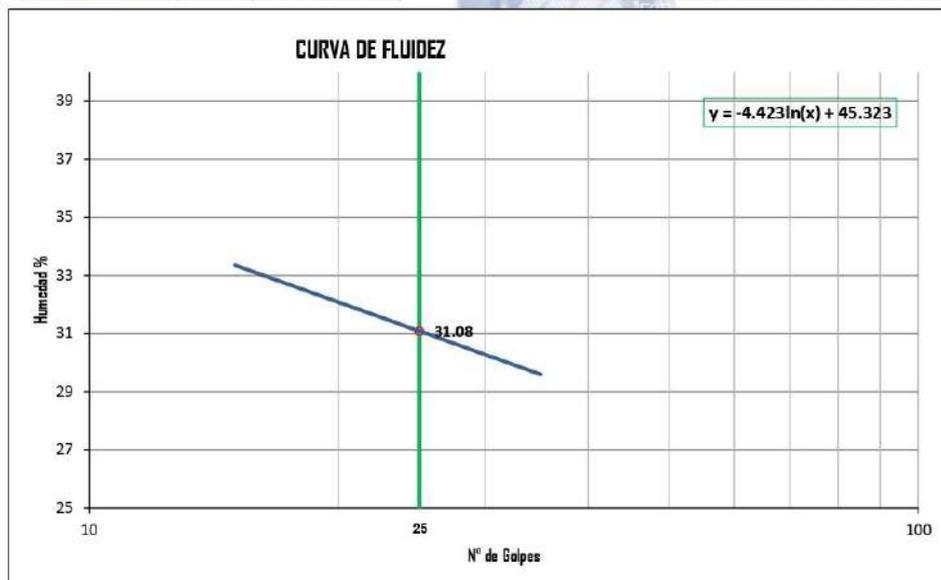
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	15	22	35
S. Humedo + Tarro	46.44	48.24	47.55
S. seco + Tarro	42.13	42.33	42.10
Peso de Tarro	23.31	23.46	23.78
Peso del Agua	6.31	5.91	5.45
Peso de Suelo Seco	18.82	18.87	18.32
HUMEDAD %	33.53	31.32	29.75

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECÍMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	16.58	16.51	15.83
S. seco + Tarro	15.47	15.49	14.94
Peso de Tarro	11.11	11.28	11.12
Peso del Agua	1.11	1.02	0.89
Peso de Suelo Seco	4.36	4.21	3.82
HUMEDAD %	25.46	24.23	23.30



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Límite líquido LL	31.08%	Cantidad de Grava	0.00
Límite plástico LP	24.33%	Cantidad de Arena	47.56
Ind. de Plasticidad IP	6.75%	Cant. de Limo-Arcilla	52.44
Material granular equivalente a:			47.56



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

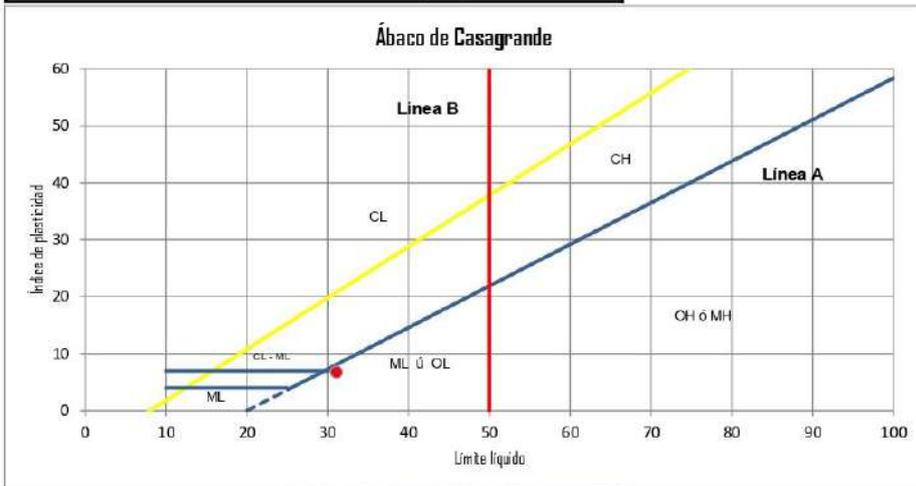
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-01 **PROF.:** 150m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER **PROG** 01+000.00

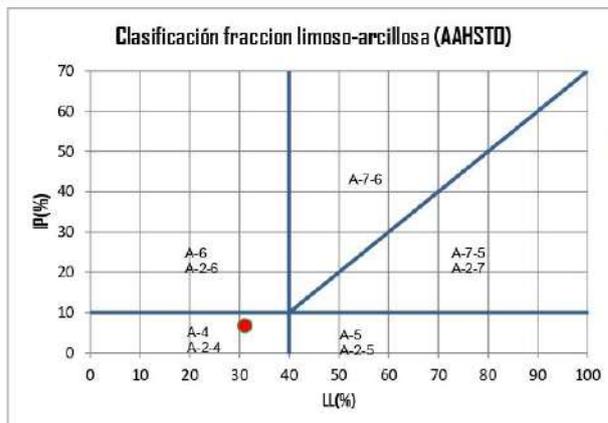
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.
Limo baja plasticidad arenoso ML

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material limoso-arcilloso
Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG) 1



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALIGATA C-01 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER
PROG 01+000.00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Peso Suelo H. + molde	gr	10158.00	10408.00	10768.00	10685.00				
Peso molde	gr	6535.00	6535.00	6535.00	6535.00				
Peso suelo Humedo	gr	3623.00	3873.00	4233.00	4150.00				
Volumen del molde	cm ³	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92				
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.72	1.84	2.01	1.97				
Nº de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	535.00	535.00	546.00	546.00	531.00	531.00	556.00	556.00
Peso del suelo S. + tara	gr	475.10	475.10	473.90	473.90	453.80	453.80	455.60	455.60
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	59.90	59.90	72.10	72.10	77.20	77.20	100.40	100.40
Peso del suelo seco	gr	475.10	475.10	473.90	473.90	453.80	453.80	455.60	455.60
Contenido de Humedad	%	12.61	12.61	15.21	15.21	17.01	17.01	22.04	22.04
Humedad Promedio	%	12.61	12.61	15.21	15.21	17.01	17.01	22.04	22.04
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.528	1.528	1.597	1.597	1.719	1.719	1.616	1.616



Densidad Maxima Seca :	1.81 gr/cm ³
Humedad Optima :	19.40%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGIÓN LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-01 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER **PROG** 01+000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

Nº DE GOLPES	CONDICIÓN	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		S/Sumerg.	Sumerg.	S/Sumerg.	Sumerg.	S/Sumerg.	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.	13261.00	13300.00	12993.00	13078.00	12911.00	13062.00
Peso del molde	gr.	8922.00	8922.00	8604.00	8604.00	8923.00	8923.00
Peso del suelo humedo	gr.	4339.00	4378.00	4189.00	4274.00	3988.00	4139.00
Volumen del suelo	cm ³ .	2112.28	2112.28	2112.28	2112.28	2109.50	2109.50
Densidad humeda	gr/cc	2.05	2.07	1.98	2.02	1.89	1.96
Humedad	%	19.250		21.852		24.051	
Densidad seca	gr/cc	1.723		1.628		1.524	
Peso tara + suelo humedo	gr.	533.00	535.00	525.00	524.00	536.00	505.00
Peso tara + suelo seco	gr.	442.70	453.00	425.70	435.30	427.50	411.50
Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.	90.30	82.00	99.30	88.70	108.50	93.50
Peso de los solidos	gr.	442.70	453.00	425.70	435.30	427.50	411.50
humedad	%	20.40	18.10	23.33	20.38	25.38	22.72
Promedio de humedad	%	19.250		21.852		24.051	

EXPANSION

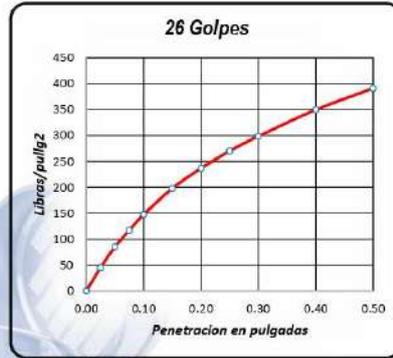
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/01/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
29/01/2021	08:30	24	0.1	2.5400	2.188%	0.12	3.0400	2.625%	0.15	3.8100	3.282%
30/01/2021	08:30	48	0.13	3.3020	2.844%	0.15	3.8100	3.282%	0.18	4.5720	3.938%
31/01/2021	08:30	72	0.15	3.8100	3.282%	0.18	4.5720	3.938%	0.2	5.0800	4.376%
1/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACIÓN

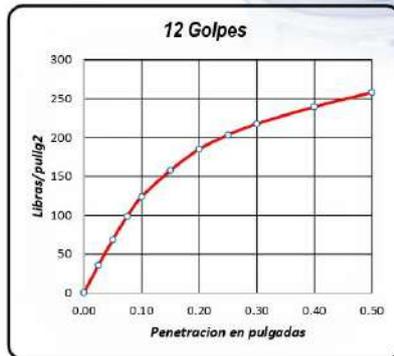
PENETRACION			MUESTRA Nº 01 (55)			MUESTRA Nº 02 (26)			MUESTRA Nº 03 (12)		
Tiempo	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg x10	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	68.9	151.90	48.35	63.8	140.65	44.77	50.4	111.11	35.37
1'	0.050	0.127	148.2	326.72	104.00	121.1	266.98	84.98	97.6	215.17	68.49
1'30"	0.075	0.191	221.1	487.44	155.16	166.4	366.85	116.77	140.5	309.75	98.60
2'	0.100	0.254	279.5	616.19	196.14	209.8	462.53	147.23	176	388.01	123.51
3'	0.150	0.381	381.5	841.06	267.72	281.9	621.48	197.82	224.5	494.94	157.54
4'	0.200	0.508	454.3	1001.56	318.81	337	742.96	236.49	263.5	580.92	184.91
5'	0.250	0.635	513.6	1132.29	360.42	384.7	848.12	269.96	289.4	638.02	203.09
6'	0.300	0.762	568.2	1252.67	398.74	425.3	937.62	298.46	310	683.43	217.54
8'	0.400	1.016	659.7	1454.39	462.95	498.1	1098.12	349.54	341.1	752.00	239.37
10'	0.500	1.270	745.5	1643.54	523.16	557.5	1229.08	391.23	367.7	810.64	258.03



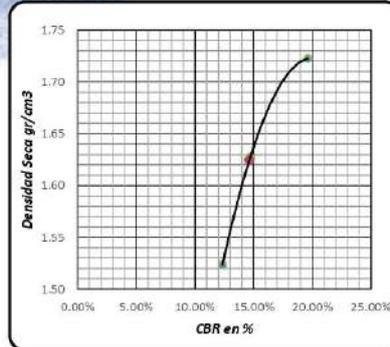
Densidad Seca	1.723 gr/cm ³
CBR a 0.1"	19.61%
CBR a 0.2"	21.25%



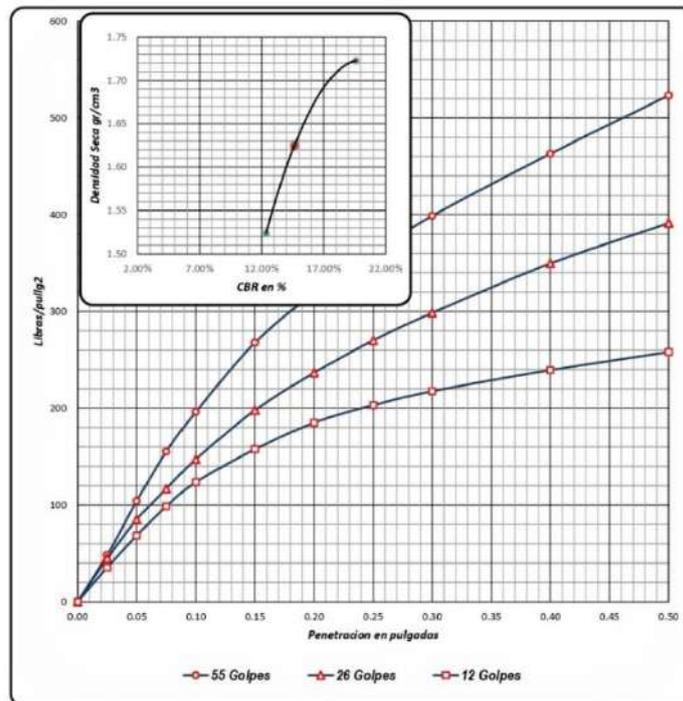
Densidad Seca	1.628 gr/cm ³
CBR a 0.1"	14.72%
CBR a 0.2"	15.77%



Densidad Seca	1.524 gr/cm ³
CBR a 0.1"	12.35%
CBR a 0.2"	12.33%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	19.61%	1.723 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	14.72%	1.628 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	12.35%	1.524 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		19.61%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		14.64%



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.72 gr/cm ³	Densidad	1.626 gr/cm ³	Densidad se	1.524 gr/cm ³	CBR al 100% Dsmax	19.61%
CBR a 0.1"	19.61%	CBR a 0.1"	14.72%	CBR a 0.1"	12.35%	CBR al 95% Dsmax	14.64%
CBR a 0.2"	21.25%	CBR a 0.2"	15.77%	CBR a 0.2"	12.33%		

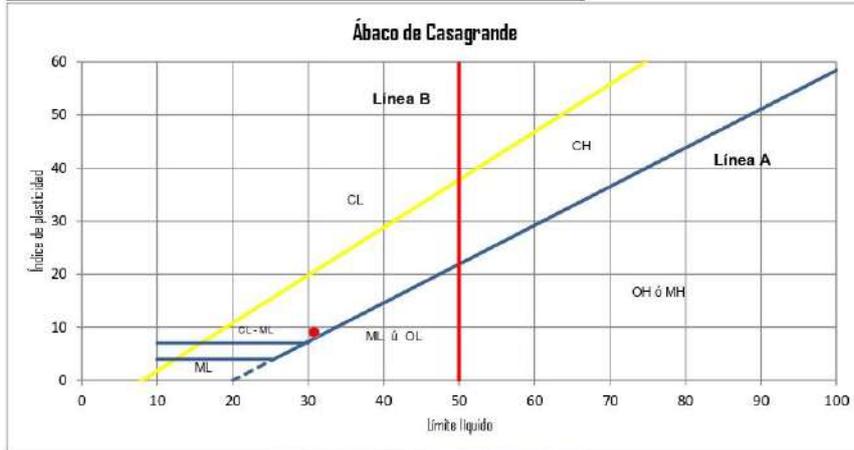


CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-05 **PROF.:** 1.50 m **MUESTRA:** M-1 **LADO** IZQ **PROG** 02+000.00

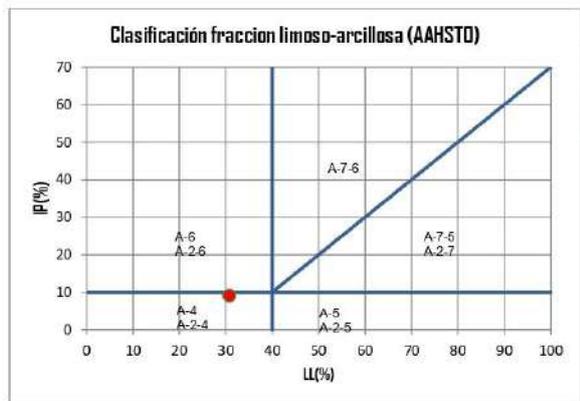
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.
Arcilla media plasticidad arenosa CL.

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material limoso-arcilloso
 Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG): **4**



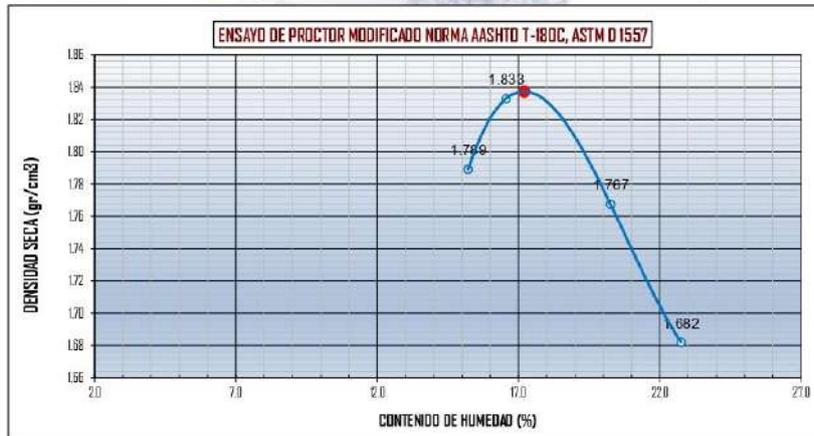
CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-05 **PROF.:** 1.50 m **MUESTRA:** M-1 **LADO** IZQ **PROG** 02+000.00

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA**

Peso Suelo H. + molde	gr	10874.00		11032.00		11009.00		10881.00	
Peso molde	gr	6535.00		6535.00		6535.00		6535.00	
Peso suelo Humedo	gr	4339.00		4497.00		4474.00		4346.00	
Volumen del molde	cm ³	2104.92		2104.92		2104.92		2104.92	
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	2.06		2.14		2.13		2.06	
Nº de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	530.00	530.00	537.00	537.00	561.00	561.00	533.00	533.00
Peso del suelo S. + tara	gr	460.00	460.00	460.70	460.70	466.50	466.50	434.20	434.20
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	70.00	70.00	76.30	76.30	94.50	94.50	98.80	98.80
Peso del suelo seco	gr	460.00	460.00	460.70	460.70	466.50	466.50	434.20	434.20
Contenido de Humedad	%	15.22	15.22	16.56	16.56	20.26	20.26	22.75	22.75
Humedad Promedio	%	15.22		16.56		20.26		22.75	
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.789		1.833		1.767		1.682	



Densidad Máxima Seca :	1.84 gr/cm ³
Humedad Óptima :	17.19%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGIÓN LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022 **LADO** IZQ

CALICATA C-05 **PROF.:** 1.50 m **MUESTRA:** M-1 **PROG** 02+000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

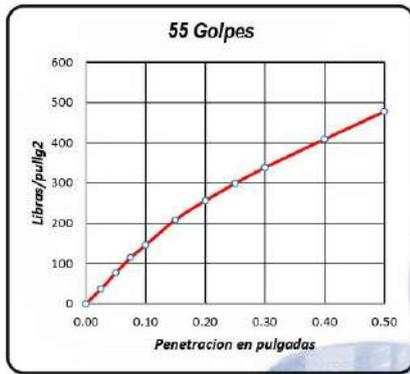
Nº DE GOLPES	CONDICIÓN	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.	12881.00	13010.00	12673.00	12831.00	12457.00	12564.00
Peso del molde	gr.	8175.00	8175.00	8505.00	8505.00	8510.00	8510.00
Peso del suelo humedo	gr.	4706.00	4835.00	4168.00	4326.00	3947.00	4054.00
Volumen del suelo	cm ³ .	2126.09	2126.09	2112.18	2112.18	2116.77	2116.77
Densidad humeda	gr/cc	2.21	2.27	1.97	2.05	1.86	1.92
Humedad	%	21.268		22.447		26.061	
Densidad seca	gr/cc	1.825		1.612		1.479	
Peso tara + suelo humedo	gr.	556.00	542.00	541.00	528.00	542.00	529.00
Peso tara + suelo seco	gr.	454.90	450.50	438.80	434.20	419.00	430.90
Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.	101.10	91.50	102.20	93.80	123.00	98.10
Peso de los solidos	gr.	454.90	450.50	438.80	434.20	419.00	430.90
humedad	%	22.22	20.31	23.29	21.60	29.36	22.77
Promedio de humedad	%	21.268		22.447		26.061	

EXPANSION

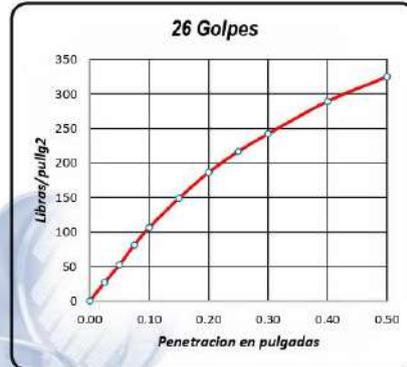
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/01/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
29/01/2021	08:30	24	0.8	20.3200	17.457%	1.45	36.8300	31.641%	1.76	44.7040	38.373%
30/01/2021	08:30	48	0.85	21.5900	18.548%	0.9	22.8600	19.639%	1.77	44.9580	38.591%
31/01/2021	08:30	72	0.89	22.6060	19.421%	1.46	37.0840	31.859%	1.77	44.9580	38.591%
1/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACIÓN

