



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incorporación de mucílago de tuna para mejorar la subrasante
estabilizada en la carretera Baños Termales CA-886, Huambos –
Cajamarca, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Gonzales Apaestegui, Wilson Orlandini (orcid.org/0000-0001-5421-8062)

ASESOR:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento.

CHICLAYO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mis padres, cuyo apoyo incondicional y esfuerzos incansables me han brindado todo lo necesario para alcanzar este objetivo. Asimismo, extendiendo mi agradecimiento a nuestros queridos familiares, cuyo tiempo y palabras de aliento han sido fundamentales en mi camino para cumplir el sueño de convertirme en ingeniero.

Wilson Orlandini

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor, el Mtro. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo, por su inagotable paciencia, sabiduría y apoyo constante a lo largo de este proyecto. Su guía ha sido una luz en mi camino académico.

Extiendo mi gratitud a la Universidad César Vallejo, por brindarme la valiosa oportunidad de ser parte de su distinguido cuerpo estudiantil, con el firme propósito de convertirme en un profesional que contribuya con orgullo al prestigio de esta institución.

Asimismo, debo un profundo agradecimiento a mi familia y amigos, cuya firmeza y soporte incondicional han sido pilares fundamentales en mi trayectoria hacia la profesionalización. Su confianza y respaldo han sido esenciales para superar cada desafío en este viaje.

Wilson Orlandini

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	23
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de Suelos Según el Índice de Plasticidad	10
Tabla 2. Detalle de calicatas en carretera baños termales CA-886.....	15
Tabla 3. Muestras de la calicata 01 y dosificaciones de mucilago de tuna	15
Tabla 4. Muestras de la calicata 02 y dosificaciones de mucilago de tuna.....	16
Tabla 5. Muestras de la calicata 03 y dosificaciones de mucilago de tuna	16
Tabla 6. Muestras de la calicata 04 y dosificaciones de mucilago de tuna	16
Tabla 7. Muestras de la calicata 05 y dosificaciones de mucilago de tuna.....	17
Tabla 8. Propiedades de plasticidad de suelos	17
Tabla 9. Resultados de Proctor modificado calicata I, II, III, IV Y V.	17
Tabla 10. Resultado del CBR Calicata I	18
Tabla 11. Resultado del CBR Calicata II	19
Tabla 12. Resultado del CBR Calicata III	20
Tabla 13. Resultado del CBR Calicata IV	21
Tabla 14. Resultado del CBR Calicata V	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Proceso de recolección de tuna y extracción de mucílago	8
Figura 2. Composición y diseño de pavimento rígido	9
Figura 3. CBR. C-01 con adición de mucílago de tuna.....	18
Figura 4. CBR. C-02 con adición de mucílago de tuna	19
Figura 5. CBR. C-03 con adición de mucílago de tuna	20
Figura 6. CBR. C-04 con adición de mucílago de tuna	21
Figura 7. CBR. C-05 con adición de mucílago de tuna	22

RESUMEN

Este estudio se centró en evaluar el impacto del mucílago de tuna en la mejora de las propiedades de la subrasante estabilizada en la carretera Baños Termales CA-886. Adoptando un enfoque cuantitativo, la investigación se diseñó como un estudio aplicado con un diseño experimental de nivel explicativo. La zona de estudio comprendió 8.00 kilómetros de la subrasante de la carretera mencionada, seleccionando cinco calicatas como muestra para análisis detallado. Los hallazgos experimentales revelaron que, tras añadir mucílago de tuna en proporciones de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, y 2.5% a las calicatas C-01 a C-05, se observó un incremento leve pero significativo en indicadores clave como el índice de plasticidad, la máxima densidad seca, el contenido óptimo de humedad y la resistencia, variando entre 0.03% y 4.42%. Con base en estos resultados, se concluye que la incorporación de mucílago de tuna en dosificaciones de entre 0.5% y 2.5% contribuye positivamente a la mejora de las propiedades mecánicas del suelo.

Palabras clave: Propiedades de la subrasante, mucílago de tuna, mejora de propiedades del suelo, dosificación y resistencia del suelo.