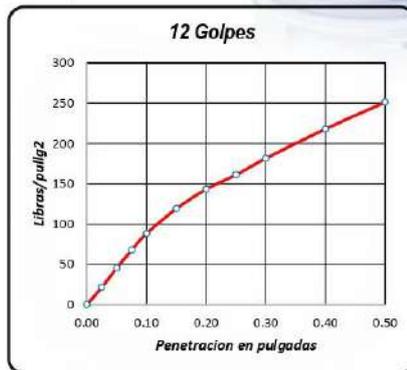
PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
Tiempo	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg x10	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	52.4	115.52	36.77	38.6	85.10	27.09	30.5	67.24	21.40
1'	0.050	0.127	110	242.51	77.19	74.8	164.91	52.49	64.4	141.98	45.19
1'30"	0.075	0.191	163.7	360.90	114.88	115.9	255.52	81.33	96.3	212.30	67.58
2'	0.100	0.254	208	458.56	145.96	151.7	334.44	106.46	125.5	276.68	88.07
3'	0.150	0.381	297.4	655.65	208.70	212.3	468.04	148.98	169.5	373.68	118.95
4'	0.200	0.508	365.1	804.91	256.21	265.5	585.33	186.32	203.9	449.52	143.09
5'	0.250	0.635	425.9	938.95	298.88	308.8	680.79	216.70	229.4	505.74	160.98
6'	0.300	0.762	482	1062.63	338.24	345.1	760.81	242.17	258.6	570.11	181.47
8'	0.400	1.016	582.4	1283.97	408.70	412.3	908.96	289.33	310.5	684.53	217.89
10'	0.500	1.270	680.3	1499.80	477.40	463	1020.74	324.91	358.1	789.47	251.30



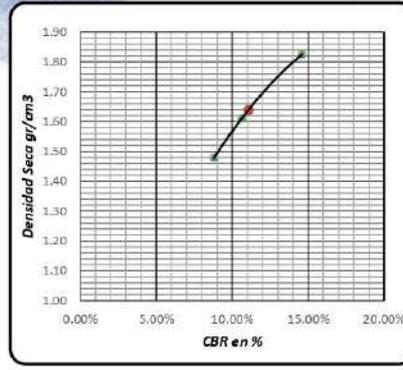
Densidad Seca	1.825 gr/cm3
CBR a 0.1"	14.60%
CBR a 0.2"	17.08%



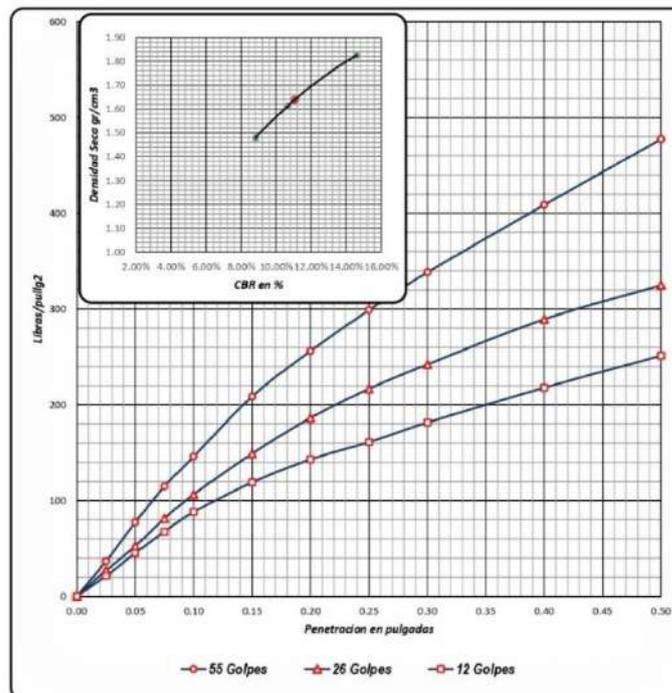
Densidad Seca	1.612 gr/cm3
CBR a 0.1"	10.65%
CBR a 0.2"	12.42%



Densidad Seca	1.479 gr/cm3
CBR a 0.1"	8.81%
CBR a 0.2"	9.54%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	14.60%	1.825 gr/cm3
CBR con 26 Golpes	10.65%	1.612 gr/cm3
CBR con 12 Golpes	8.81%	1.479 gr/cm3
CBR al 100% de Densidad Seca max.		14.60%
CBR al 95% de Densidad Seca max.		11.06%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.83 gr/cm3	Densidad	1.612 gr/cm3	Densidad se	1.479 gr/cm3	CBR al 100% Dsmax	14.60%
CBR a 0.1"	14.60%	CBR a 0.1"	10.65%	CBR a 0.1"	8.81%	CBR al 95% Dsmax	11.06%
CBR a 0.2"	17.08%	CBR a 0.2"	12.42%	CBR a 0.2"	9.54%		

Calicata N°3 – Progresiva 03+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

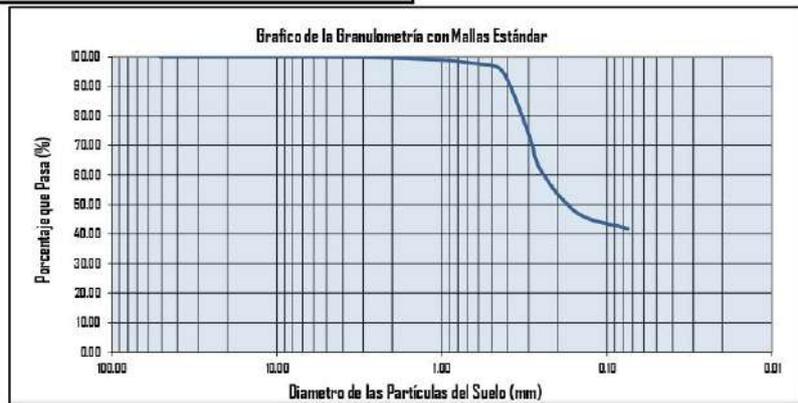
CALICATA C-09 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO IZQ
PROG 03+000.00

TAMIZ	Tamiz	Peso	Pasante	Retenido	Retenido
N°	(mm)	Retenido	(%)	acumul. (%)	parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.30	99.97	0.03	0.03
N° 8	2.36	2.00	99.74	0.26	0.22
N° 10	2.00	0.90	99.64	0.36	0.10
N° 12	1.70	1.10	99.52	0.48	0.12
N° 16	1.10	4.00	99.08	0.92	0.44
N° 20	0.85	4.70	98.56	1.44	0.52
N° 30	0.59	9.90	97.46	2.54	1.10
N° 40	0.43	25.40	94.63	5.37	2.82
N° 50	0.30	190.10	73.51	26.49	21.12
N° 60	0.25	110.40	61.24	38.76	12.27
N° 100	0.15	128.30	46.99	53.01	14.26
N° 200	0.08	46.50	41.82	58.18	5.17
GAZOLETA	0.00	0.9	100.00	41.82	
TOTAL		524.50			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	900.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	524.50 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	523.00 gr
Peso de la muestra Seca	390.10 gr
Humedad Natural	34.07 %

Pasa tamiz N° 4 :	99.97 %
Pasa tamiz N° 200:	41.82 %
D60(díámetro efectivo):	0.24 mm
D30(díámetro efectivo):	mm
D10 (díámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-09 **PROF.:** 1.50 m **MUESTRA:** M-1 **LADO** IZQ
PROG 03+000.00

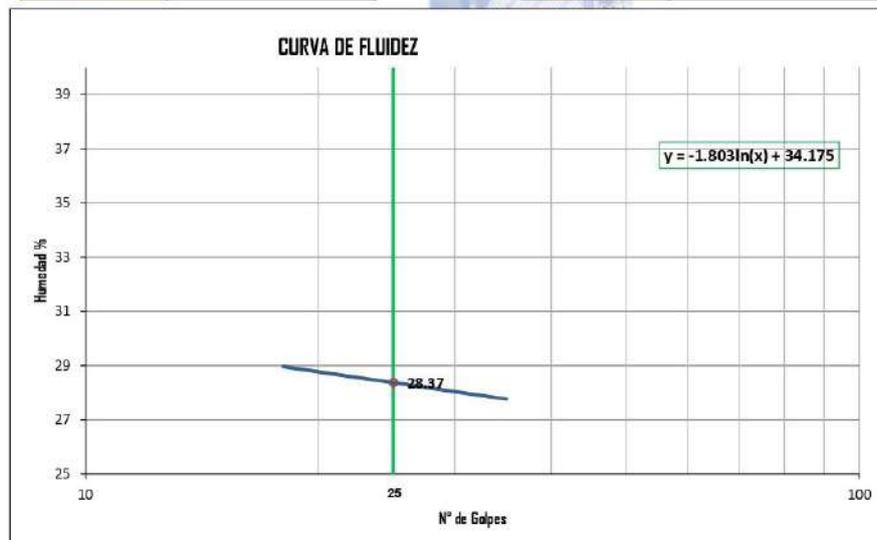
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	18	24	35
S. Humedo + Tarro	45.99	46.95	46.37
S. seco + Tarro	40.88	41.76	41.48
Peso de Tarro	23.19	23.60	23.83
Peso del Agua	5.11	5.19	4.89
Peso de Suelo Seco	17.69	18.16	17.65
HUMEDAD %	28.89	28.58	27.71

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	18.17	18.25	19.07
S. seco + Tarro	16.82	17.01	17.69
Peso de Tarro	10.79	11.28	11.27
Peso del Agua	1.35	1.24	1.38
Peso de Suelo Seco	6.03	5.73	6.42
HUMEDAD %	22.39	21.64	21.50



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Limite líquido LL	28.37%	Cantidad de Grava	0.03
Limite plástico LP	21.84%	Cantidad de Arena	58.14
Ind. de Plasticidad IP	6.53%	Cant. de Limo-Arcilla	41.82
Material granular equivalente a:			58.18

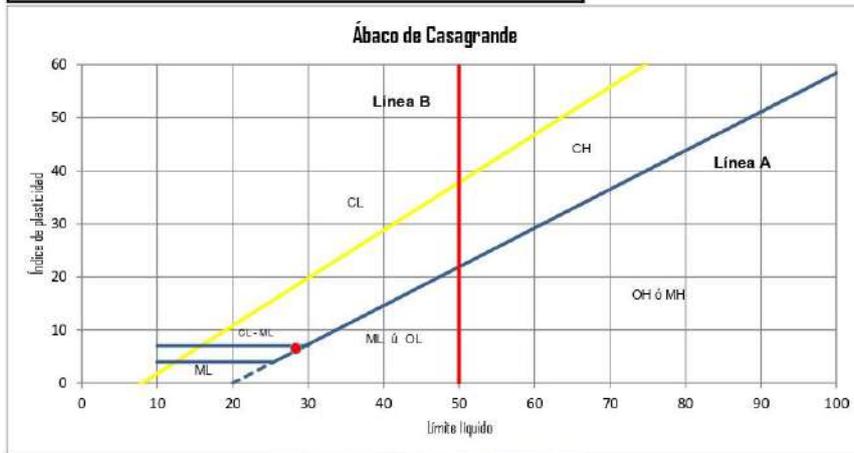


CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
 EN GENERAL S.R.L.
 RUC: 20573181396
 DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-09 PROF.: 1.50 m MUESTRA: M-1 LADO IZQ PROG 03+000.00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

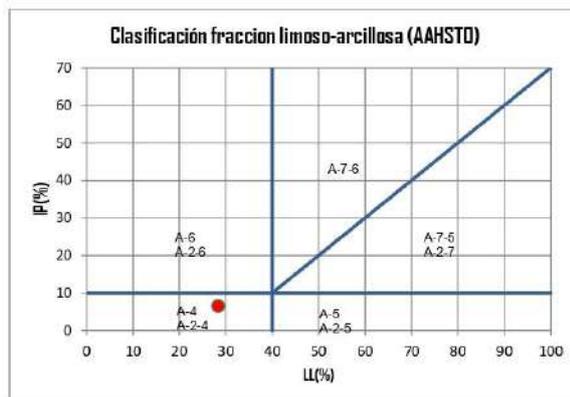


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Arena arcilloso-limosa SC-SM

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material limoso-arcilloso

Pobre a malo como subgrado

A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG): 0



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGIÓN LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022 **LADO** IZQ

CALICATA C-09 **PROF.:** 1.50 m **MUESTRA:** M-1 **PROG** 03+000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

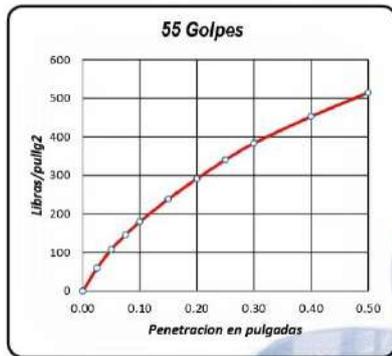
CONDICIÓN		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.	13405.00	13439.00	13186.00	13256.00	13116.00	13245.00
Peso del molde	gr.	8922.00	8922.00	8804.00	8804.00	8923.00	8923.00
Peso del suelo humedo	gr.	4483.00	4517.00	4382.00	4452.00	4193.00	4322.00
Volumen del suelo	cm ³ .	2112.28	2112.28	2112.28	2112.28	2109.50	2109.50
Densidad humeda	gr/cc	2.12	2.14	2.07	2.11	1.99	2.05
Humedad	%	16.662		17.044		19.081	
Densidad seca	gr/cc	1.819		1.772		1.669	
Peso tara + suelo humedo	gr.	554.00	543.00	543.00	540.00	545.00	549.00
Peso tara + suelo seco	gr.	471.50	468.80	462.20	463.10	457.50	461.20
Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.	82.50	74.20	80.80	76.90	87.50	87.80
Peso de los solidos	gr.	471.50	468.80	462.20	463.10	457.50	461.20
humedad	%	17.50	15.83	17.48	16.61	19.13	19.04
Promedio de humedad	%	16.662		17.044		19.081	

EXPANSION

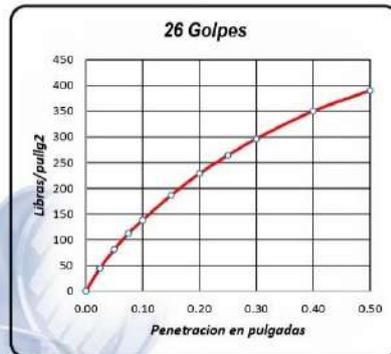
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
3/02/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
4/02/2021	08:30	24	0.12	3.0480	2.625%	0.22	5.5880	4.813%	0.31	7.8740	6.782%
5/02/2021	08:30	48	0.15	3.8100	3.282%	0.25	6.3500	5.469%	0.34	8.6360	7.438%
6/02/2021	08:30	72	0.17	4.3180	3.719%	0.25	6.3500	5.469%	0.35	8.8900	7.657%
7/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACION

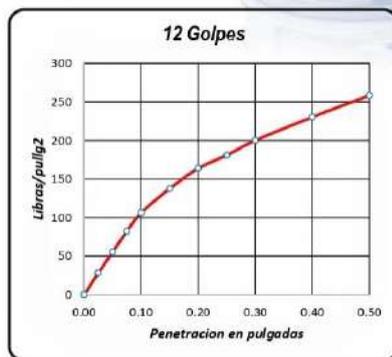
Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm		Kg	Libras	Lib/pul2	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg x10	Libras	Lib/pul2
0	0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064		84.2	185.63	59.09	63	138.89	44.21	40.2	88.63	28.21
1'	0.050	0.127		153.3	337.97	107.58	115.1	253.75	80.77	78.8	173.72	55.30
1'30"	0.075	0.191		207.6	457.68	145.68	160	352.74	112.28	117.3	258.60	82.32
2'	0.100	0.254		256.5	565.49	180.00	196.8	433.87	138.10	151.4	333.78	106.25
3'	0.150	0.381		339.8	749.13	238.46	265.7	585.77	186.46	196.1	432.33	137.61
4'	0.200	0.508		415.4	915.80	291.51	326	718.71	228.77	233.5	514.78	163.86
5'	0.250	0.635		484.8	1068.80	340.21	376.3	829.60	264.07	257.8	568.35	180.91
6'	0.300	0.762		546.4	1204.60	383.44	422.6	931.67	296.56	285.1	628.54	200.07
8'	0.400	1.016		645.2	1422.42	452.77	499.2	1100.55	350.31	328.4	724.00	230.46
10'	0.500	1.270		733.6	1617.31	514.81	556.1	1225.99	390.24	368.4	812.18	258.53



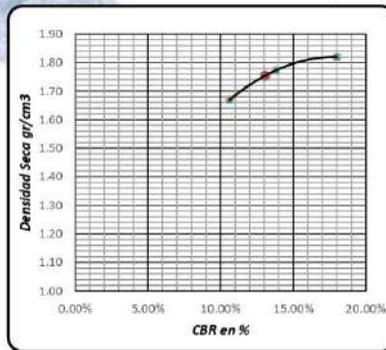
Densidad Seca	1.819 gr/cm3
CBR a 0.1"	18.00%
CBR a 0.2"	19.43%



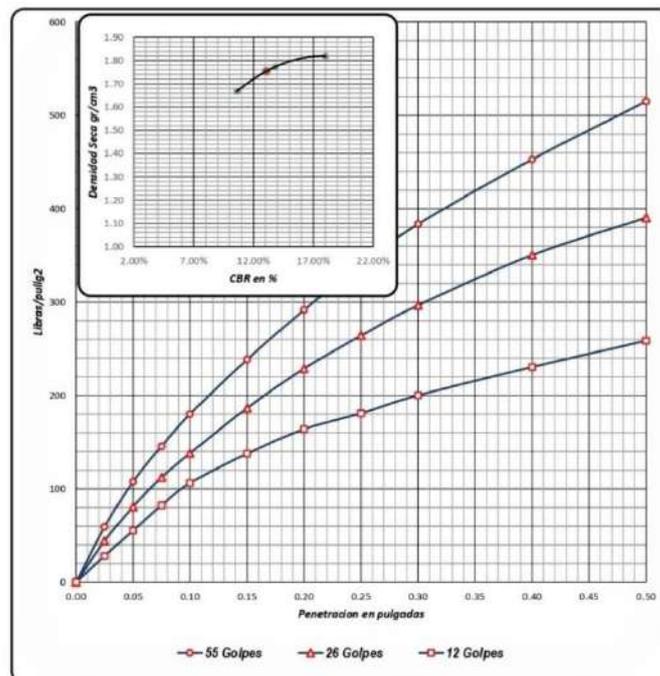
Densidad Seca	1.772 gr/cm3
CBR a 0.1"	13.81%
CBR a 0.2"	15.25%



Densidad Seca	1.669 gr/cm3
CBR a 0.1"	10.62%
CBR a 0.2"	10.92%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	18.00%	1.819 gr/cm3
CBR con 26 Golpes	13.81%	1.772 gr/cm3
CBR con 12 Golpes	10.62%	1.669 gr/cm3
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		18.00%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		13.07%



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.82 gr/cm3	Densidad	1.772 gr/cm3	Densidad se	1.669 gr/cm3	CBR al 100% Damax	18.00%
CBR a 0.1"	18.00%	CBR a 0.1"	13.81%	CBR a 0.1"	10.62%	CBR al 95% Damax	13.07%
CBR a 0.2"	19.43%	CBR a 0.2"	15.25%	CBR a 0.2"	10.92%		

Calicata N°4 – Progresiva 04+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

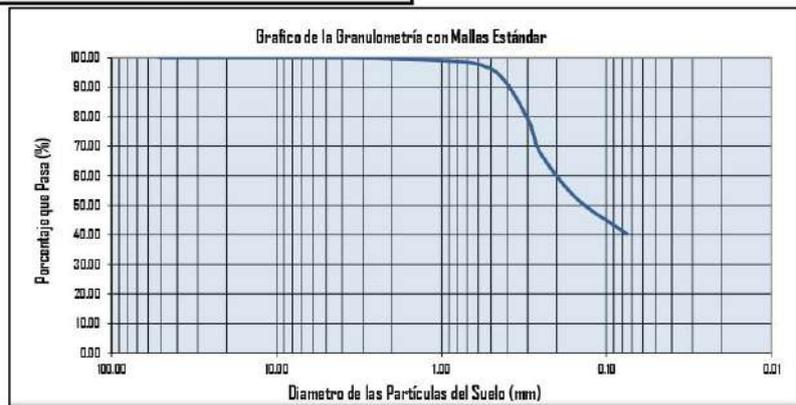
CALICATA C-17 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 05-000.00

TAMIZ N°	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumul. (%)	Retenido parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 8	2.36	2.50	99.76	0.24	0.24
N° 10	2.00	1.60	99.61	0.39	0.15
N° 12	1.70	1.00	99.51	0.49	0.10
N° 16	1.10	2.90	99.23	0.77	0.28
N° 20	0.85	5.30	98.73	1.27	0.51
N° 30	0.59	10.80	97.69	2.31	1.03
N° 40	0.43	48.90	93.01	6.99	4.68
N° 50	0.30	148.30	78.80	21.20	14.20
N° 60	0.25	117.50	67.55	32.45	11.25
N° 100	0.15	161.10	52.12	47.88	15.43
N° 200	0.08	122.90	40.34	59.66	11.77
CAZOLETA	0.00	7.2	100.00	40.34	
TOTAL		630.00			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	1044.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	630.00 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	536.00 gr
Peso de la muestra Seca	485.90 gr
Humedad Natural	10.31 %

Pasa tamiz N° 4 :	100.00 %
Pasa tamiz N° 200:	40.34 %
D60(diámetro efectivo):	0.20 mm
D30(diámetro efectivo):	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-17 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER **PROG** 05-000.00

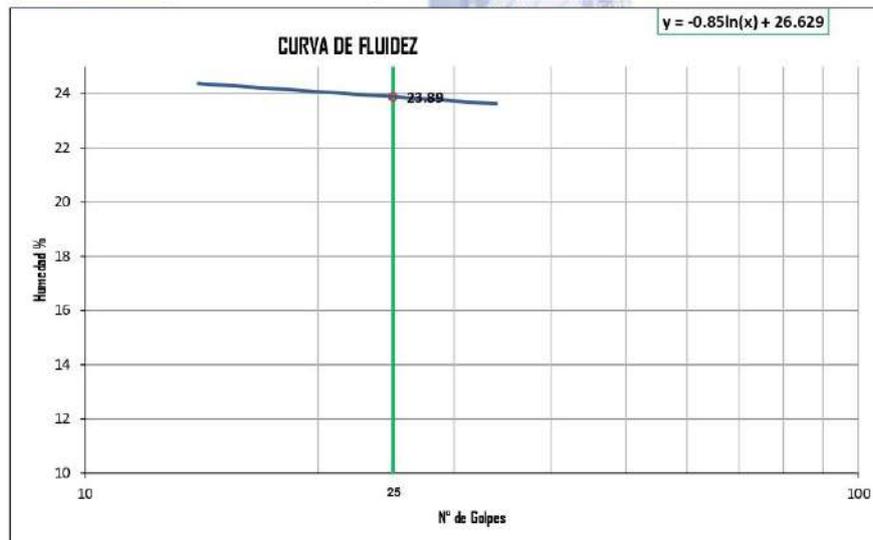
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	14	24	34
S. Humedo + Tarro	11.86	12.34	12.28
S. seco + Tarro	10.76	11.21	11.19
Peso de Tarro	6.26	6.48	6.55
Peso del Agua	1.10	1.14	1.09
Peso de Suelo Seco	4.51	4.73	4.64
HUMEDAD %	24.34	24.04	23.56

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	5.00	5.02	5.14
S. seco + Tarro	4.86	4.84	4.96
Peso de Tarro	4.07	3.88	3.89
Peso del Agua	0.15	0.18	0.19
Peso de Suelo Seco	0.79	0.96	1.07
HUMEDAD %	18.46	18.33	17.38



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Limite líquido LL	23.89%	Cantidad de Grava	0.00
Limite plástico LP	18.06%	Cantidad de Arena	59.66
Ind. de Plasticidad IP	5.83%	Cant. de Limo-Arcilla	40.34
Material granular equivalente a:			59.66

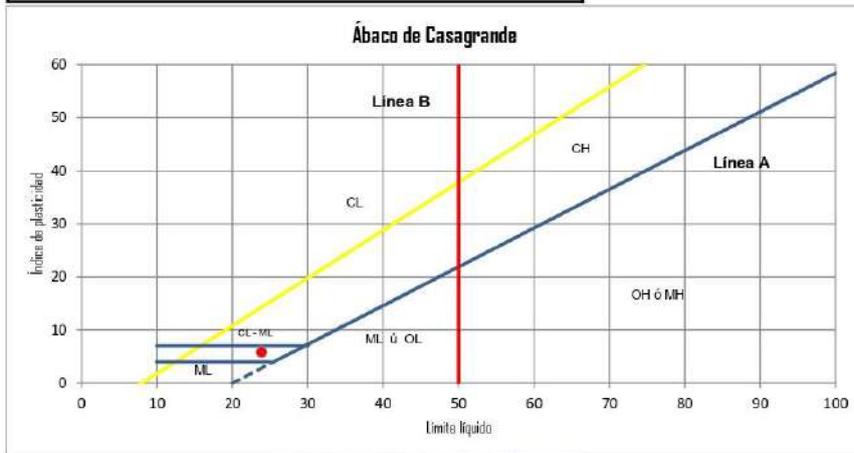


CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
 EN GENERAL S.R.L.
 RUC: 20573181396
 DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-17 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 05-000.00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

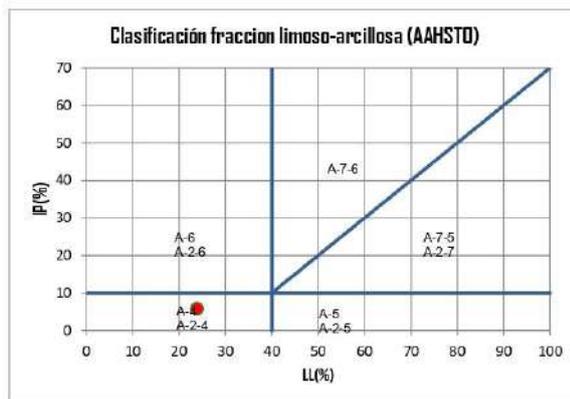


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Arena arcilloso-limosa SC-SM

CLASIFICACION AAHSTO



Material limoso-arcilloso

Pobre a malo como subgrado

A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG): 0



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

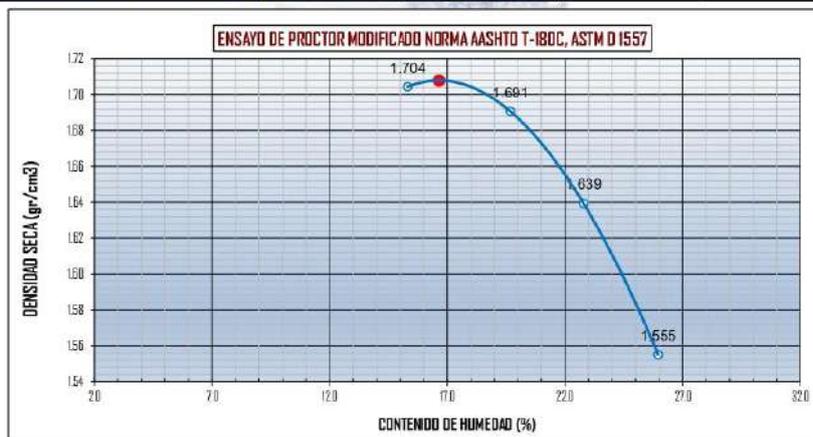
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-17 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 05-000.00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Peso Suelo H. + molde	gr	10672.00	10794.00	10772.00	10658.00				
Peso molde	gr	6535.00	6535.00	6535.00	6535.00				
Peso suelo Humedo	gr	4137.00	4259.00	4237.00	4123.00				
Volumen del molde	cm ³	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92				
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.97	2.02	2.01	1.96				
Nº de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	512.00	512.00	529.00	529.00	528.00	528.00	558.00	558.00
Peso del suelo S. + tara	gr	444.00	444.00	442.00	442.00	430.00	430.00	443.00	443.00
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	68.00	68.00	87.00	87.00	98.00	98.00	115.00	115.00
Peso del suelo seco	gr	444.00	444.00	442.00	442.00	430.00	430.00	443.00	443.00
Contenido de Humedad	%	15.32	15.32	19.68	19.68	22.79	22.79	25.96	25.96
Humedad Promedio	%	15.32	19.68	22.79	25.96				
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.704	1.691	1.639	1.555				



Densidad Máxima Seca :	1.71 gr/cm ³
Humedad Optima :	16.66%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181398



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-17 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 05-000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

Nº DE GOLPES	CONDICIÓN		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
			S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.		12672.00	12804.00	12631.00	12847.00	12075.00	12371.00
Peso del molde	gr.		8385.00	8385.00	8360.00	8360.00	8255.00	8255.00
Peso del suelo humedo	gr.		4287.00	4419.00	4271.00	4487.00	3820.00	4116.00
Volumen del suelo	cm ³ .		2114.96	2114.96	2126.09	2126.09	2111.32	2111.32
Densidad humeda	gr/cc		2.03	2.09	2.01	2.11	1.81	1.95
Humedad	%		21.789		25.096		27.469	
Densidad seca	gr/cc		1.664		1.606		1.419	
Peso tara + suelo humedo	gr.		520.00	520.00	522.00	523.00	524.00	522.00
Peso tara + suelo seco	gr.		430.70	423.30	410.50	425.10	404.20	416.60
Peso de la tara	gr.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.		89.30	96.70	111.50	97.90	119.80	105.40
Peso de los solidos	gr.		430.70	423.30	410.50	425.10	404.20	416.60
humedad	%		20.73	22.84	27.16	23.03	29.64	25.30
Promedio de humedad	%		21.789		25.096		27.469	

EXPANSION

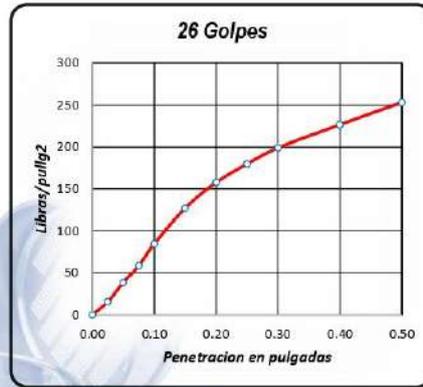
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/02/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
28/02/2021	08:30	24	1.02	25.9080	22.258%	1.1	27.9400	24.003%	1.4	35.5600	30.602%
1/03/2021	08:30	48	1.21	30.7340	26.404%	1.15	29.2100	25.095%	1.5	38.1000	32.788%
2/03/2021	08:30	72	1.24	31.4960	27.058%	1.16	29.4640	25.313%	1.56	39.6240	34.100%
3/03/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACION

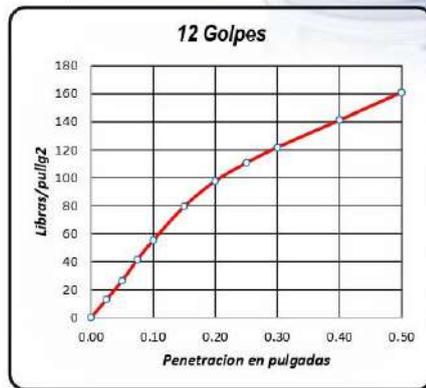
Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm		Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg x10	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064		28	61.73	19.65	22.1	48.72	15.51	18.5	40.79	12.98
1'	0.050	0.127		65.2	143.74	45.75	54.3	119.71	38.11	37.6	82.89	26.39
1' 30"	0.075	0.191		118	260.15	82.81	83.5	184.09	58.60	59	130.07	41.40
2'	0.100	0.254		172.2	379.64	120.84	120.6	265.88	84.63	78.6	173.28	55.16
3'	0.150	0.381		261.3	576.07	183.37	180.8	398.60	126.88	113.4	250.00	79.58
4'	0.200	0.508		324.5	715.40	227.72	224.6	495.16	157.61	138.9	306.22	97.47
5'	0.250	0.635		362.5	799.17	254.39	256.2	564.82	179.79	157.6	347.45	110.60
6'	0.300	0.762		390.6	861.12	274.10	283.4	624.79	198.88	173.4	382.28	121.68
8'	0.400	1.016		435.5	960.11	305.61	322.7	711.43	226.46	201.3	443.79	141.26
10'	0.500	1.270		460.1	1014.35	322.88	360.6	794.99	253.05	229.4	505.74	160.98



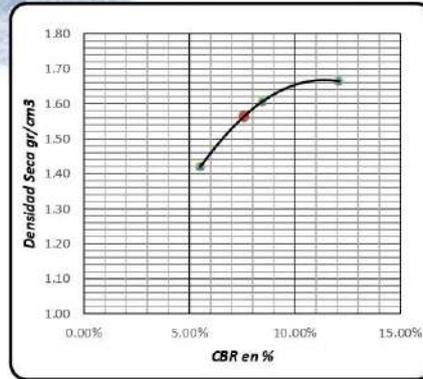
Densidad Seca	1.664 gr/cm3
CBR a 0.1"	12.08%
CBR a 0.2"	15.18%



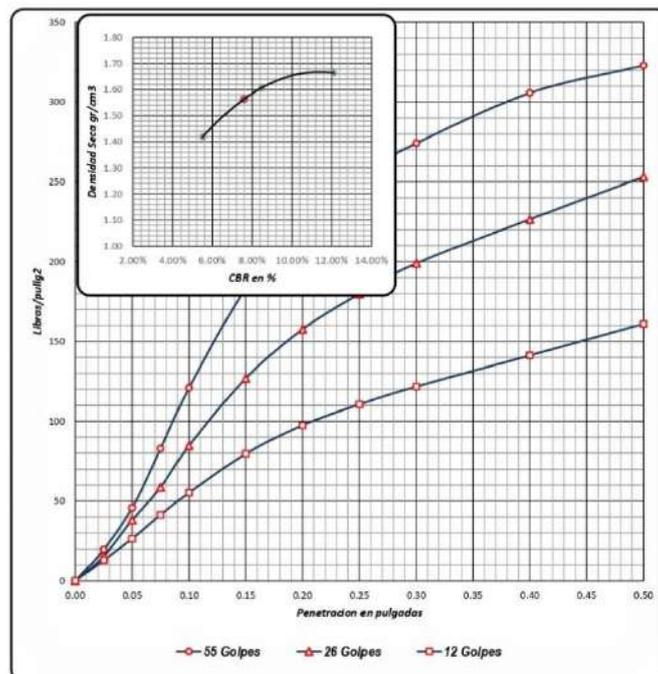
Densidad Seca	1.606 gr/cm3
CBR a 0.1"	8.46%
CBR a 0.2"	10.51%



Densidad Seca	1.419 gr/cm3
CBR a 0.1"	5.52%
CBR a 0.2"	6.50%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	12.08%	1.664 gr/cm3
CBR con 26 Golpes	8.46%	1.606 gr/cm3
CBR con 12 Golpes	5.52%	1.419 gr/cm3
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		12.08%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		7.58%



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.66 gr/cm3	Densidad	1.606 gr/cm3	Densidad se	1.419 gr/cm3	CBR al 100% Dsmax	12.08%
CBR a 0.1"	12.08%	CBR a 0.1"	8.46%	CBR a 0.1"	5.52%	CBR al 95% Dsmax	7.58%
CBR a 0.2"	15.18%	CBR a 0.2"	10.51%	CBR a 0.2"	6.50%		

Calicata N°5 – Progresiva 05+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

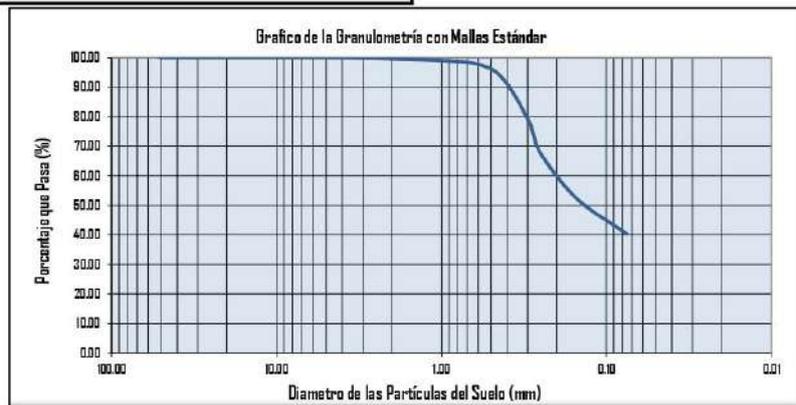
CALICATA C-17 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 05-000.00

TAMIZ N°	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumul. (%)	Retenido parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 8	2.36	2.50	99.76	0.24	0.24
N° 10	2.00	1.60	99.61	0.39	0.15
N° 12	1.70	1.00	99.51	0.49	0.10
N° 16	1.10	2.90	99.23	0.77	0.28
N° 20	0.85	5.30	98.73	1.27	0.51
N° 30	0.59	10.80	97.69	2.31	1.03
N° 40	0.43	48.90	93.01	6.99	4.68
N° 50	0.30	148.30	78.80	21.20	14.20
N° 60	0.25	117.50	67.55	32.45	11.25
N° 100	0.15	161.10	52.12	47.88	15.43
N° 200	0.08	122.90	40.34	59.66	11.77
CAZOLETA	0.00	7.2	100.00	40.34	
TOTAL		630.00			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	1044.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	630.00 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	536.00 gr
Peso de la muestra Seca	485.90 gr
Humedad Natural	10.31 %

Pasa tamiz N° 4 :	100.00 %
Pasa tamiz N° 200:	40.34 %
D60(díametro efectivo):	0.20 mm
D30(díametro efectivo):	mm
D10(díametro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-17 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER
PROG 05-000.00

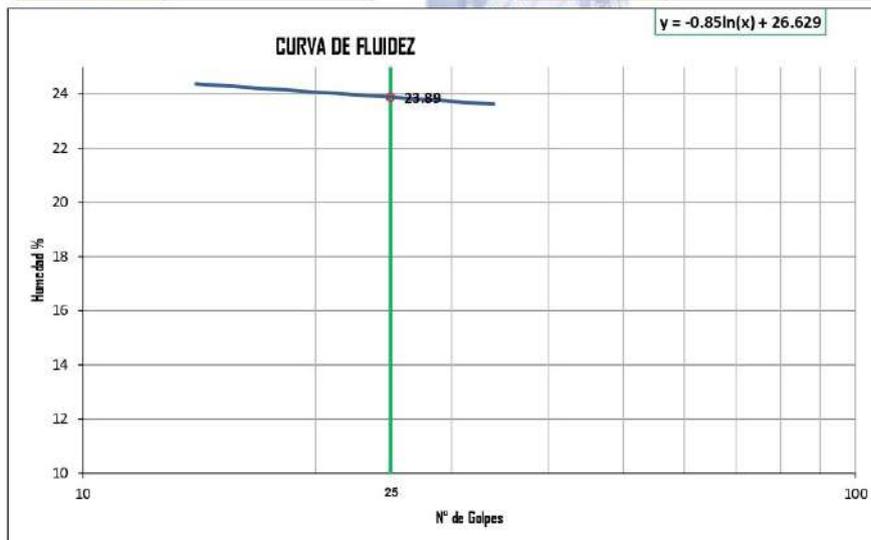
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	14	24	34
S. Humedo + Tarro	11.86	12.34	12.28
S. seco + Tarro	10.76	11.21	11.19
Peso de Tarro	6.26	6.48	6.55
Peso del Agua	1.10	1.14	1.09
Peso de Suelo Seco	4.51	4.73	4.64
HUMEDAD %	24.34	24.04	23.56

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	5.00	5.02	5.14
S. seco + Tarro	4.86	4.84	4.96
Peso de Tarro	4.07	3.88	3.89
Peso del Agua	0.15	0.18	0.19
Peso de Suelo Seco	0.79	0.96	1.07
HUMEDAD %	18.46	18.33	17.38



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Límite líquido LL	23.89%	Cantidad de Grava	0.00
Límite plástico LP	18.06%	Cantidad de Arena	59.66
Ind. de Plasticidad IP	5.83%	Cant. de Limo-Arcilla	40.34
Material granular equivalente a:			59.66

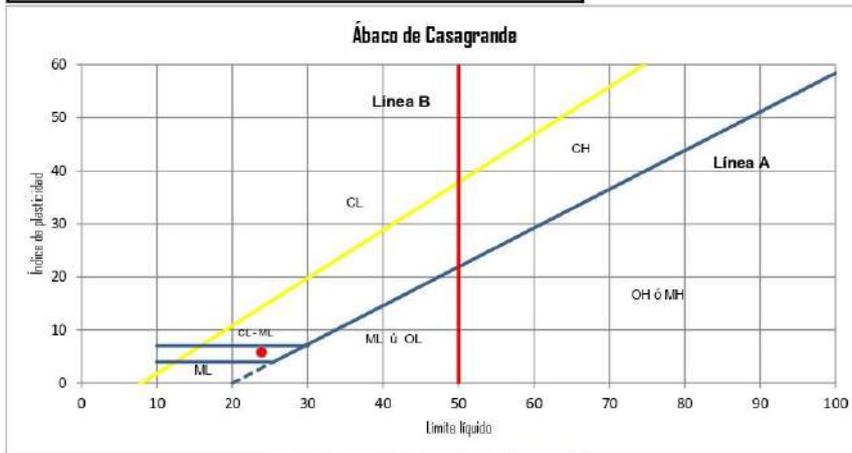


CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
 EN GENERAL S.R.L.
 RUC: 20573181396
 DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-17 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 05-000.00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

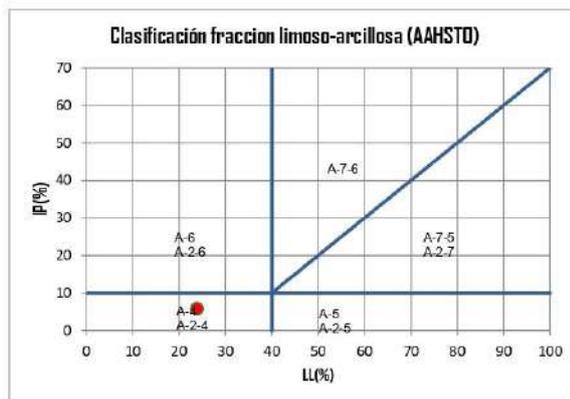


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Arena arcilloso-limosa SC-SM