ABSTRACT

This study focused on evaluating the impact of tuna mucilage on improving the properties of the stabilized subgrade on the Baños Termales CA-886 highway. Adopting a quantitative approach, the research was designed as an applied study with an explanatory level experimental design. The study area included 8.00 kilometers of the subgrade of the aforementioned highway, selecting five pits as a sample for detailed analysis. The experimental findings revealed that, after adding tuna mucilage in proportions of 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, and 2.5% to pits C-01 to C-05, a slight but significant increase in key indicators will be observed. . such as plasticity index, maximum dry density, optimal moisture content and strength, varying between 0.03% and 4.42%. Based on these results, it is concluded that the incorporation of tuna mucilage in dosages between 0.5% and 2.5% contributes positively to the improvement of the mechanical properties of the soil.

Keywords: Subgrade properties, prickly pear mucilage, improvement of soil properties, dosage and soil resistance.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, es notorio que países de nuestra región, incluido Colombia, enfrentan desafíos significativos en cuanto a la infraestructura vial. La mayoría de las vías carrozables y avenidas de acceso en las ciudades no se encuentran en condiciones óptimas, evidenciando la necesidad de evaluar el estado real de la red vial. Un análisis detallado revela que, aunque el 72% de las carreteras colombianas están asfaltadas, el 25% de estas presentan deterioro considerable (Cheng et al. 2023). Esto implica que, de cada cuatro kilómetros de carretera, uno se encuentra en mal estado, lo que subraya la importancia de este problema (Kumar y Singh 2023). Por otro lado, algunas provincias reportan que el 79% de sus vías están en condiciones aceptables, con menos del 5% en estado deficiente, lo que muestra una variabilidad notable en la calidad de la infraestructura vial dentro del país (Tanyıldızı, Uz y Gökalp 2023). Sin embargo, regiones como Sucre, Cauca y Córdoba enfrentan retos más graves, con más del 40% de sus carreteras clasificadas en las dos categorías de menor calidad, principalmente debido a deficiencias en la subrasante (Lihua et al. 2024). Esta situación resalta la urgente necesidad de explorar alternativas viables para mitigar las deficiencias en la infraestructura vial y asegurar un desarrollo sostenible y eficiente del transporte en la región (Li, Zheng et al. 2024).

En Nicaragua, la problemática asociada a las subrasantes, fundamentales para la infraestructura vial, radica en la diversidad de suelos y las condiciones climáticas adversas, que comprometen su estabilidad y durabilidad (Luo et al. 2023). La variabilidad de los materiales del suelo, desde arcillas expansivas hasta suelos arenosos, junto con el intenso régimen de lluvias, provoca la saturación de las subrasantes, lo que resulta en asentamientos, deslizamientos, y erosión (Li, Zheng et al. 2024). Estos desafíos son exacerbados por la falta de mantenimiento adecuado y la escasa inversión en tecnologías de mejoramiento del suelo, lo que lleva a una degradación acelerada de las carreteras y caminos, afectando así la conectividad y el desarrollo económico del país (Fan et al. 2024).

A nivel nacional, específicamente en la carretera Baños Termales CA-886, se ha identificado un suelo cohesivo con una capacidad de soporte insuficiente, lo cual representa un desafío significativo para la subrasante. Este problema se origina durante el proceso de expansión, atribuido a la absorción de agua, que

conduce a un aumento en el volumen del suelo y una disminución de la compresión interna, lo que eventualmente puede resultar en un colapso (Zhang et al. 2024). Esta condición subraya la necesidad de adoptar medidas efectivas para mejorar la estabilidad y el soporte de la subrasante, asegurando así la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial en esta área (Cubas y Manay 2021). La ciudad de Cajamarca, ubicada en un área con variada topografía y sujeta a condiciones climáticas que incluyen lluvias intensas, enfrenta desafíos significativos en la estabilización de la subrasante de sus carreteras y vías de acceso (Camacho y Diaz 2022). Esta problemática se centra en la necesidad de mejorar la capacidad de soporte y durabilidad de la subrasante, un componente crítico para la infraestructura vial, que frecuentemente se ve afectado por la erosión, la saturación de agua y la inestabilidad del terreno (Li, Chao et al. 2024).