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material limoso-arcilloso

Pobre a malo como subgrado

A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG): 0



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

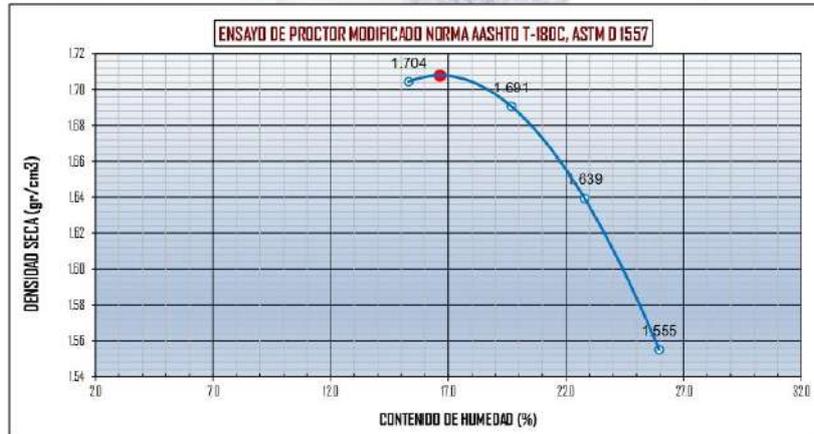
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-17 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 05-000.00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Peso Suelo H. + molde	gr	10672.00		10794.00		10772.00		10658.00	
Peso molde	gr	6535.00		6535.00		6535.00		6535.00	
Peso suelo Humedo	gr	4137.00		4259.00		4237.00		4123.00	
Volumen del molde	cm ³	2104.92		2104.92		2104.92		2104.92	
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.97		2.02		2.01		1.96	
Nº de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	512.00	512.00	529.00	529.00	528.00	528.00	558.00	558.00
Peso del suelo S. + tara	gr	444.00	444.00	442.00	442.00	430.00	430.00	443.00	443.00
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	68.00	68.00	87.00	87.00	98.00	98.00	115.00	115.00
Peso del suelo seco	gr	444.00	444.00	442.00	442.00	430.00	430.00	443.00	443.00
Contenido de Humedad	%	15.32	15.32	19.68	19.68	22.79	22.79	25.96	25.96
Humedad Promedio	%	15.32		19.68		22.79		25.96	
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.704		1.691		1.639		1.555	



Densidad Máxima Seca :	1.71 gr/cm ³
Humedad Optima :	16.66%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGIÓN LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022 **LADO** DER

CALICATA C-17 **PROF.:** 1.50 m **MUESTRA:** M-1 **PROG** 05-000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

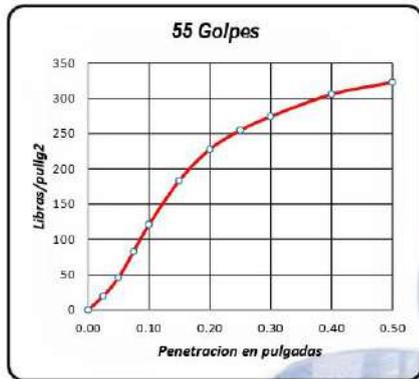
CONDICIÓN		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.	12672.00	12804.00	12631.00	12847.00	12075.00	12371.00
Peso del molde	gr.	8385.00	8385.00	8360.00	8360.00	8255.00	8255.00
Peso del suelo humedo	gr.	4287.00	4419.00	4271.00	4487.00	3820.00	4116.00
Volumen del suelo	cm ³ .	2114.96	2114.96	2126.09	2126.09	2111.32	2111.32
Densidad humeda	gr/cc	2.03	2.09	2.01	2.11	1.81	1.95
Humedad	%	21.789		25.096		27.469	
Densidad seca	gr/cc	1.664		1.606		1.419	
Peso tara + suelo humedo	gr.	520.00	520.00	522.00	523.00	524.00	522.00
Peso tara + suelo seco	gr.	430.70	423.30	410.50	425.10	404.20	416.60
Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.	89.30	96.70	111.50	97.90	119.80	105.40
Peso de los solidos	gr.	430.70	423.30	410.50	425.10	404.20	416.60
humedad	%	20.73	22.84	27.16	23.03	29.64	25.30
Promedio de humedad	%	21.789		25.096		27.469	

EXPANSION

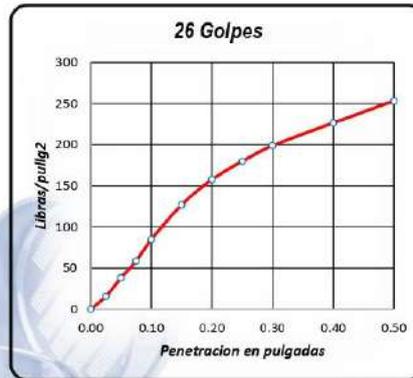
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/02/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
28/02/2021	08:30	24	1.02	25.9080	22.258%	1.1	27.9400	24.003%	1.4	35.5600	30.602%
1/03/2021	08:30	48	1.21	30.7340	26.404%	1.15	29.2100	25.095%	1.5	38.1000	32.788%
2/03/2021	08:30	72	1.24	31.4960	27.058%	1.16	29.4640	25.313%	1.56	39.6240	34.100%
3/03/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACION

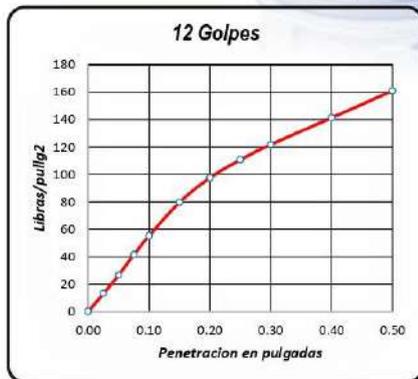
Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm		Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg x10	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064		28	61.73	19.65	22.1	48.72	15.51	18.5	40.79	12.98
1'	0.050	0.127		65.2	143.74	45.75	54.3	119.71	38.11	37.6	82.89	26.39
1'30"	0.075	0.191		118	260.15	82.81	83.5	184.09	58.60	59	130.07	41.40
2'	0.100	0.254		172.2	379.64	120.84	120.6	265.88	84.63	78.6	173.28	55.16
3'	0.150	0.381		261.3	576.07	183.37	180.8	398.60	126.88	113.4	250.00	79.58
4'	0.200	0.508		324.5	715.40	227.72	224.6	495.16	157.61	138.9	306.22	97.47
5'	0.250	0.635		362.5	799.17	254.39	256.2	564.82	179.79	157.6	347.45	110.60
6'	0.300	0.762		390.6	861.12	274.10	283.4	624.79	198.88	173.4	382.28	121.68
8'	0.400	1.016		435.5	960.11	305.61	322.7	711.43	226.46	201.3	443.79	141.26
10'	0.500	1.270		460.1	1014.35	322.88	360.6	794.99	253.05	229.4	505.74	160.98



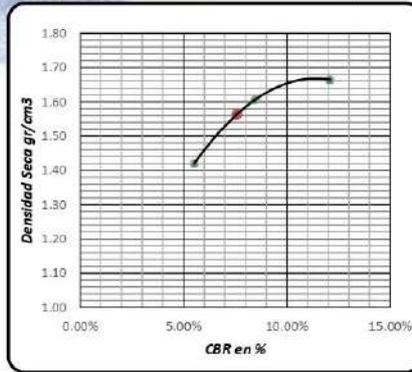
Densidad Seca	1.664 gr/cm3
CBR a 0.1"	12.08%
CBR a 0.2"	15.18%



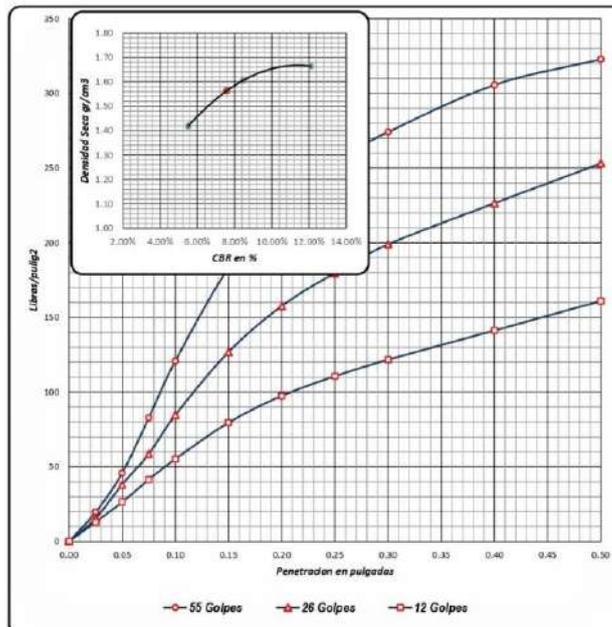
Densidad Seca	1.606 gr/cm3
CBR a 0.1"	8.46%
CBR a 0.2"	10.51%



Densidad Seca	1.419 gr/cm3
CBR a 0.1"	5.52%
CBR a 0.2"	6.50%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	12.08%	1.664 gr/cm3
CBR con 26 Golpes	8.46%	1.606 gr/cm3
CBR con 12 Golpes	5.52%	1.419 gr/cm3
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		12.08%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		7.58%



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.66 gr/cm3	Densidad se	1.606 gr/cm3	Densidad se	1.419 gr/cm3	CBR al 100% Dsmac	12.08%
CBR a 0.1"	12.08%	CBR a 0.1"	8.46%	CBR a 0.1"	5.52%	CBR al 95% Dsmac	7.58%
CBR a 0.2"	15.18%	CBR a 0.2"	10.51%	CBR a 0.2"	6.50%		

Calicata N°6 – Progresiva 06+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

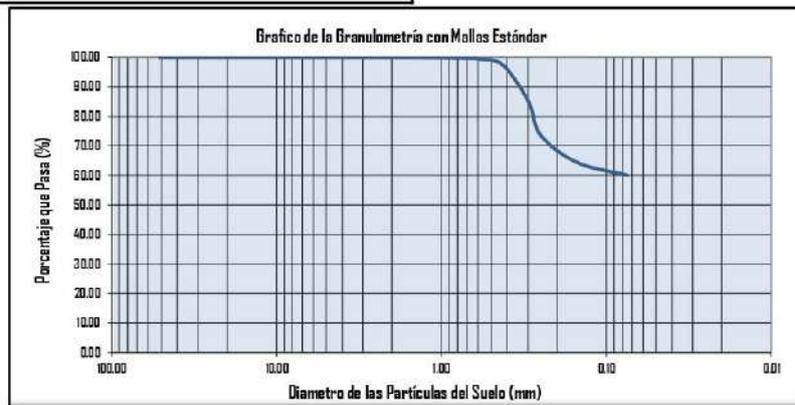
CALICATA C-21 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** IZQ
PROG 06+000.00

TAMIZ	Tamiz	Peso	Pasante	Retenido	Retenido
N°	(mm)	Retenido	(%)	acumul. (%)	parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 8	2.36	0.20	99.98	0.02	0.02
N° 10	2.00	0.20	99.97	0.03	0.02
N° 12	1.70	0.10	99.96	0.04	0.01
N° 16	1.10	0.90	99.88	0.12	0.08
N° 20	0.85	1.80	99.73	0.27	0.15
N° 30	0.59	4.80	99.33	0.67	0.40
N° 40	0.43	23.30	97.39	2.61	1.94
N° 50	0.30	148.70	85.00	15.00	12.39
N° 60	0.25	138.00	73.50	26.50	11.50
N° 100	0.15	110.40	64.30	35.70	9.20
N° 200	0.08	50.30	60.11	39.89	4.19
CAZOLETA	0.00	0.6		100.00	60.11
TOTAL		479.30			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	1200.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	479.30 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	550.00 gr
Peso de la muestra Seca	486.90 gr
Humedad Natural	12.96 %

Pasa tamiz N° 4 :	100.00 %
Pasa tamiz N° 200:	60.11 %
D60(díámetro efectivo):	mm
D30(díámetro efectivo):	mm
D10 (díámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-21 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-2 LADO IZQ
PROG 06+000.00

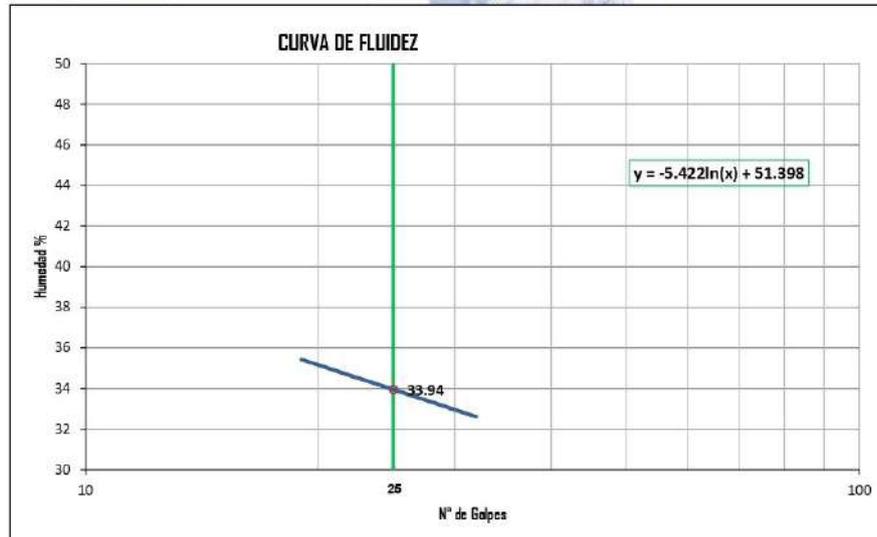
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	19	25	32
S. Humedo + Tarro	49.19	47.66	54.34
S. seco + Tarro	43.30	42.34	48.11
Peso de Tarro	26.79	26.43	29.16
Peso del Agua	5.89	5.32	6.23
Peso de Suelo Seco	16.51	15.91	18.95
HUMEDAD %	35.68	33.44	32.88

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	17.90	17.98	17.60
S. seco + Tarro	16.67	16.73	16.47
Peso de Tarro	11.07	10.97	10.79
Peso del Agua	1.23	1.25	1.13
Peso de Suelo Seco	5.60	5.76	5.68
HUMEDAD %	21.96	21.70	19.89



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Limite líquido LL	33.94%	Cantidad de Grava	0.00
Limite plástico LP	21.19%	Cantidad de Arena	39.89
Ind. de Plasticidad IP	12.78%	Cant. de Limo-Arcilla	60.11
Material granular equivalente a:			39.89

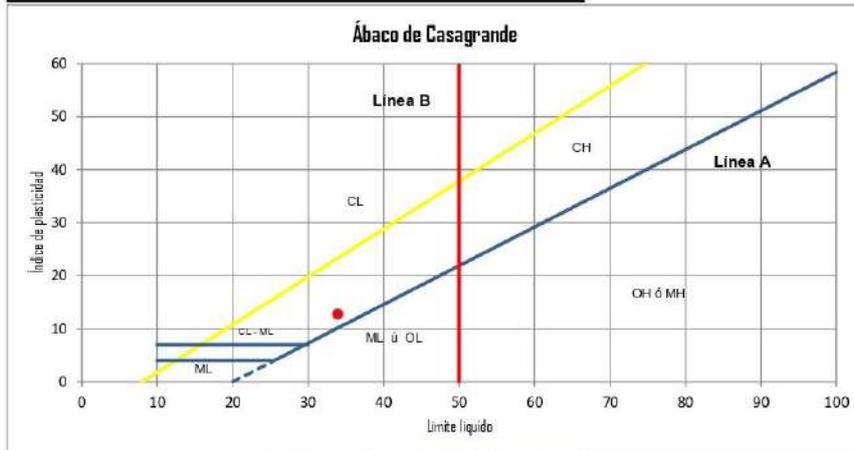


CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



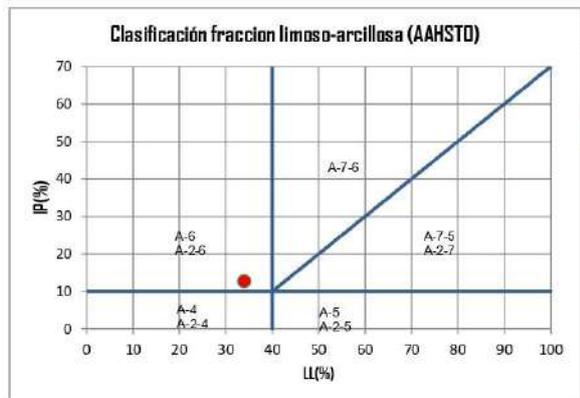
PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-21 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-2 LADO IZQ PROG 06+000.00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas finas
 Arcilla media plasticidad arenosa CL

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material limoso-arcilloso
 Pobre a malo como subgrado
A-6 Suelo arcilloso
 Valor del índice de grupo (IG): 6



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

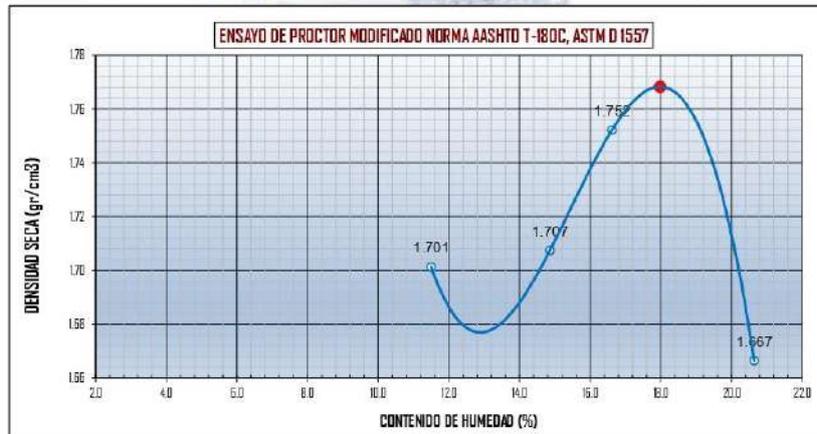
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-21 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** IZQ **PROG** 06+000.00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Peso Suelo H. + molde	gr	10528.00	10663.00	10836.00	10767.00				
Peso molde	gr	6535.00	6535.00	6535.00	6535.00				
Peso suelo Humedo	gr	3993.00	4128.00	4301.00	4232.00				
Volumen del molde	cm ³	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92				
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.90	1.96	2.04	2.01				
Nº de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	543.00	543.00	545.00	545.00	558.00	558.00	540.00	540.00
Peso del suelo S. + tara	gr	487.00	487.00	474.50	474.50	478.50	478.50	447.60	447.60
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	56.00	56.00	70.50	70.50	79.50	79.50	92.40	92.40
Peso del suelo seco	gr	487.00	487.00	474.50	474.50	478.50	478.50	447.60	447.60
Contenido de Humedad	%	11.50	11.50	14.86	14.86	16.61	16.61	20.64	20.64
Humedad Promedio	%		11.50	14.86		16.61		20.64	
Densidad suelo seco	gr/cm ³		1.701	1.707		1.752		1.667	



Densidad Máxima Seca :	1.77 gr/cm ³
Humedad Optima :	17.98%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022 **LADO** IZQ

CALICATA C-21 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **PROG** 06+000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

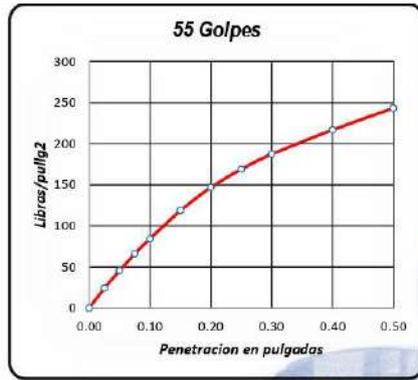
Nº DE GOLPES	CONDICION		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
			S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
	Peso del molde + suelo humedo	gr.	11427.00	11517.00	12603.00	12773.00	12427.00	12517.00
	Peso del molde	gr.	7108.00	7108.00	8335.00	8335.00	8551.00	8551.00
	Peso del suelo humedo	gr.	4319.00	4409.00	4268.00	4438.00	3876.00	3966.00
	Volumen del suelo	cm ³ .	3202.74	3202.74	3181.70	3181.70	3173.31	3173.31
	Densidad humeda	gr/cc	1.35	1.38	1.34	1.39	1.22	1.25
	Humedad	%	17.539		20.355		22.636	
	Densidad seca	gr/cc	1.147		1.115		0.996	
	Peso tara + suelo humedo	gr.	531.00	530.00	529.00	544.00	515.00	538.00
	Peso tara + suelo seco	gr.	444.60	458.30	434.40	457.40	418.70	440.00
	Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Peso del agua	gr.	86.40	71.70	94.60	86.60	96.30	98.00
	Peso de los solidos	gr.	444.60	458.30	434.40	457.40	418.70	440.00
	humedad	%	19.43	15.64	21.78	18.93	23.00	22.27
	Promedio de humedad	%	17.539		20.355		22.636	

EXPANSION

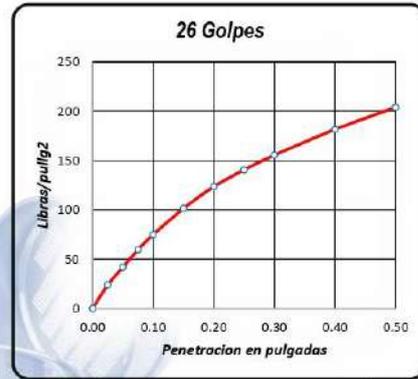
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansion (55)		Lectura Dial	Expansion (26)		Lectura Dial	Expansion (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/02/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
10/02/2021	08:30	24	0.27	6.8580	3.886%	0.35	8.8900	5.037%	0.41	10.4140	5.900%
11/02/2021	08:30	48	0.51	12.9540	7.339%	0.78	19.8120	11.225%	0.89	22.6060	12.808%
12/02/2021	08:30	72	0.82	20.8280	11.801%	0.9	22.8600	12.952%	0.97	24.6380	13.959%
13/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACION

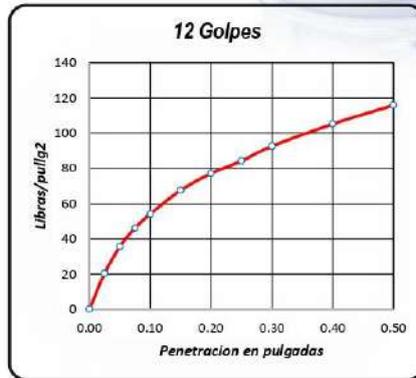
Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm		Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg x10	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064		34.7	76.50	24.35	34	74.96	23.86	29	63.93	20.35
1'	0.050	0.127		64.9	143.08	45.54	59.6	131.40	41.82	50.7	111.77	35.58
1' 30"	0.075	0.191		94.4	208.12	66.25	85	187.39	59.65	65.7	144.84	46.11
2'	0.100	0.254		120.4	265.44	84.49	106.6	235.01	74.81	77	169.76	54.03
3'	0.150	0.381		169.1	372.80	118.67	144.5	318.57	101.40	96.3	212.30	67.58
4'	0.200	0.508		209.3	461.43	146.88	176.1	388.23	123.58	109.8	242.07	77.05
5'	0.250	0.635		240.8	530.87	168.98	200.3	441.59	140.56	120	264.55	84.21
6'	0.300	0.762		267	588.63	187.37	221.6	488.54	155.51	131.9	290.79	92.56
8'	0.400	1.016		308.9	681.01	216.77	258.7	570.34	181.54	149.9	330.47	106.19
10'	0.500	1.270		346.9	764.78	243.44	290.7	640.88	204.00	165.2	364.20	115.93



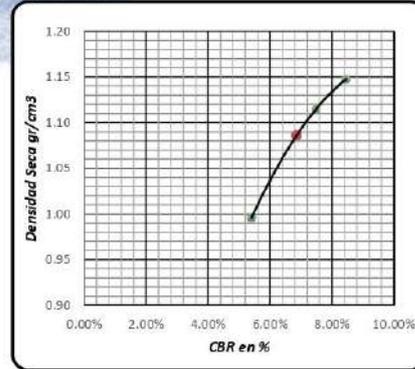
Densidad Seca	1.147 gr/cm ³
CBR a 0.1"	8.45%
CBR a 0.2"	9.79%



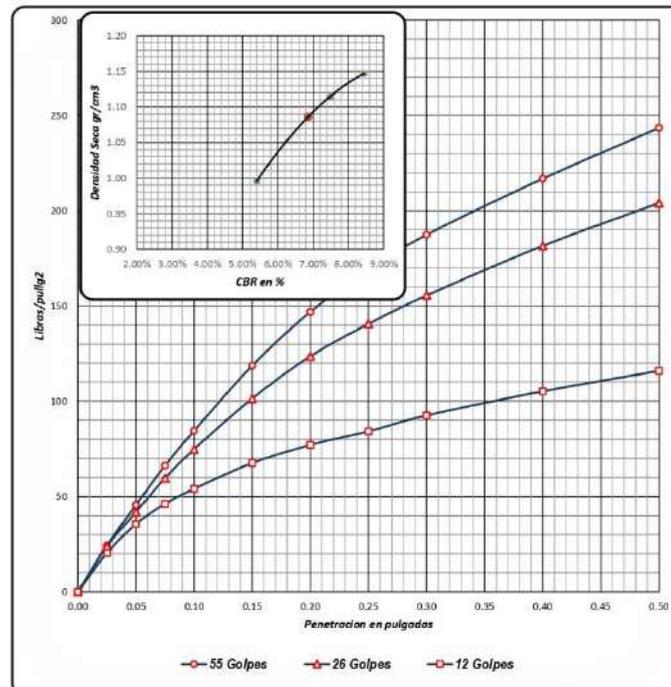
Densidad Seca	1.115 gr/cm ³
CBR a 0.1"	7.48%
CBR a 0.2"	8.24%



Densidad Seca	0.996 gr/cm ³
CBR a 0.1"	5.40%
CBR a 0.2"	5.14%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	8.45%	1.147 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	7.48%	1.115 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	5.40%	0.996 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		8.45%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		6.86%



55 GOLPES		26 GOLPES		12 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.15 gr/cm ³	Densidad	1.115 gr/cm ³	Densidad se	0.996 gr/cm ³	CBR al 100% Demax	8.45%
CBR a 0.1"	8.45%	CBR a 0.1"	7.48%	CBR a 0.1"	5.40%	CBR al 95% Demax	6.86%
CBR a 0.2"	9.79%	CBR a 0.2"	8.24%	CBR a 0.2"	5.14%		

Calicata N°7 – Progresiva 07+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA – REGIÓN LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

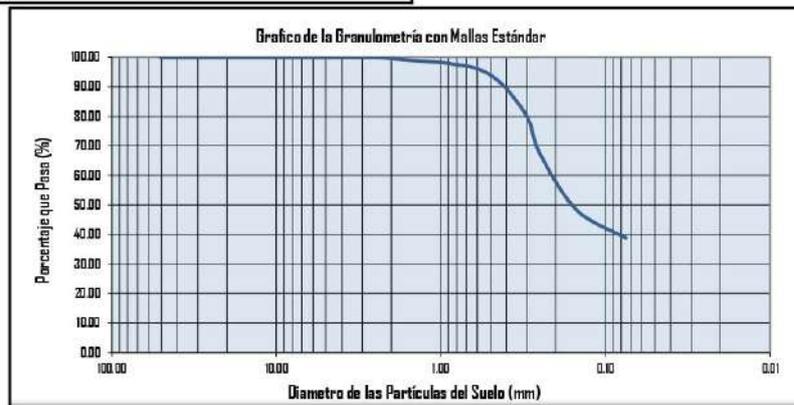
CALICATA C-25 **PROF:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** DER **PROG** 07-000.00

TAMIZ	Tamiz	Peso	Pasante	Retenido	Retenido
Nº	(mm)	Retenido	(%)	acumul. (%)	parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
Nº 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
Nº 8	2.36	0.10	99.99	0.01	0.01
Nº 10	2.00	4.60	99.57	0.43	0.42
Nº 12	1.70	4.20	99.18	0.82	0.39
Nº 16	1.10	8.30	98.42	1.58	0.76
Nº 20	0.85	7.30	97.75	2.25	0.67
Nº 30	0.59	19.80	95.94	4.06	1.82
Nº 40	0.43	55.10	90.88	9.12	5.06
Nº 50	0.30	124.40	79.47	20.53	11.41
Nº 60	0.25	132.50	67.31	32.69	12.16
Nº 100	0.15	206.60	48.36	51.64	18.95
Nº 200	0.08	105.00	38.72	61.28	9.63
CAZOLETA	0.00	2.8		100.00	38.72
TOTAL		670.70			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	1090.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	670.70 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	529.00 gr
Peso de la muestra Seca	454.60 gr
Humedad Natural	16.37 %

Pasa tamiz Nº 4 :	100.00 %
Pasa tamiz Nº 200:	38.72 %
D60(díámetro efectivo):	0.21 mm
D30(díámetro efectivo):	mm
D10 (díámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGIÓN LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-25 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-2 LADO DER PROG 07-000.00

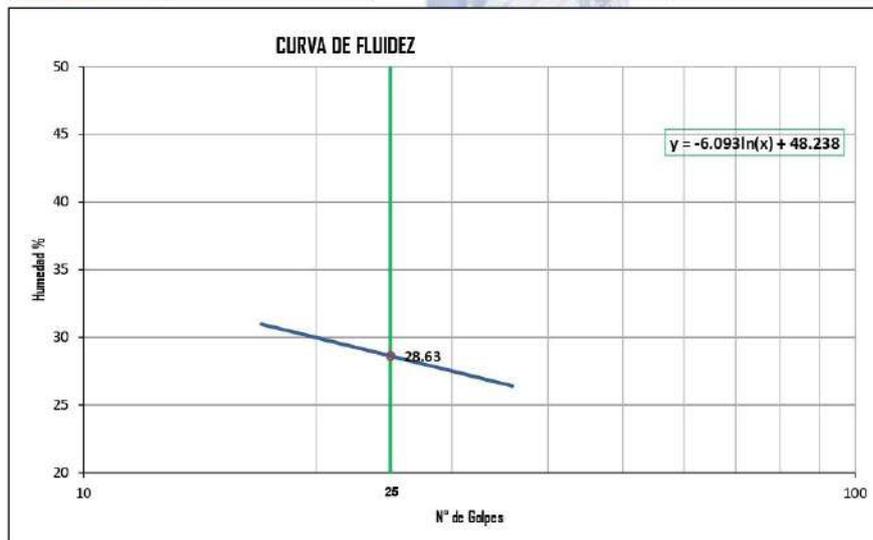
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	17	27	36
S. Humedo + Tarro	13.14	13.68	14.29
S. seco + Tarro	11.01	11.64	12.18
Peso de Tarro	4.18	4.25	4.29
Peso del Agua	2.13	2.04	2.11
Peso de Suelo Seco	6.83	7.39	7.89
HUMEDAD %	31.19	27.60	26.74

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	6.18	6.10	6.05
S. seco + Tarro	5.79	5.72	5.67
Peso de Tarro	4.32	4.31	4.18
Peso del Agua	0.39	0.38	0.38
Peso de Suelo Seco	1.47	1.41	1.49
HUMEDAD %	26.53	26.95	25.50



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Límite líquido LL	28.63%	Cantidad de Grava	0.00
Límite plástico LP	26.33%	Cantidad de Arena	61.28
Ind. de Plasticidad IP	2.30%	Cant. de Limo-Arcilla	38.72
Material granular equivalente a:			61.28

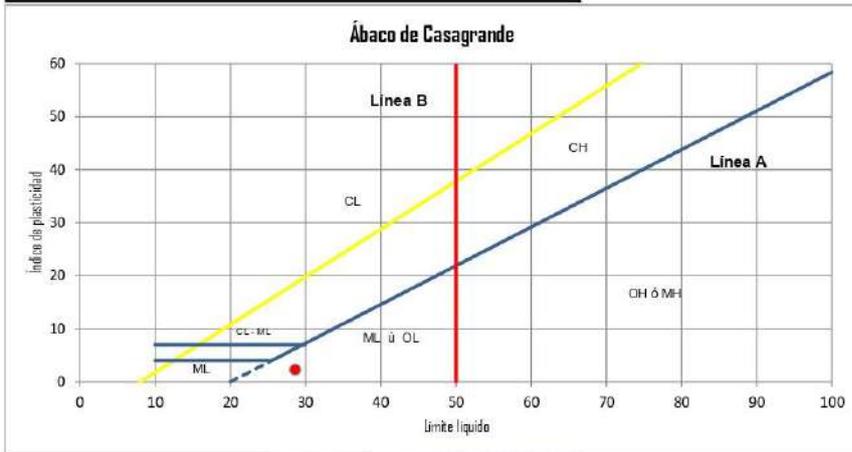


CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA – REGIÓN LORETO
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-25 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** DER **PROG** 07+000.00

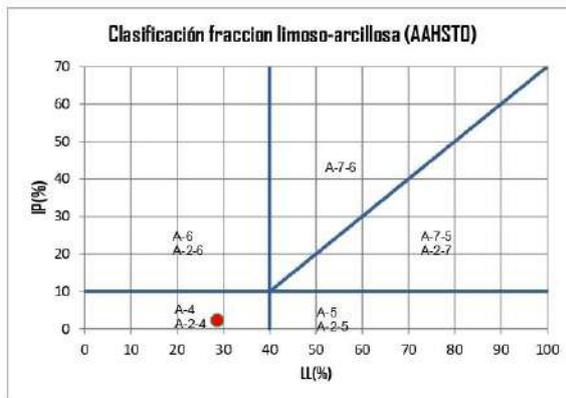
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)
Arena limosa SM

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material limoso-arcilloso
 Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA – REGIÓN LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-25 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** DER **PROG** 07-000.00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Peso Suelo H. + molde	gr	10328.50	10694.80	10739.80	10513.00				
Peso molde	gr	6535.00	6535.00	6535.00	6535.00				
Peso suelo Humedo	gr	3793.50	4159.80	4204.80	3978.00				
Volumen del molde	cm ³	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92				
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.80	1.98	2.00	1.89				
N° de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinacion		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	507.40	507.40	523.90	523.90	502.30	502.30	514.80	514.80
Peso del suelo S. + tara	gr	447.80	447.80	453.10	453.10	427.20	427.20	431.50	431.50
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	59.60	59.60	70.80	70.80	75.10	75.10	83.30	83.30
Peso del suelo seco	gr	447.80	447.80	453.10	453.10	427.20	427.20	431.50	431.50
Contenido de Humedad	%	13.31	13.31	15.63	15.63	17.58	17.58	19.30	19.30
Humedad Promedio	%	13.31	15.63	17.58	19.30				
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.591	1.709	1.699	1.584				



Densidad Maxima Seca :	1.72 gr/cm ³
Humedad Optima :	16.45%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-25 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** DER **PROG** 07-000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

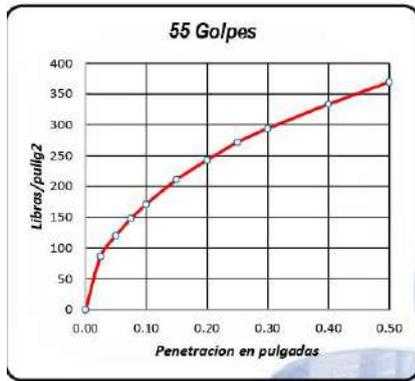
N° DE GOLPES	CONDICION		MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
			Si/Sumerg	Sumerg.	Si/Sumerg	Sumerg.	Si/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.	11872.00	12026.00	12387.00	12589.30	12793.80	13046.50	
Peso del molde	gr.	7906.00	7906.00	8385.00	8385.00	8906.00	8906.00	
Peso del suelo humedo	gr.	3966.00	4120.00	4002.00	4204.30	3887.80	4140.50	
Volumen del suelo	cm ³ .	2112.18	2112.18	2114.96	2114.96	2109.50	2109.50	
Densidad humeda	gr/cc	1.88	1.95	1.89	1.99	1.84	1.96	
Humedad	%	28.443		32.159		36.016		
Densidad seca	gr/cc	1.462		1.432		1.355		
Peso tara + suelo humedo	gr.	507.50	505.80	512.30	510.80	517.00	515.80	
Peso tara + suelo seco	gr.	378.90	411.40	369.30	406.70	359.80	401.90	
Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del agua	gr.	128.60	94.40	143.00	104.10	157.20	113.90	
Peso de los solidos	gr.	378.90	411.40	369.30	406.70	359.80	401.90	
humedad	%	33.94	22.95	38.72	25.60	43.69	28.34	
Promedio de humedad	%	28.443		32.159		36.016		

EXPANSION

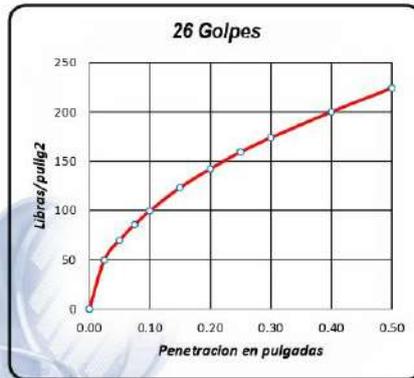
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/02/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
10/02/2021	08:30	24	0.81	20.5740	17.675%	0.78	19.8120	17.021%	0.74	18.7960	16.189%
11/02/2021	08:30	48	1.4	35.5600	30.550%	2.67	67.8180	58.263%	3.97	100.8380	86.854%
12/02/2021	08:30	72	1.48	37.5920	32.296%	2.86	72.6440	62.409%	4.25	107.9500	92.980%
13/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACION

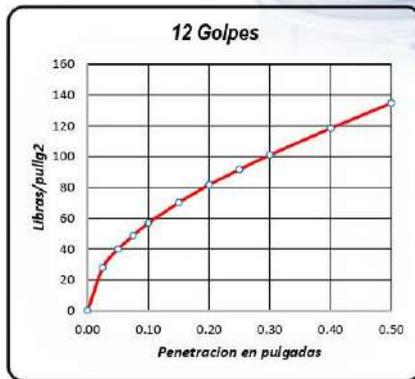
PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
Tiempo	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg x10	Libras	Lib/pul ²
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064	122.7	270.51	86.11	70.7	155.87	49.61	39.6	87.30	27.79
1'	0.050	0.127	170.9	376.77	119.93	99.3	218.92	69.68	56.7	125.00	39.79
1' 30"	0.075	0.191	210.5	464.07	147.72	122	268.96	85.61	69.3	152.78	48.63
2'	0.100	0.254	243.8	537.49	171.09	141.8	312.62	99.51	80.9	178.35	56.77
3'	0.150	0.381	300.9	663.37	211.16	175.4	386.69	123.09	99.9	220.24	70.11
4'	0.200	0.508	345.5	761.70	242.46	202.4	446.22	142.03	116.4	256.62	81.68
5'	0.250	0.635	386.9	852.97	271.51	226.8	500.01	159.16	130.5	287.70	91.58
6'	0.300	0.762	419	923.74	294.03	247.5	545.64	173.68	144	317.47	101.05
8'	0.400	1.016	475.1	1047.41	333.40	284.9	628.10	199.93	168.6	371.70	118.32
10'	0.500	1.270	526.5	1160.73	369.47	319.4	704.16	224.14	192	423.29	134.74



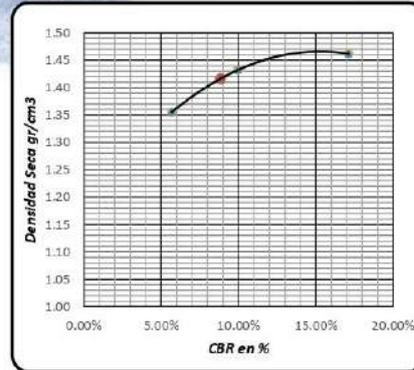
Densidad Seca	1.462 gr/cm3
CBR a 0.1"	17.11%
CBR a 0.2"	16.16%



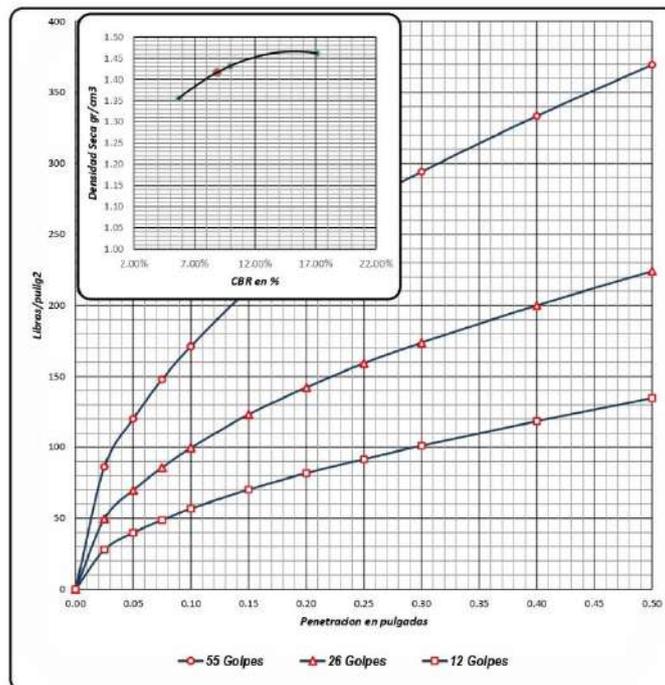
Densidad Seca	1.432 gr/cm3
CBR a 0.1"	9.95%
CBR a 0.2"	9.47%



Densidad Seca	1.355 gr/cm3
CBR a 0.1"	5.68%
CBR a 0.2"	5.45%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	17.11%	1.462 gr/cm3
CBR con 26 Golpes	9.95%	1.432 gr/cm3
CBR con 12 Golpes	5.68%	1.355 gr/cm3
CBR al 100% de Densidad Seca máx.	17.11%	
CBR al 95% de Densidad Seca máx.	8.85%	



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.46 gr/cm3	Densidad	1.432 gr/cm3	Densidad se	1.355 gr/cm3	CBR al 100% Densax	17.11%
CBR a 0.1"	17.11%	CBR a 0.1"	9.95%	CBR a 0.1"	5.68%	CBR al 95% Densax	8.85%
CBR a 0.2"	16.16%	CBR a 0.2"	9.47%	CBR a 0.2"	5.45%		

Calicata N°8 – Progresiva 08+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