A nivel local, en Huambos, se observan deficiencias en la construcción de pavimentos, evidenciadas por hundimientos, fisuras, deformaciones, y baches, debido a una incorrecta identificación de propiedades del suelo y mala estabilización de la subrasante. La saturación de vías aumenta el problema, especialmente en la carretera Baños Termales CA-886, que en lluvias se torna intransitable por la pérdida de capacidad de soporte del suelo arcilloso. La solución propuesta es mejorar la subrasante estabilizándola con mucílago de tuna.

En la actual investigación se plantea la siguiente formulación de problema: ¿Cómo influye al incorporar el mucílago de tuna para mejorar las propiedades de la sub rasante estabilizada en la carretera Baños Termales CA-886, Huambos - Cajamarca-2021?

La justificación integral de esta investigación abarca múltiples aspectos que subrayan su relevancia y necesidad. Desde una perspectiva económica, el estudio se centra en analizar el problema de infraestructura vial en la zona de interés, explorando alternativas de solución que sean coste-efectivas mediante la aplicación de estabilizantes económicos. Un análisis comparativo de los precios de diversos estabilizadores reveló que el mucílago de tuna emerge como una opción viable y económicamente atractiva para mejorar las propiedades de la subrasante. En términos técnicos, se busca innovar en el mejoramiento del suelo para subrasante empleando materiales alternativos como la cal, asfalto, y

cemento, con el objetivo de encontrar soluciones que no solo sean económicas sino también amigables con el ambiente. Al finalizar la investigación, se espera obtener datos concretos sobre cómo estas modificaciones afectan las propiedades mecánicas y físicas del suelo, basados en rigurosos ensayos de laboratorio. En el ámbito social, la investigación es crucial dado que la carretera Baños termales CA-886 presenta suelos que no satisfacen las especificaciones mínimas requeridas, proponiendo el uso de mucílago de tuna como método para mejorar estas condiciones de manera económica. Finalmente, desde la perspectiva ambiental, este estudio propone alternativas sostenibles que buscan minimizar el impacto en el medio ambiente y proteger los ecosistemas locales, promoviendo el uso de productos alternativos menos dañinos que los químicos tradicionalmente utilizados en proyectos de infraestructura vial. En conjunto, estas justificaciones conforman un marco comprensivo que resalta la importancia de la investigación para el desarrollo sostenible de la infraestructura vial en la región.

De igual forma se procederá a determinar el objetivo general: Incorporar el mucílago de tuna para mejorar en las propiedades de la subrasante estabilizada en la carretera Baños termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021. Objetivos específicos: (1) Determinar la influencia del mucílago de tuna con porcentajes del 0.5%, 1.00 %, 1.50%, 2.00%, 2.50% para mejorar la plasticidad de la subrasante estabilizada en la carretera Baños termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021. (2) Establecer la influencia del mucílago de tuna con porcentajes del 0,5%, 1.00 %, 1.50%, 2.00%, 2.50% para mejorar la compactación de la subrasante estabilizada en la carretera Baños termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021. (3) Contrastar la influencia del mucílago de tuna con porcentajes del 0.5%, 1.00 %, 1.50%, 2.00%, 2.50% para mejorar la resistencia de la subrasante estabilizada en la carretera Baños termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021.

Posteriormente se determinará como hipótesis general que: Si al incorporar el mucílago de tuna mejorará en las propiedades de la subrasante estabilizada de la carretera Baños termales CA-886, Huambos - Cajamarca-2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, Gupta, Sood y Gupta (2024) El objetivo del estudio fue mejorar la resistencia y rigidez de las subrasantes de arcilla y arena para la construcción de pavimentos asfálticos de forma económica y sostenible. En cuanto a la metodología, se emplearon pruebas de carga cíclica triaxial y CBR para evaluar el módulo resiliente de las subrasantes, además de examinar el impacto de la estabilización en las propiedades del suelo. Los resultados indicaron una mejora significativa en la resistencia del suelo, evidenciada por un aumento del 186% en el CBR y del 224% en el módulo resiliente experimental, junto con una reducción de costos y emisiones de CO₂ del 23% y 28%, respectivamente. La conclusión destaca la importancia de utilizar pruebas prácticas sobre estimaciones teóricas para optimizar la construcción de pavimentos, proponiendo una aproximación más precisa y sostenible en la ingeniería civil.