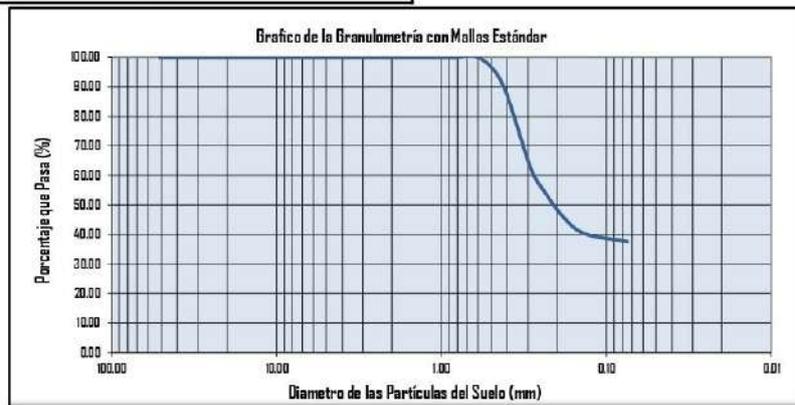
CALICATA C-29 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER **PROG** 06+000.00

TAMIZ	Tamiz	Peso	Pasante	Retenido	Retenido
N°	(mm)	Retenido	(%)	acumul. (%)	parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 8	2.36	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 12	1.70	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 16	1.10	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 20	0.85	0.30	99.97	0.03	0.03
N° 30	0.59	1.50	99.80	0.20	0.17
N° 40	0.43	81.80	90.71	9.29	9.09
N° 50	0.30	236.20	64.47	35.53	26.24
N° 60	0.25	74.60	56.18	43.82	8.29
N° 100	0.15	132.10	41.50	58.50	14.68
N° 200	0.08	35.80	37.52	62.48	3.98
CAZOLETA	0.00	2.0		100.00	37.52
TOTAL		564.30			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	900.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	564.30 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	530.00 gr
Peso de la muestra Seca	448.00 gr
Humedad Natural	18.30 %

Pasa tamiz N° 4 :	100.00 %
Pasa tamiz N° 200:	37.52 %
D60(díámetro efectivo):	0.27 mm
D30(díámetro efectivo):	mm
D10 (díámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-29 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER
PROG 08+000.00

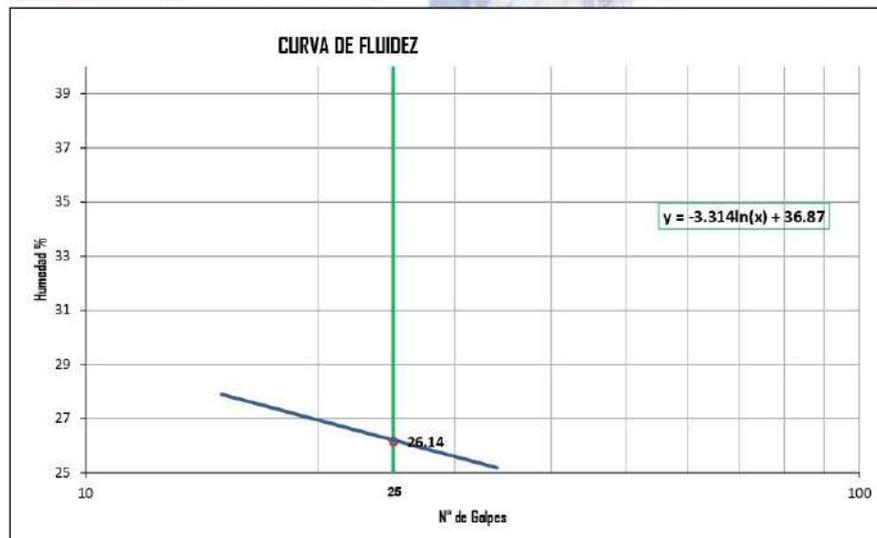
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	15	22	34
S. Humedo + Tarro	46.54	51.85	44.28
S. seco + Tarro	41.40	46.02	40.12
Peso de Tarro	23.19	23.60	23.79
Peso del Agua	5.14	5.83	4.16
Peso de Suelo Seco	18.21	22.42	16.33
HUMEDAD %	28.23	26.00	25.47

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	14.25	14.90	15.07
S. seco + Tarro	13.64	14.31	14.46
Peso de Tarro	10.74	11.29	11.28
Peso del Agua	0.61	0.59	0.61
Peso de Suelo Seco	2.90	3.02	3.18
HUMEDAD %	21.03	19.54	19.18



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Limite líquido LL	26.14%	Cantidad de Grava	0.00
Limite plástico LP	19.92%	Cantidad de Arena	62.48
Ind. de Plasticidad IP	6.23%	Cant. de Limo-Arcilla	37.52
Material granular equivalente a:			62.48

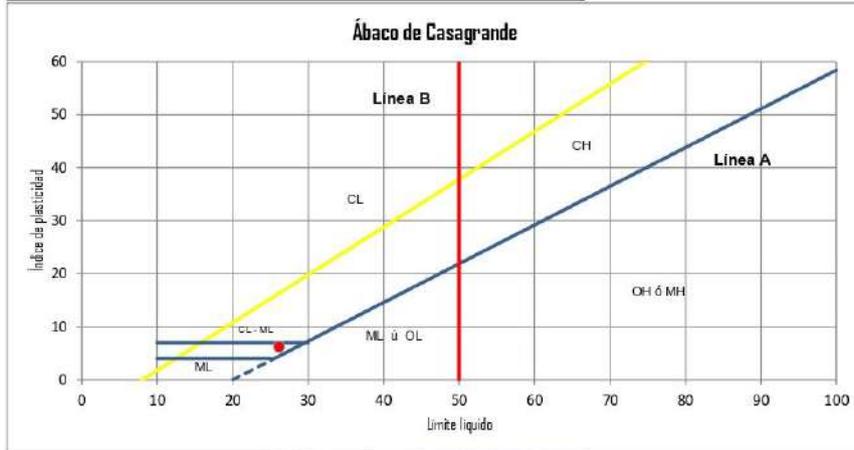


CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-29 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 08+000.00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

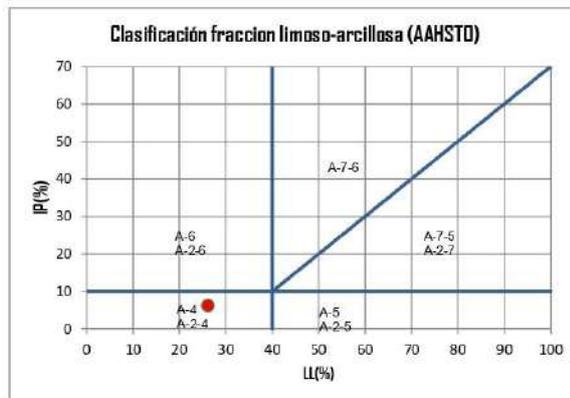


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Arena arcilloso-limosa SC-SM

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material limoso-arcilloso

Pobre a malo como subgrado

A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG): 0



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

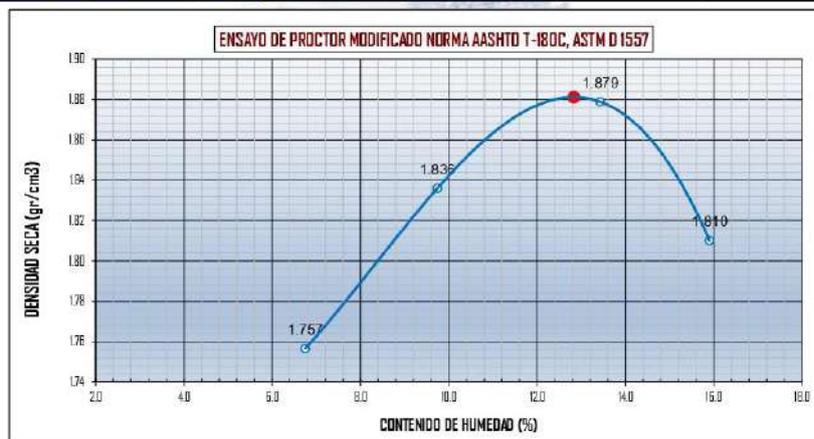
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-29 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** DER **PROG** 08+000.00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Peso Suelo H. + molde	gr	10482.00		10776.00		11021.00		10951.00	
Peso molde	gr	6535.00		6535.00		6535.00		6535.00	
Peso suelo Humedo	gr	3947.00		4241.00		4486.00		4416.00	
Volumen del molde	cm ³	2104.92		2104.92		2104.92		2104.92	
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.88		2.01		2.13		2.10	
Nº de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	552.00	552.00	542.00	542.00	534.00	534.00	551.00	551.00
Peso del suelo S. + tara	gr	517.10	517.10	493.90	493.90	470.80	470.80	475.40	475.40
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	34.90	34.90	48.10	48.10	63.20	63.20	75.60	75.60
Peso del suelo seco	gr	517.10	517.10	493.90	493.90	470.80	470.80	475.40	475.40
Contenido de Humedad	%	6.75	6.75	9.74	9.74	13.42	13.42	15.90	15.90
Humedad Promedio	%	6.75		9.74		13.42		15.90	
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.757		1.836		1.879		1.810	



Densidad Maxima Seca :	1.88 gr/cm ³
Humedad Optima :	12.83%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-29 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO DER PROG 08+000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

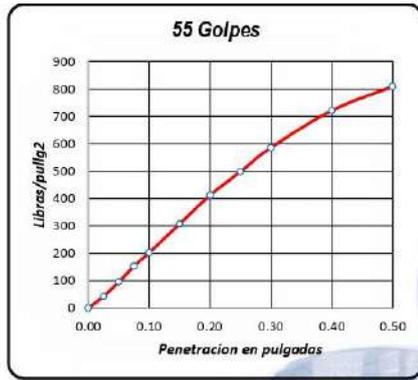
N° DE GOLPES	CONDICION	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12		
		S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	
	Peso del molde + suelo humedo	gr.	12600.00	12667.00	12484.00	12619.00	11962.00	12218.00
	Peso del molde	gr.	8093.00	8093.00	8140.00	8140.00	7906.00	7906.00
	Peso del suelo humedo	gr.	4507.00	4574.00	4344.00	4479.00	4066.00	4312.00
	Volumen del suelo	cm3.	2112.18	2112.18	2112.18	2112.18	2112.18	2112.18
	Densidad humeda	gr/cc	2.13	2.17	2.06	2.12	1.92	2.04
	Humedad	%	14.321		16.433		19.570	
	Densidad seca	gr/cc	1.867		1.766		1.606	
	Peso tara + suelo humedo	gr.	535.00	530.00	542.00	551.00	543.00	533.00
	Peso tara + suelo seco	gr.	464.80	466.80	461.00	477.90	446.70	453.30
	Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Peso del agua	gr.	70.20	63.20	81.00	73.10	96.30	79.70
	Peso de los solidos	gr.	464.80	466.80	461.00	477.90	446.70	453.30
	humedad	%	15.10	13.54	17.57	15.30	21.56	17.58
	Promedio de humedad	%	14.321		16.433		19.570	

EXPANSION

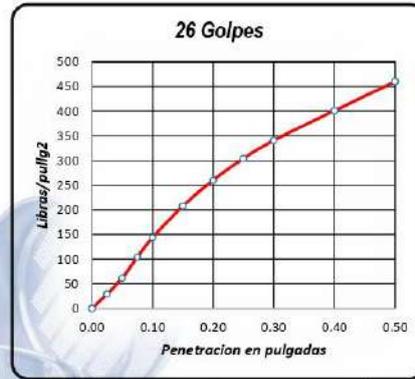
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansion (55)		Lectura Dial	Expansion (26)		Lectura Dial	Expansion (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/01/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
29/01/2021	08:30	24	0.35	8.8900	7.637%	0.6	15.2400	13.093%	0.85	21.5900	18.548%
30/01/2021	08:30	48	0.4	10.1600	8.729%	0.61	15.4940	13.311%	0.85	21.5900	18.548%
31/01/2021	08:30	72	0.4	10.1600	8.729%	0.61	15.4940	13.311%	0.86	21.8440	18.766%
1/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACION

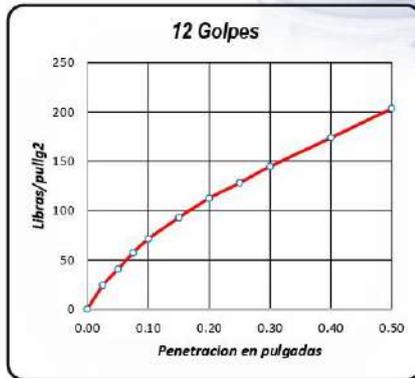
Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm		Kg	Libras	Lib/pul2	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg x10	Libras	Lib/pul2
0	0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
30"	0.025	0.064		61.5	135.58	43.16	41.4	91.27	29.06	34.2	75.40	24.00
1'	0.050	0.127		136.3	300.49	95.65	88	194.01	61.75	57.6	126.99	40.42
1' 30"	0.075	0.191		217.7	479.95	152.77	148.5	327.39	104.21	81.4	179.46	57.12
2'	0.100	0.254		288.3	635.59	202.32	204.7	451.29	143.65	101.5	223.77	71.23
3'	0.150	0.381		438.2	966.06	307.51	295.6	651.69	207.44	132.3	291.67	92.84
4'	0.200	0.508		586.8	1293.67	411.79	370.8	817.47	260.21	160.4	353.62	112.56
5'	0.250	0.635		710.6	1566.60	498.67	433.4	955.48	304.14	182.5	402.34	128.07
6'	0.300	0.762		834.8	1840.42	585.82	485.7	1070.78	340.84	206.2	454.59	144.70
8'	0.400	1.016		1027.6	2265.47	721.12	571.6	1260.16	401.12	247.7	546.08	173.82
10'	0.500	1.270		1153.6	2543.25	809.54	655.6	1445.35	460.07	290.2	639.78	203.65



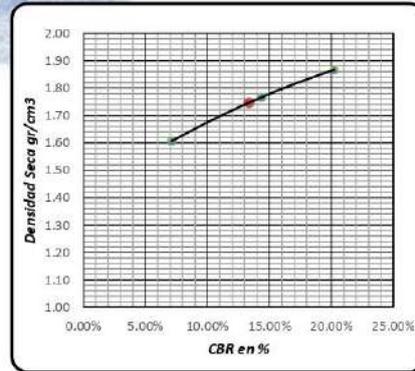
Densidad Seca	1.867 gr/cm3
CBR a 0.1"	20.23%
CBR a 0.2"	27.45%



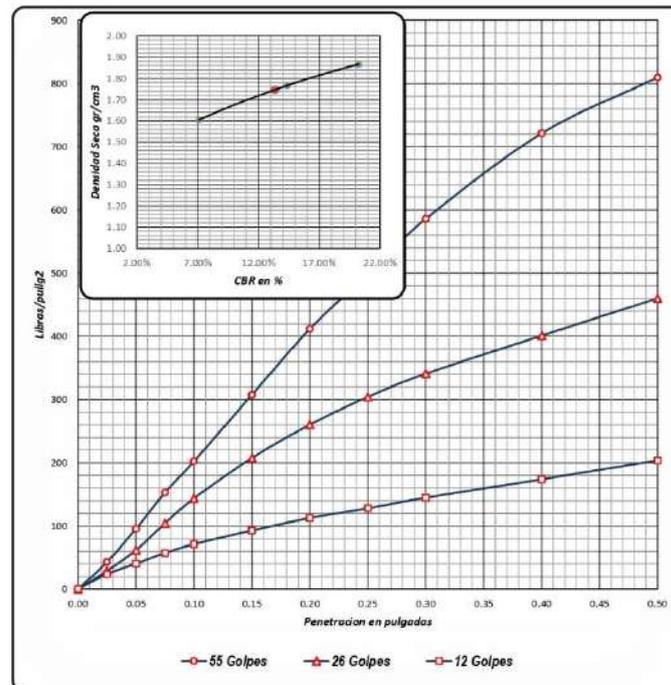
Densidad Seca	1.766 gr/cm3
CBR a 0.1"	14.36%
CBR a 0.2"	17.35%



Densidad Seca	1.606 gr/cm3
CBR a 0.1"	7.12%
CBR a 0.2"	7.50%



Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	20.23%	1.867 gr/cm3
CBR con 26 Golpes	14.36%	1.766 gr/cm3
CBR con 12 Golpes	7.12%	1.606 gr/cm3
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		20.23%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		13.35%



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.87 gr/cm3	Densidad	1.766 gr/cm3	Densidad se	1.606 gr/cm3	CBR al 100% Dsmax	20.23%
CBR a 0.1"	20.23%	CBR a 0.1"	14.36%	CBR a 0.1"	7.12%	CBR al 95% Dsmax	13.35%
CBR a 0.2"	27.45%	CBR a 0.2"	17.35%	CBR a 0.2"	7.50%		

Calicata N°9 – Progresiva 09+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



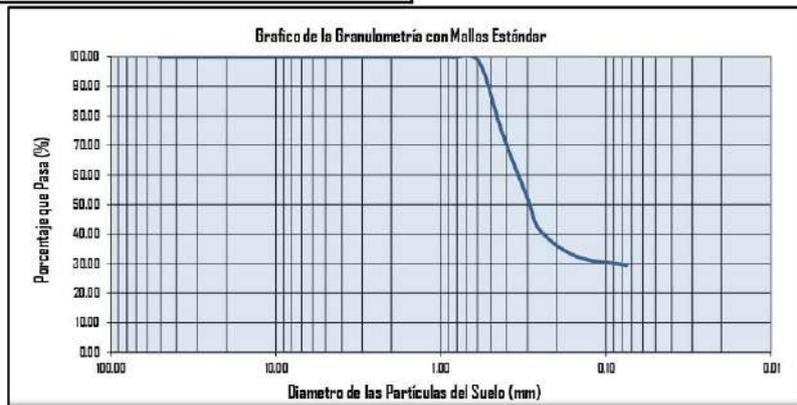
PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-33 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO IZQ PROG 09+000.00

TAMIZ N°	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumul. (%)	Retenido parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 8	2.36	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 12	1.70	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 16	1.10	0.20	99.98	0.02	0.02
N° 20	0.85	0.50	99.93	0.07	0.05
N° 30	0.59	15.60	98.37	1.63	1.56
N° 40	0.43	242.50	74.12	25.88	24.25
N° 50	0.30	224.90	51.63	48.37	22.49
N° 60	0.25	105.20	41.11	58.89	10.52
N° 100	0.15	87.80	32.33	67.67	8.78
N° 200	0.08	28.00	29.53	70.47	2.80
CAZOLETA	0.00	0.50		100.00	29.53
TOTAL		705.20			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	1000.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	705.20 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	555.00 gr
Peso de la muestra Seca	458.80 gr
Humedad Natural	20.97 %

Pasa tamiz N° 4 :	100.00 %
Pasa tamiz N° 200:	29.53 %
D60(díametro efectivo):	0.34 mm
D30(díametro efectivo):	0.09 mm
D10 (díametro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-33 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** IZQ **PROG** 09+000.00

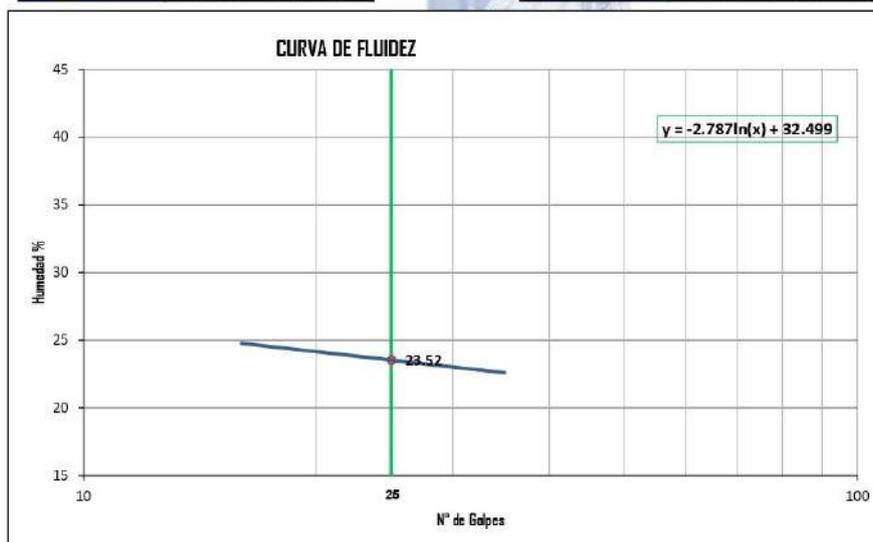
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	16	22	35
S. Humedo + Tarro	52.75	50.95	51.97
S. seco + Tarro	46.88	45.68	46.68
Peso de Tarro	23.34	23.36	23.38
Peso del Agua	5.87	5.27	5.29
Peso de Suelo Seco	23.54	22.32	23.30
HUMEDAD %	24.94	23.61	22.70

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECÍMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	20.32	20.22	19.11
S. seco + Tarro	19.57	19.52	18.55
Peso de Tarro	15.94	16.08	15.74
Peso del Agua	0.75	0.70	0.56
Peso de Suelo Seco	3.63	3.44	2.81
HUMEDAD %	20.66	20.35	19.93