Shamsi, Ardakani y Hassanlourad (2023) El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de usar agregados de concreto reciclado (RCA) y escoria granulada de alto horno (GBS) como estabilizadores para mejorar las propiedades de resistencia y resiliencia de las subrasantes de arcilla expansiva en zonas urbanas, donde el espacio es limitado y se construyen carreteras sobre estos suelos problemáticos. La metodología adoptada incluyó un enfoque de estabilización mecánica y química, utilizando RCA como estabilizador mecánico y GBS como estabilizador químico. La población de estudio se centró en subrasantes de arcilla expansiva, conocidas por su comportamiento problemático debido a cambios volumétricos con la humedad. Los resultados demostraron mejoras significativas en las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes, como la reducción de los límites de Atterberg, el aumento de la densidad seca máxima (MDD), la relación de soporte de California (CBR), y la resistencia a la compresión uniaxial (UCS). Además, se observó que un tratamiento con 20% de RCA y estabilizador químico GBS alcanzó una resistencia mínima deseada para aplicaciones de subbase. Las pruebas triaxiales de carga repetida y los análisis SEM confirmaron las mejoras en la resiliencia y microestructura de las subrasantes estabilizadas. La conclusión resalta que el uso de RCA y GBS no solo mejora significativamente las

características de las subrasantes de arcilla expansiva, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir los residuos y la contaminación.

Jeremiah et al. (2024) el objetivo del estudio fue evaluar el uso de geopolímero de cenizas de lodos de papel usado calcinados (CPSA) como un tratamiento alternativo y más ecológico para mejorar las propiedades de ingeniería de arcillas altamente expansivas, frente a los tratamientos químicos convencionales como la cal y el cemento. Este enfoque de investigación exploró una solución innovadora para contrarrestar los problemas de suelos débiles o expansivos comúnmente encontrados en proyectos de construcción. Se aplicó una metodología que incluyó la activación del precursor de CPSA a temperatura ambiente, usando combinaciones de NaOH y Na₂SiO₃, y evaluando varias proporciones de activador a suelo + aglutinante y molaridades. La población de estudio consistió en una arcilla compuesta por una mezcla de caolinita y bentonita, tratada con CPSA. Los resultados revelaron mejoras significativas en las propiedades mecánicas, microestructurales, y mineralógicas de la arcilla tratada, incluyendo un incremento del 220% en la resistencia a la compresión no confinada, y reducciones drásticas en el potencial de hinchamiento y la absorción de agua, superando el desempeño de los aglutinantes tradicionales como OPC (Cemento Portland Ordinario) y cal-GGBS. Los análisis de SEM y EDX mostraron una mejor cristalización y reducción de porosidad, lo que indica un enlace mejorado entre partículas. La conclusión del estudio destaca que el geopolímero CPSA no solo cumple con los requisitos para materiales de subrasante y subbase, sino que también representa una opción más sostenible, evidenciado por menores emisiones de CO₂-e comparado con los aglutinantes tradicionales.

Zhao et al. (2024) El estudio tuvo como objetivo explorar la viabilidad de utilizar residuos de soda (SR) junto con una pequeña cantidad de cal para mejorar la arcilla, creando un suelo estabilizado con residuos de cal y soda (LSRSS), y ampliar así las opciones para materiales de relleno de subrasante. La investigación siguió un enfoque metódico que abarcó desde pruebas de laboratorio de las propiedades mecánicas, la comprensión del mecanismo de estabilización, hasta la verificación en campo y la evaluación del desempeño operativo. La investigación determinó como resultado que la inclusión de SR en

la mezcla incrementa inicialmente las propiedades como la resistencia a la compresión no confinada (UCS), la relación de carga de California (CBR), y el módulo resiliente (MR), alcanzando picos con un 30% de SR para luego disminuir. La proporción óptima encontrada para LSRSS fue de 6% de cal, 30% de SR, y 64% de arcilla. En conclusión, los valores óptimos de UCS, CBR, y MR mejoraron con un mayor grado de compactación y mostraron un aumento seguido de una disminución con el incremento del contenido de agua, alcanzando su punto máximo no al contenido óptimo de agua (OWC) del 23%, sino a un contenido de agua de compactación del 27%.

A nivel nacional, Capcha y Huaman (2022) Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la emulsión asfáltica (EA) en dosificaciones de 4%, 6%, y 8%, y el mucílago de tuna en proporciones de 40%, 65%, y 90% como estabilizantes para mejorar las propiedades de la subrasante. Utilizando un diseño preexperimental de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y nivel explicativo, se estudió un tramo de 10 km de la Carretera Quellaveco, seleccionando 2 calicatas en los tramos 16+000 y 17+000 para la muestra. Se midieron variables como el índice de plasticidad, máxima densidad seca, y la capacidad de soporte a través de fichas de laboratorio. Los resultados mostraron una reducción significativa en el índice de plasticidad de 12.75% a rangos entre 5.71% y 8.75%, una disminución en el contenido óptimo de humedad de 5.3% a valores de 4.6% y 4.8%, un incremento en la densidad máxima seca de 1.95 a 2.05 gr/cm³ y 2.00 gr/cm³, y un aumento sustancial en el valor de CBR de 4.9 a 20.65% y 8.70%. En base a estos hallazgos, se concluye que la combinación de mucílago de tuna como estabilizante natural y emulsión asfáltica como estabilizante químico mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, cumpliendo con los estándares normativos para el diseño de carreteras no pavimentadas, según lo estipulado por el MTC.

Cardenas y Mendoza (2022) La investigación se centró en evaluar el impacto del mucílago de linaza tuna en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la calle Las Artes, Andrés Araujo Morán, Tumbes, en 2022. Mediante una metodología aplicada, con un diseño experimental y un enfoque cuantitativo, se analizó una sección de 530 metros de la subrasante, tomando como muestra 2 calicatas. Los resultados indicaron mejoras significativas al

adicionar el mucílago en dosis de 5.0%, 6.0%, y 7.0%, observándose una reducción en el índice de plasticidad (IP) y el contenido óptimo de humedad (OCH), junto con incrementos en la máxima densidad seca (MDS) y el valor de CBR para ambos tipos de calicatas. Específicamente, la mayor dosificación del 7% presentó los cambios más notables, reduciendo el IP hasta en un 51.95%, disminuyendo el OCH hasta en un 20.95%, y aumentando el CBR hasta en un 173.68%. Estos resultados demuestran que la incorporación de mucílago de linaza tuna mejora de manera positiva las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, siendo el 7% la dosificación óptima.

Choquecota (2022) La investigación se enfocó en determinar el efecto del mucílago de tuna en las propiedades de la subrasante en la Av. Los Olivos, Arequipa, en 2022. Utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño experimental aplicado, se analizó una sección de 430 metros de la subrasante a través de una calicata. Los resultados indicaron mejoras en la subrasante al incorporar mucílago de tuna en dosificaciones del 5%, 6%, 7%, y 8%. Específicamente, se observó una reducción en el índice de plasticidad (IP), un aumento en el contenido óptimo de humedad (OCH) y en la máxima densidad seca (MDS), y un incremento en el valor de CBR al 100% de la MDS, con la dosificación del 8% resultando ser la óptima. Estos hallazgos confirman que la adición de mucílago de tuna mejora significativamente las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

Sanchez (2020) La investigación se centró en evaluar cómo la adición de mucílago de tuna afecta a las propiedades de las subrasantes en la calle Nieto Miranda, mezclando diferentes proporciones del mucílago (0%, 1.5%, 3%, y 4.5%) con muestras de suelo. Se realizaron varios ensayos, incluyendo clasificación de suelos, límites de Atterberg, granulometría, contenido de humedad, compactación Proctor Modificado y CBR, para medir el impacto en la subrasante. Los resultados indicaron mejoras significativas en la densidad seca máxima y en la capacidad de soporte (valor CBR) hasta alcanzar el 3% de mucílago de tuna, punto a partir del cual los beneficios comenzaron a decrecer. Este decremento en las propiedades más allá del 3% sugiere una correlación inversa entre la cantidad de mucílago de tuna y la mejora de las propiedades del suelo. En base a estos hallazgos, se deduce que la proporción óptima de

mucílago de tuna para la estabilización efectiva de subrasantes es del 3%, ofreciendo un enfoque sostenible para mejorar la infraestructura vial.