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Limite liquido LL	23.52%	Cantidad de Grava	0.00
Limite plastico LP	20.31%	Cantidad de Arena	70.47
Ind. de Plasticidad IP	3.21%	Cant. de Limo-Arcilla	29.53
Material granular equivalente a:			70.47



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

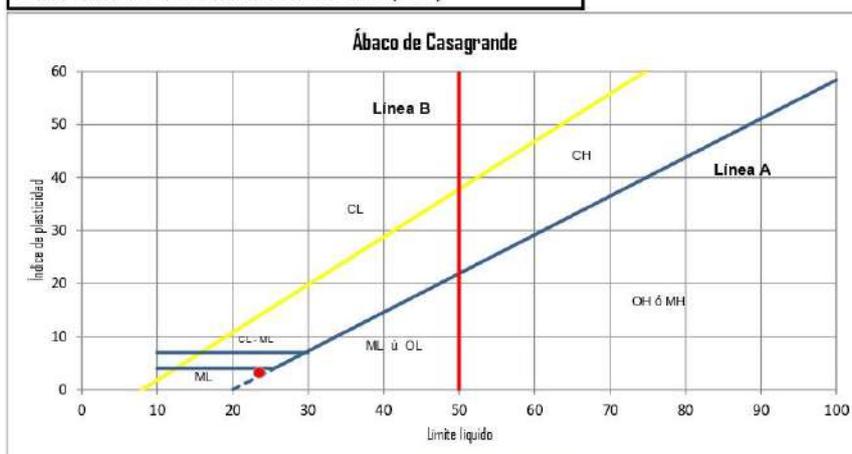
UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-33 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** IZQ **PROG** 09+000.00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

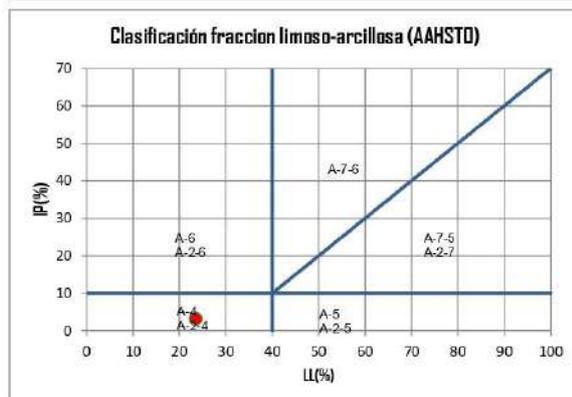


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Arena limosa SM

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa

Valor del índice de grupo (IG):



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

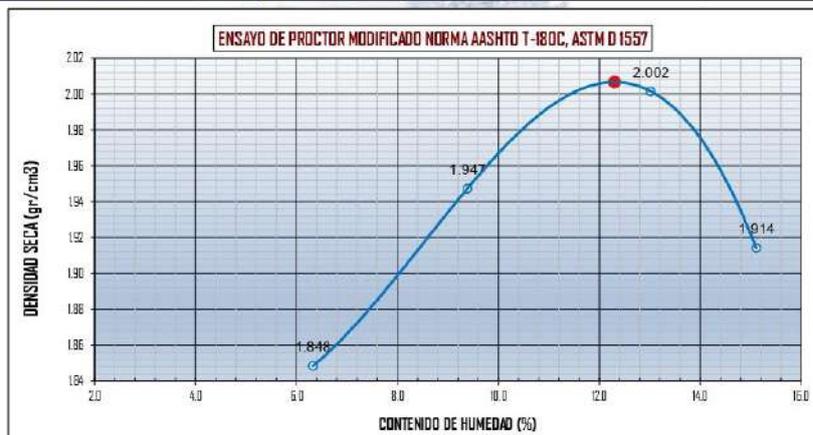
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-33 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-1 **LADO** IZQ **PROG** 09+000.00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Peso Suelo H. + molde	gr	10672.00	11019.00	11297.00	11173.00				
Peso molde	gr	6535.00	6535.00	6535.00	6535.00				
Peso suelo Humedo	gr	4137.00	4484.00	4762.00	4638.00				
Volumen del molde	cm ³	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92				
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.97	2.13	2.26	2.20				
Nº de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	553.00	553.00	543.00	543.00	539.00	539.00	566.00	566.00
Peso del suelo S. + tara	gr	520.10	520.10	496.40	496.40	476.90	476.90	491.70	491.70
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	32.90	32.90	46.60	46.60	62.10	62.10	74.30	74.30
Peso del suelo seco	gr	520.10	520.10	496.40	496.40	476.90	476.90	491.70	491.70
Contenido de Humedad	%	6.33	6.33	9.39	9.39	13.02	13.02	15.11	15.11
Humedad Promedio	%		6.33		9.39		13.02		15.11
Densidad suelo seco	gr/cm ³		1.848		1.947		2.002		1.914



Densidad Máxima Seca :	2.01 gr/cm ³
Humedad Optima :	12.30%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-33 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO IZQ
PROG 09+000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

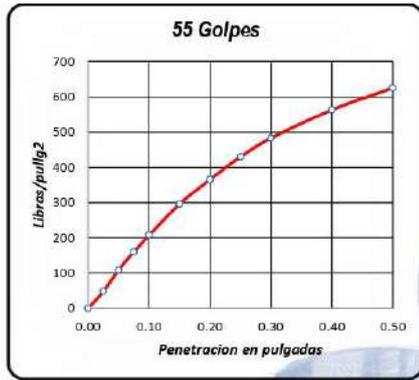
N° DE GOLPES	CONDICION	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
		S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.	12953.00	13081.00	12976.00	13007.00	12609.00	12786.00
Peso del molde	gr.	8494.00	8494.00	8585.00	8585.00	8474.00	8474.00
Peso del suelo humedo	gr.	4459.00	4587.00	4391.00	4422.00	4135.00	4312.00
Volumen del suelo	cm ³ .	3211.81	3211.81	3211.81	3211.81	3211.81	3211.81
Densidad humeda	gr/cc	1.39	1.43	1.37	1.38	1.29	1.34
Humedad	%	12.348		13.222		15.157	
Densidad seca	gr/cc	1.236		1.207		1.118	
Peso tara + suelo humedo	gr.	547.00	528.00	542.00	530.00	533.00	539.00
Peso tara + suelo seco	gr.	485.10	471.70	478.10	468.70	462.90	468.00
Peso de la tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.	61.90	56.30	63.90	61.30	70.10	71.00
Peso de los solidos	gr.	485.10	471.70	478.10	468.70	462.90	468.00
humedad	%	12.76	11.94	13.37	13.08	15.14	15.17
Promedio de humedad	%	12.348		13.222		15.157	

EXPANSION

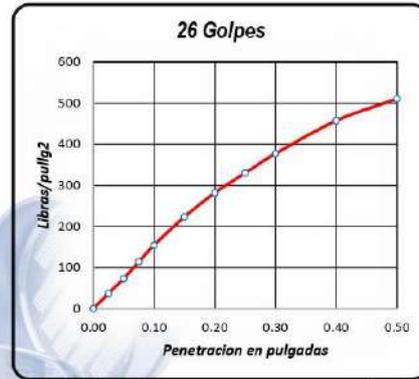
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/02/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
14/02/2021	08:30	24	0.1	2.5400	1.435%	0.15	3.8100	2.153%	0.18	4.5720	2.583%
15/02/2021	08:30	48	0.15	3.8100	2.153%	0.18	4.5720	2.583%	0.2	5.0800	2.870%
16/02/2021	08:30	72	0.18	4.5720	2.583%	0.2	5.0800	2.870%	0.23	5.8420	3.301%
17/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACION

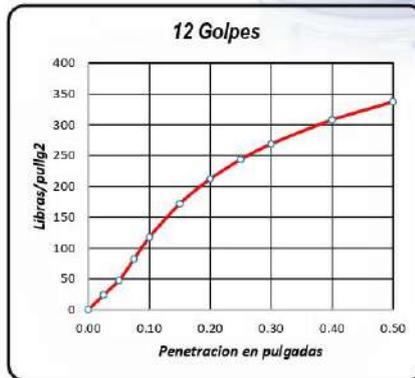
Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg	Libras	Lib/pul ²	Kg x10	Libras	Lib/pul ²	
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30"	0.025	0.064	68.9	151.90	48.35	52.7	116.18	36.98	33.8	74.52	23.72	
1'	0.050	0.127	154.8	341.28	108.63	104.2	229.72	73.12	67.3	148.37	47.23	
1' 30"	0.075	0.191	228.2	503.09	160.14	162.6	358.47	114.10	116.8	257.50	81.96	
2'	0.100	0.254	295.7	651.91	207.51	220	485.02	154.39	167	368.17	117.19	
3'	0.150	0.381	421.6	929.47	295.86	318	701.07	223.16	244.7	539.47	171.72	
4'	0.200	0.508	520.7	1147.95	365.40	401.1	884.27	281.47	302.1	666.02	212.00	
5'	0.250	0.635	612.3	1349.89	429.68	470.1	1036.39	329.89	347	765.00	243.51	
6'	0.300	0.762	688.4	1517.66	483.09	537.3	1184.54	377.05	382.8	843.93	268.53	
8'	0.400	1.016	802.3	1768.77	563.02	651.4	1436.09	457.12	438.6	966.95	307.79	
10'	0.500	1.270	891.4	1965.20	625.54	727.3	1603.42	510.38	480.3	1058.88	337.05	



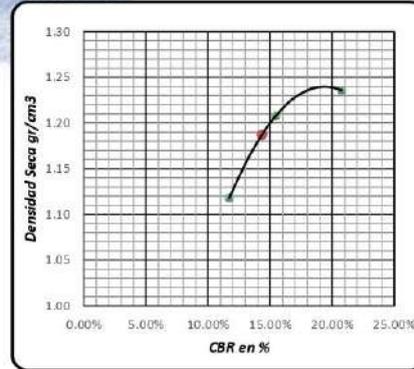
Densidad Seca	1.236 gr/cm ³
CBR a 0.1"	20.75%
CBR a 0.2"	24.38%



Densidad Seca	1.207 gr/cm ³
CBR a 0.1"	15.44%
CBR a 0.2"	18.76%



Densidad Seca	1.118 gr/cm ³
CBR a 0.1"	11.72%
CBR a 0.2"	14.13%



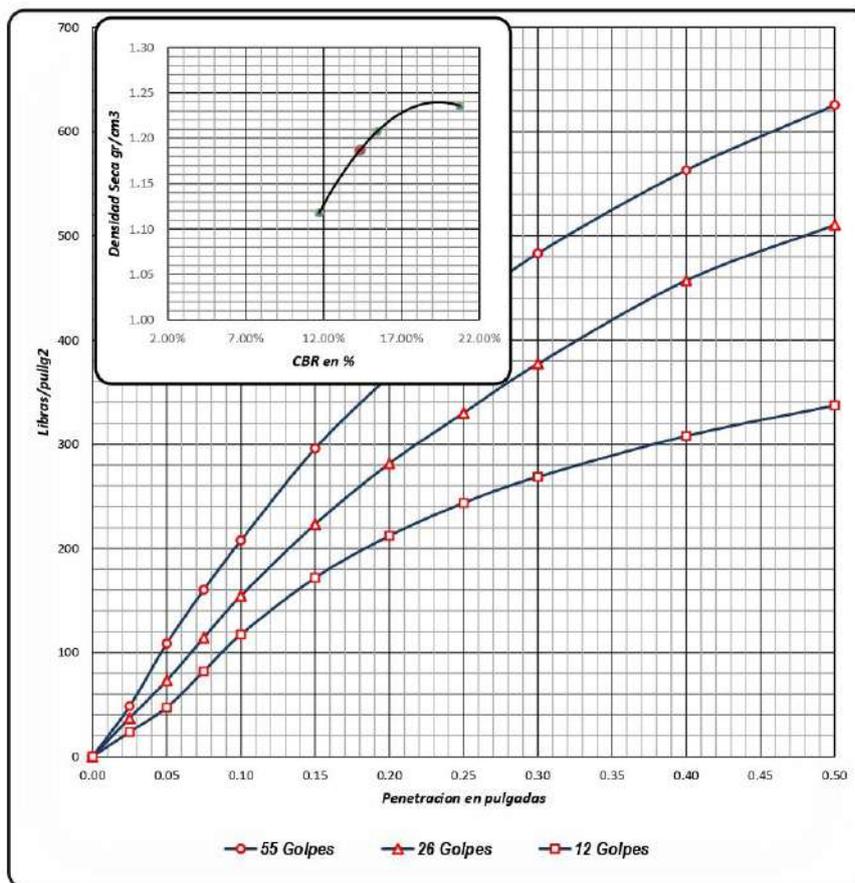
Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	20.75%	1.236 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	15.44%	1.207 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	11.72%	1.118 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		20.75%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		14.34%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-33 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-1 LADO IZQ PROG 09+000.00



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.24 gr/cm ³	Densidad	1.207 gr/cm ³	Densidad se	1.118 gr/cm ³	CBR al 100% D _{max}	20.75%
CBR a 0.1"	20.75%	CBR a 0.1"	15.44%	CBR a 0.1"	11.72%	CBR al 95% D _{max}	14.34%
CBR a 0.2"	24.36%	CBR a 0.2"	18.76%	CBR a 0.2"	14.13%		

Calicata N°10 – Progresiva 10+000 km



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

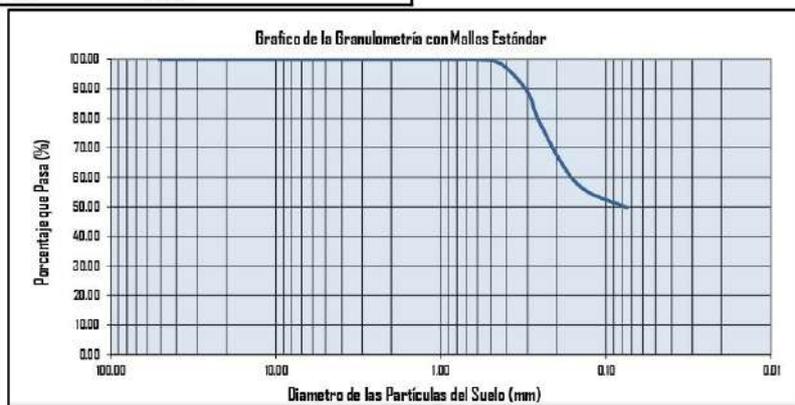
CALICATA C-37 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** DER **PROG** 10+000.00

TAMIZ	Tamiz	Peso	Pasante	Retenido	Retenido
N°	(mm)	Retenido	(%)	acumul. %	parcial (%)
3"	75.00	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.50	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.30	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 8	2.36	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 12	1.70	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 16	1.10	0.00	100.00	0.00	0.00
N° 20	0.85	0.20	99.98	0.02	0.02
N° 30	0.59	0.60	99.92	0.08	0.06
N° 40	0.43	17.80	98.14	1.86	1.78
N° 50	0.30	94.70	88.67	11.33	9.47
N° 60	0.25	106.60	78.01	21.99	10.66
N° 100	0.15	201.60	57.85	42.15	20.16
N° 200	0.08	81.80	49.67	50.33	8.18
CAZOLETA	0.00	3.3		100.00	49.67
TOTAL		506.60			

ANALISIS GRANULOMETRICO	
Peso de la muestra Seca	1000.00 gr
Peso de la m. Seca Lavada	506.60 gr
Peso de la Tara	0.00 gr

HUMEDAD NATURAL	
Peso de la muestra humeda	550.00 gr
Peso de la muestra Seca	456.50 gr
Humedad Natural	20.48 %

Pasa tamiz N° 4 :	100.00 %
Pasa tamiz N° 200:	49.67 %
D60(diámetro efectivo):	0.16 mm
D30(diámetro efectivo):	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-37 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-2 LADO DER PROG 10+000.00

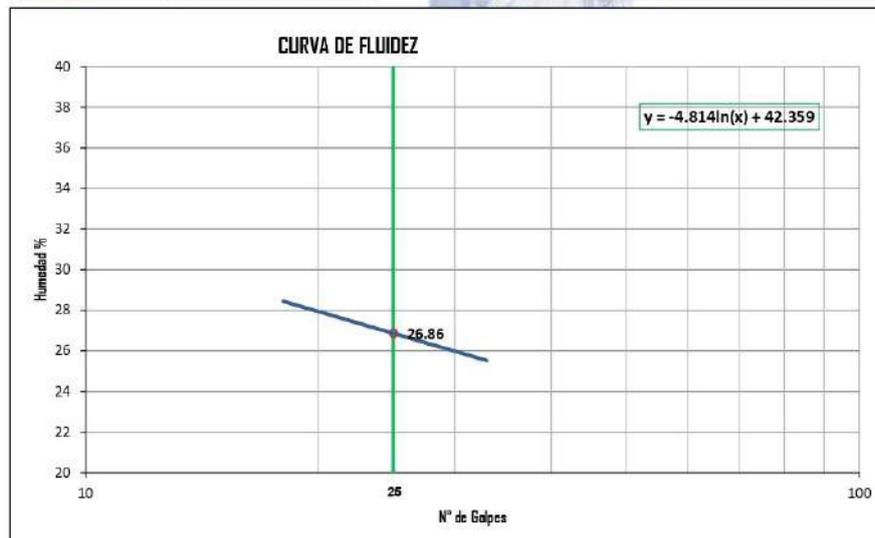
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	18	24	33
S. Humedo + Tarro	50.06	50.77	49.85
S. seco + Tarro	44.16	44.92	44.40
Peso de Tarro	23.37	23.40	23.00
Peso del Agua	5.90	5.85	5.45
Peso de Suelo Seco	20.79	21.52	21.40
HUMEDAD %	28.38	27.18	25.47

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

ESPECIMEN	1.00	2.00	3.00
S. Humedo + Tarro	20.54	20.81	20.90
S. seco + Tarro	19.76	20.08	20.10
Peso de Tarro	15.34	15.91	15.46
Peso del Agua	0.78	0.73	0.80
Peso de Suelo Seco	4.42	4.17	4.64
HUMEDAD %	17.65	17.51	17.24



LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Limite líquido LL	26.86%	Cantidad de Grava	0.00
Limite plástico LP	17.46%	Cantidad de Arena	50.33
Ind. de Plasticidad IP	9.40%	Cant. de Limo-Arcilla	49.67
Material granular equivalente a:			50.33

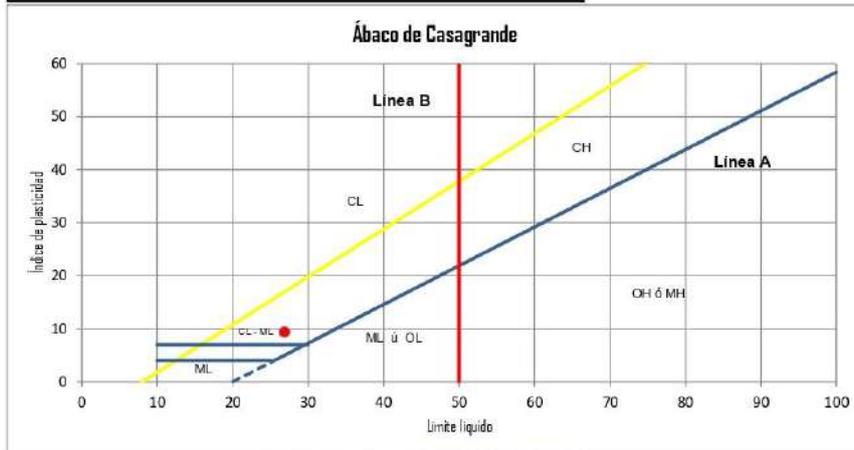


CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-37 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** DER **PROG** 10+000.00

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

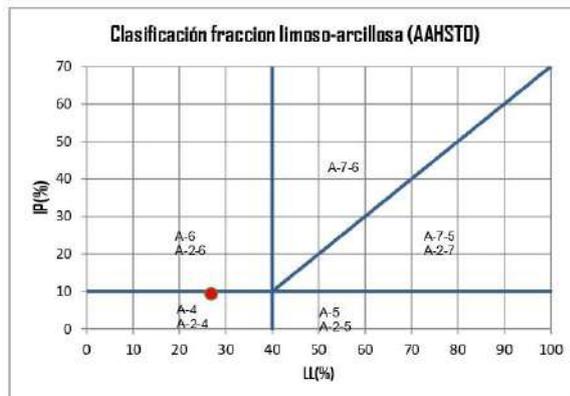


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Arena arcillosa SC

CLASIFICACIÓN AAHSTO



Material limoso-arcilloso

Pobre a malo como subgrado

A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):

2



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-37 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** DER **PROG** 10+000.00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557, MTC E115
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MAXIMA COMPACTADA

Peso Suelo H. + molde	gr	10497.00	10681.00	10660.00	10461.00				
Peso molde	gr	6535.00	6535.00	6535.00	6535.00				
Peso suelo Humedo	gr	3962.00	4146.00	4125.00	3926.00				
Volumen del molde	cm ³	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92				
Densidad suelo humedo	gr/cm ³	1.88	1.97	1.96	1.87				
Nº de Tara		1	2	3	4	5	6	7	8
Determinación		Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Peso suelo H. + tara	gr	530.00	530.00	546.00	546.00	534.00	534.00	538.00	538.00
Peso del suelo S. + tara	gr	482.00	482.00	483.10	483.10	460.80	460.80	452.00	452.00
Peso de la tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr	48.00	48.00	62.90	62.90	73.20	73.20	86.00	86.00
Peso del suelo seco	gr	482.00	482.00	483.10	483.10	460.80	460.80	452.00	452.00
Contenido de Humedad	%	9.96	9.96	13.02	13.02	15.89	15.89	19.03	19.03
Humedad Promedio	%	9.96	13.02	15.89	19.03				
Densidad suelo seco	gr/cm ³	1.712	1.743	1.691	1.567				



Densidad Máxima Seca :	1.74 gr/cm ³
Humedad Optima :	12.44%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396



DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

CALICATA C-37 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-2 LADO DER PROG 10+000.00

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73, MTC E132 (LABORATORIO)

N° DE GOLPES	CONDICION	gr.	MUESTRA 1 - 55		MUESTRA 2 - 26		MUESTRA 3 - 12	
			S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.	S/Sumerg	Sumerg.
Peso del molde + suelo humedo	gr.		12885.00	13018.00	12604.00	12821.00	12279.00	12553.00
Peso del molde	gr.		8385.00	8385.00	8360.00	8360.00	8255.00	8255.00
Peso del suelo humedo	gr.		4500.00	4633.00	4244.00	4461.00	4024.00	4298.00
Volumen del suelo	cm3.		2114.96	2114.96	2126.09	2126.09	2111.32	2111.32
Densidad humeda	gr/cc		2.13	2.19	2.00	2.10	1.91	2.04
Humedad	%		17.192		18.035		21.861	
Densidad seca	gr/cc		1.816		1.691		1.564	
Peso tara + suelo humedo	gr.		548.00	555.00	540.00	530.00	560.00	560.00
Peso tara + suelo seco	gr.		466.90	474.30	453.70	452.80	461.70	457.40
Peso de la tara	gr.		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.		81.10	80.70	86.30	77.20	98.30	102.60
Peso de los solidos	gr.		466.90	474.30	453.70	452.80	461.70	457.40
humedad	%		17.37	17.01	19.02	17.05	21.29	22.43
Promedio de humedad	%		17.192		18.035		21.861	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Dial	Expansión (55)		Lectura Dial	Expansión (26)		Lectura Dial	Expansión (12)	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/02/2021	08:30	0	0	0	0.000%	0	0	0.000%	0	0	0.000%
19/02/2021	08:30	24	0.53	13.4620	11.565%	0.68	17.2720	14.838%	0.87	22.0980	19.017%
20/02/2021	08:30	48	0.98	24.8920	21.385%	1.15	29.2100	25.096%	1.32	33.5280	28.854%
21/02/2021	08:30	72	1.64	41.6560	35.787%	1.84	46.7360	40.151%	1.88	47.7520	41.095%
22/02/2021	08:30	96	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%	0	0.0000	0.000%

PENETRACION

Tiempo	PENETRACION			MUESTRA N° 01 (55)			MUESTRA N° 02 (26)			MUESTRA N° 03 (12)		
	pulg	cm	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg	Libras	Lib/pul2	Kg x10	Libras	Lib/pul2	
0	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30"	0.025	0.064	45.2	99.65	31.72	37.8	83.33	26.53	27.8	61.29	19.51	
1'	0.050	0.127	75.3	166.01	52.84	55.7	122.80	39.09	41.2	90.83	28.91	
1' 30"	0.075	0.191	101.6	223.99	71.30	76.4	168.43	53.61	51.1	112.66	35.86	
2'	0.100	0.254	130.6	287.92	91.65	95.3	210.10	66.88	60.8	134.04	42.67	
3'	0.150	0.381	180.9	398.82	126.95	126.7	279.33	88.91	74.5	164.24	52.28	
4'	0.200	0.508	222.1	489.65	155.86	151.3	333.56	106.18	85.9	189.38	60.28	
5'	0.250	0.635	259.2	571.44	181.89	176.5	389.12	123.86	96.8	213.41	67.93	
6'	0.300	0.762	292.9	645.73	205.54	199	438.72	139.65	106.9	235.67	75.02	
8'	0.400	1.016	351.5	774.92	246.67	244.1	538.15	171.30	124.6	274.70	87.44	
10'	0.500	1.270	404.6	891.99	283.93	288.7	636.47	202.60	144.5	318.57	101.40	



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



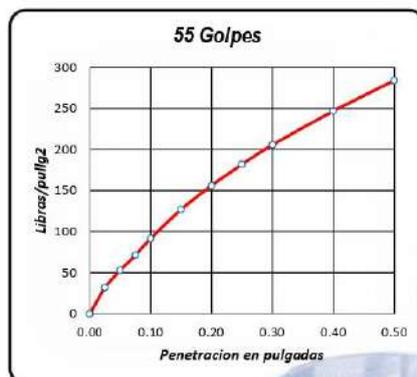
PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
(FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO

UBICACION JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS

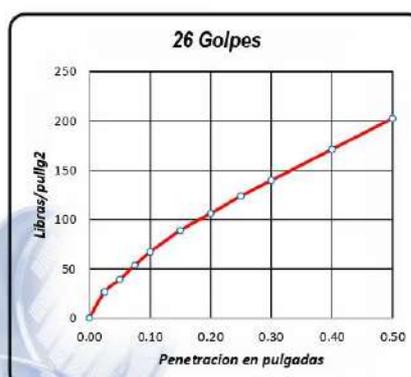
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA

FECHA AGOSTO 2022

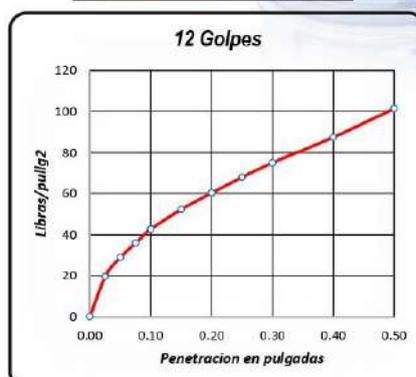
CALICATA C-37 **PROF.:** 1.50 m. **MUESTRA:** M-2 **LADO** DER **PROG** 10+000.00



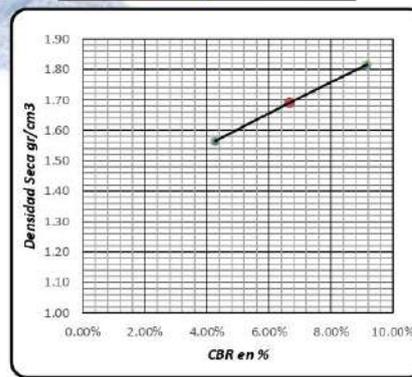
Densidad Seca	1.816 gr/cm ³
CBR a 0.1"	9.16%
CBR a 0.2"	10.39%



Densidad Seca	1.691 gr/cm ³
CBR a 0.1"	6.69%
CBR a 0.2"	7.08%



Densidad Seca	1.564 gr/cm ³
CBR a 0.1"	4.27%
CBR a 0.2"	4.02%



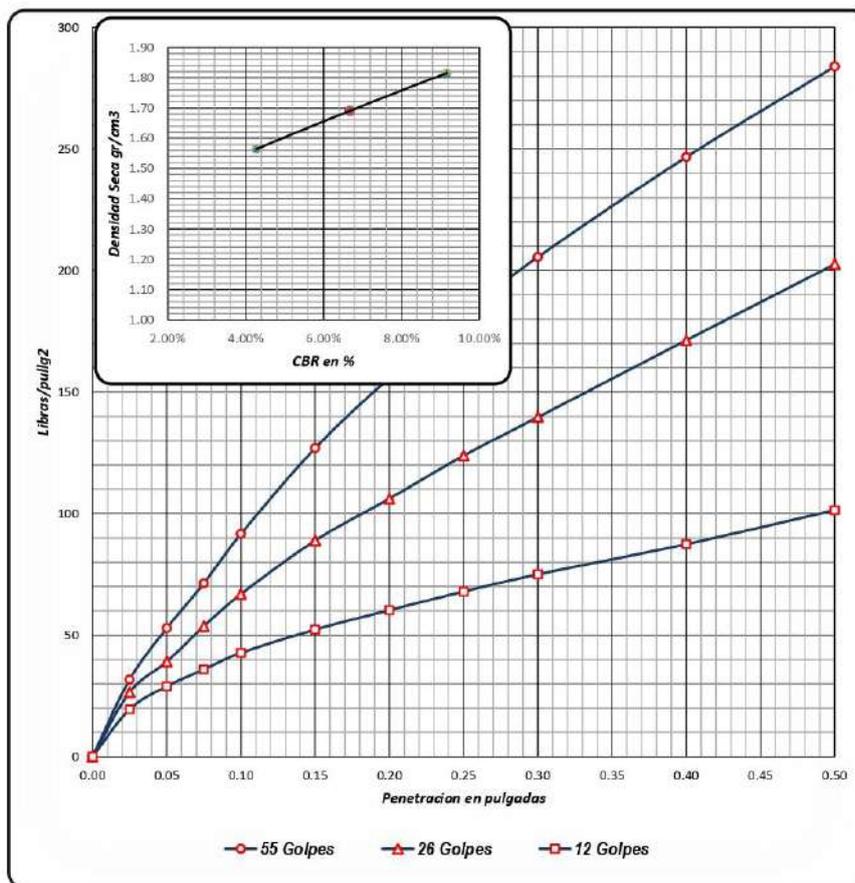
Resultado de Ensayos	CBR 0.1"	Densidad Seca
CBR con 55 Golpes	9.16%	1.816 gr/cm ³
CBR con 26 Golpes	6.69%	1.691 gr/cm ³
CBR con 12 Golpes	4.27%	1.564 gr/cm ³
CBR al 100% de Densidad Seca máx.		9.16%
CBR al 95% de Densidad Seca máx.		6.67%



CORPORACION PARA LA EJECUCION Y CONSULTORIA DE OBRAS
EN GENERAL S.R.L.
RUC: 20573181396
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS (FRONTERA CON BRASIL), DISTRITO DE JENARO HERRERA - PROVINCIA DE REQUENA - REGION LORETO
UBICACIÓN JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
SOLICITA CONSORCIO VIAL SELVA
FECHA AGOSTO 2022
CALICATA C-37 PROF.: 1.50 m. MUESTRA: M-2 LADO DER PROG 10+000.00



55 GOLFES		26 GOLFES		12 GOLFES		CBR DE DISEÑO	
Densidad se	1.62 gr/cm ³	Densidad	1.691 gr/cm ³	Densidad se	1.564 gr/cm ³	CBR al 100% D _{max}	9.16%
CBR a 0.1"	9.16%	CBR a 0.1"	6.89%	CBR a 0.1"	4.27%	CBR al 95% D _{max}	6.67%
CBR a 0.2"	10.39%	CBR a 0.2"	7.08%	CBR a 0.2"	4.02%		

Anexo 6. Nota Biográfica

Claudia V. Trujillo Dueñas, natural de la ciudad de Huánuco, es la primera autora de la tesis "Influencia del Aceite Sulfonado y Cemento para la Estabilización de la Subrasante en la Carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos". Obtuvo su grado de bachiller en Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. Su interés en la investigación se ha centrado en el mejoramiento de las propiedades del suelo para la construcción de infraestructuras viales, destacando su participación en proyectos previos relacionados con estabilización de suelos.

Yelsin N. Campos Alvarado, oriundo del distrito de Baños, provincia de Lauricocha, es el segundo autor de la tesis "Influencia del Aceite Sulfonado y Cemento para la Estabilización de la Subrasante en la Carretera Jenaro Herrera - Colonia Angamos". Egresado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán y bachiller en Ingeniería Civil, La colaboración de ambos en esta investigación refleja su pasión por contribuir al avance y desarrollo sostenible de la infraestructura vial en su región de origen.

Ambos autores han colaborado estrechamente durante su formación académica y profesional, participando en proyectos conjuntos que han integrado sus conocimientos en ingeniería civil. Su tesis conjunta aborda la estabilización del suelo con aceite sulfonado y cemento, reflejando su compromiso con la innovación y la mejora continua en el campo de la ingeniería civil.

Anexo 7. Acta de sustentación



RECTORADO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y ARQUITECTURA

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas
batallas de Junín y Ayacucho

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, siendo las 18.30 horas del día jueves 30 de mayo del 2024, nos reunimos en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Evaluador:

Dr. VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS PRESIDENTE
Dr. JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA SECRETARIO
Mg. ELISA RAQUEL QUINTANILLA HERRERA VOCAL

Acreditados mediante Resolución de Decano N°264-2024-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 19 de abril del 2024, de la tesis titulada INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO, 2023, presentada por el titulado YELSIN NOEL CAMPOS ALVARADO y la titulando CLAUDIA VICTORIA TRUJILLO DUEÑAS, con el asesoramiento del docente Mg. Ing. Jorge Luis Meyzan Briceno, se procedió a dar inicio el acto de sustentación para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Concluido el acto de sustentación, cada miembro del Jurado Evaluador procedió a la evaluación de los titulandos, teniendo presente los siguientes criterios:

1. Presentación.
2. Exposición y dominio del tema.
3. absolución de preguntas

nombres y apellidos de los titulandos	Jurado Evaluador			Promedio final
	Presidente	Secretario	Vocal	
YELSIN NOEL CAMPOS ALVARADO	14	14	14	14
CLAUDIA VICTORIA TRUJILLO DUEÑAS	14	14	14	14

Obteniendo en consecuencia el titulado YELSIN NOEL CAMPOS ALVARADO la nota de CATORCE (14), equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO.

Y el titulando CLAUDIA VICTORIA TRUJILLO DUEÑAS la nota de CATORCE (14), equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO.

Calificación que se realiza de acuerdo con el Art. 46 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNHEVAL.

Se da por finalizado el presente acto, siendo las 20:30 horas, del día jueves 30 de mayo de 2024, firmando en señal de conformidad.


PRESIDENTE
DNI N° 22515431


SECRETARIO
DNI N° 22486128


VOCAL
DNI N° 22527428

Leyenda:
19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno
0 a 13: Desaprobado

Anexo 8. Constancia de similitud y el reporte (resumen y descripción general de fuentes).



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 128-2023
SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 8% de similitud general, correspondiente a los Bachilleres interesados, **CAMPOS ALVARADO Yelsin Noel y TRUJILLO DUEÑAS Claudia Victoria**, del Borrador de Tesis "INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO, 2023", considerando como asesora a la **Mg. Ing. MEYZÁN BRICEÑO Jorge Luis**

DECLARANDO (APTO)

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 04 de diciembre 2023



Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
 Director de la Unidad de Investigación
 Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DJLVG 2023

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

"INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA - COLONIA ANGAMO S, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA - LORETO, 2023"

AUTOR

Yelsin Noel CAMPOS ALVARADO Claudia Victoria TRUJILLO DUEÑAS

RECuento DE PALABRAS

40090 Words

RECuento DE CARACTERES

202776 Characters

RECuento DE PÁGINAS

222 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

21.3MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 1, 2023 6:18 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 1, 2023 6:20 PM GMT-5

● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado


 Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

Resumen

Reporte de similitud

● 8% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 7% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 5% Base de datos de trabajos entregados

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

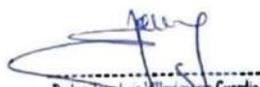
1	repositorio.ucv.edu.pe Internet	2%
2	repositorio.unheval.edu.pe Internet	1%
3	hdl.handle.net Internet	<1%
4	Universidad Continental on 2023-06-26 Submitted works	<1%
5	repositorio.utp.edu.pe Internet	<1%
6	Universidad San Ignacio de Loyola on 2022-06-30 Submitted works	<1%
7	pdfcookie.com Internet	<1%
8	Universidad Jose Carlos Mariategui on 2018-06-04 Submitted works	<1%


 Dr. José Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

Reporte de similitud

9	fdocuments.es Internet	<1%
10	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-06 Submitted works	<1%
11	Universidad Cesar Vallejo on 2016-05-20 Submitted works	<1%
12	Universidad San Ignacio de Loyola on 2023-08-31 Submitted works	<1%
13	repositorio.upn.edu.pe Internet	<1%
14	Universidad Tecnológica de Bolívar,UTB on 2023-02-20 Submitted works	<1%
15	Universidad Cesar Vallejo on 2023-04-03 Submitted works	<1%
16	transparencia.mtc.gob.pe Internet	<1%
17	repositorio.untrm.edu.pe Internet	<1%
18	repositorio.unh.edu.pe Internet	<1%
19	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2020-01-07 Submitted works	<1%
20	IBAÑEZ NAVARRO ISRAEL ESSAU. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanita..." Publication	<1%


 Dr. Ing. Roberto Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

Reporte de similitud

21	Universidad Nacional de Piura on 2023-08-29 Submitted works	<1%
22	Universidad Nacional Hermilio Valdizan on 2022-12-03 Submitted works	<1%
23	Universidad Privada del Norte on 2023-07-09 Submitted works	<1%
24	Universidad Cesar Vallejo on 2021-06-15 Submitted works	<1%
25	Byron Geovanny Hidalgo Cajo, Libia Cristina Tinajero Novillo, Angel Gu... Crossref	<1%
26	Hernán Óscar Cortez Gutierrez, Milton Milcíades Cortez Gutierrez, Dura... Crossref	<1%
27	Universidad Privada del Norte on 2023-11-08 Submitted works	<1%
28	repositorio.upt.edu.pe Internet	<1%
29	Universidad Continental on 2016-12-07 Submitted works	<1%
30	repositorio.unp.edu.pe Internet	<1%
31	repositorio.urp.edu.pe Internet	<1%
32	hualal.pe Internet	<1%


 Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

Reporte de similitud

33	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2021-09-21 Submitted works	<1%
34	dspace.unach.edu.ec Internet	<1%
35	defensoria.gob.pe Internet	<1%
36	CLB TECNO LOGICA S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto RLP-21 Adecuación ... Publication	<1%
37	Webster University on 2022-11-14 Submitted works	<1%
38	tesis.ucsm.edu.pe Internet	<1%
39	upc.aws.openrepository.com Internet	<1%



Dr. Ing. José Luis Villavicencio Cuarela
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

Anexo 9. Autorización de publicación



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS, TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL O TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR UN GRADO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X" según corresponda)

Bachiller		Título Profesional	X	Segunda Especialidad		Maestro		Doctor	
-----------	--	--------------------	---	----------------------	--	---------	--	--------	--

Ingrese los datos según corresponda.

Facultad/Escuela	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela/Carrera Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Programa	_____
Grado que otorga	_____
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

2. Datos del (los) Autor(es): (Ingrese los datos según corresponda)

Apellidos y Nombres:	CAMPOS ALVARADO YELSIN NOEL					
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.	N° de Documento: 71872372
Correo Electrónico:	cn.campos03.nc@gmail.com					
Apellidos y Nombres:	TRUJILLO DUEÑAS CLAUDIA VICTORIA					
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.	N° de documento: 72903998
Correo Electrónico:	claudia.victoria.trujillo@gmail.com					
Apellidos y Nombres:						
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.	N° de Documento:
Correo Electrónico:						

3. Datos del Asesor: (Ingrese los datos según corresponda)

Apellidos y Nombres:	MEYZÁN BRICEÑO JORGE LUIS					
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.	N° de Documento: 22416541
ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-3004-1845					

4. Datos de los Jurados: (Ingrese los datos según corresponda, primero apellidos luego nombres)

Presidente	GOICOCHEA VARGAS, VÍCTOR MANUEL
Secretario	VILLAVICENCIO GUARDIA, JOSÉ LUIS
Vocal	QUINTANILLA HERRERA, ELISA RAQUEL
Vocal	
Vocal	
Accesitario	DOMÍNGUEZ MAGINO, MAURO ANTONIO

5. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese los datos y marque con una "X" según corresponda)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la información en el Acta de Sustentación)	2024					
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según corresponda)	Trabajo de Investigación		Tesis	X	Trabajo Académico	Trabajo de Suficiencia Profesional
Palabras claves	Aceite Sulfonado		Cemento		Estabilización	
Tipo de acceso: (Marque con X según corresponda)	Abierto	X	Cerrado*	Restringido*	Periodo de Embargo	
(*) Sustentar razón:						



6. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Títulado: *(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)*

"INFLUENCIA DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA JENARO HERRERA – COLONIA ANGAMOS, DISTRITO JENARO HERRERA, PROVINCIA DE REQUENA – LORETO, 2023"

Mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pueda derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en los trabajos de investigación presentado, asumiendo toda la carga pecuniaria que pudiera derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudiera derivar para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Trabajo de Investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mis acciones se deriven, sometiéndome a las acciones legales y administrativas vigentes.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión digital de este trabajo de investigación en su biblioteca virtual, repositorio institucional y base de datos, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas paginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

Apellidos y Nombres	CAMPOS ALVARADO, YELSIN NOEL	Firma	
Apellidos y Nombres	TRUJILLO DUEÑAS, CLAUDIA VICTORIA	Firma	
Apellidos y Nombres		Firma	

FECHA: Huánuco, 11 de junio del 2024

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra calibrí, tamaño de fuente 09, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF), Constancia de Similitud, Reporte de Similitud.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.
- ✓ Se debe de imprimir, firmar y luego escanear el documento (legible).