En las teorías relacionales al tema se tiene que el mucílago de tuna es un hidrocoloide viscoso, constituido por carbohidratos de alto peso molecular como amilasa y pectina de almidón, componentes orgánicos naturales que confieren propiedades únicas a esta sustancia (Capcha y Huaman 2022). La amilasa, en particular, puede crear una película delgada pero extremadamente resistente una vez seca (Rouzmehr et al. 2021). Este mucílago se caracteriza por su capacidad para mejorar la cohesión entre partículas, una cualidad valorada desde tiempos antiguos en diversas aplicaciones (Kavousi y Fathi 2018).

En el ámbito de la construcción, el mucílago de tuna ofrece ventajas notables debido a su eficacia incluso en bajas concentraciones, facilitando su incorporación a mezclas de materiales sin alterar significativamente el proceso de producción (Liu et al. 2022).



Figura 1. Proceso de recolección de tuna y extracción de mucílago elaborado por el mismo autor,

Fuente: Elaboración propia

La viscosidad, un indicador crítico de la resistencia interna de un fluido al flujo, juega un papel fundamental en una variedad de aplicaciones, incluyendo aditivos alimentarios, adhesivos para pinturas, aditivos para adobe, y tratamientos para úlceras gástricas (Autelitano et al. 2022). La viscosidad cinemática de un material, como el moco, varía directamente con su concentración y de manera inversamente proporcional a la temperatura (Shi et al. 2023). Estas propiedades, junto con su valor de viscosidad máximo, hacen del moco un candidato prometedor para una gama más amplia de usos (Cardenas y Mendoza 2022).

En el ámbito de la física de fluidos, la viscosidad se entiende como la manifestación de la fricción interna resultante de las fuerzas de cohesión de corto alcance y las interacciones moleculares (Aratz et al. 2024). Esta resistencia al flujo es omnipresente, en mayor o menor medida, tanto en fluidos compresibles como incompresibles (Yang et al. 2024). Mientras que en fluidos ideales su efecto puede ser mínimamente considerado, en los fluidos reales, la viscosidad es una característica indispensable y su influencia es crítica, ya que determina la capacidad de un fluido para moverse y su interacción con otros materiales (Pfändler et al. 2024).

La subrasante en la construcción de carreteras actúa como la base de soporte de la estructura del pavimento, siendo crucial que esté compuesta por suelo con características físicas y mecánicas apropiadas (Camille et al. 2022). Esencial para el diseño del pavimento, el material de la subrasante debe extenderse a una profundidad de al menos 0.60 metros y poseer un valor CBR de 6% o superior; si es menor, requiere estabilización según las propiedades específicas del suelo (Peng et al. 2023). Esta capa, que es la plataforma natural de la carretera, debe estar libre de vegetación, ser resistente a las deformaciones y esfuerzos causados por el tráfico y condiciones climáticas, asegurando un soporte adecuado para pavimentos rígidos o flexibles y manteniendo las deflexiones dentro de límites aceptables (Yu et al. 2024).

La estabilización mejora suelos de baja capacidad mediante técnicas mecánicas o químicas, optimizando sus propiedades para resistir condiciones climáticas adversas y tránsito intenso (Xu et al. 2024).

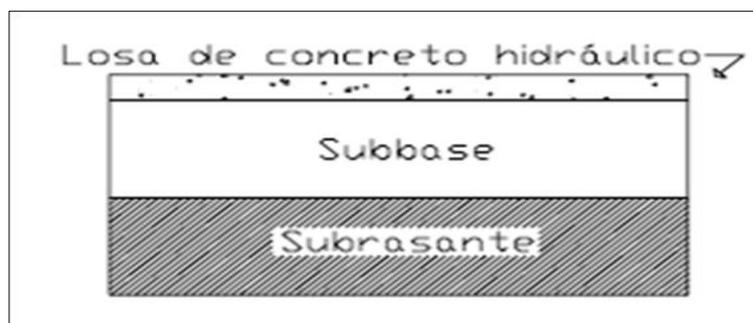


Figura 2. Composición y Diseño de Pavimento Rígido elaborado por (Zhao et al. 2024).

Fuente: Elaboración propia

El índice de plasticidad es crucial para comprender el comportamiento de la arcilla, indicando el rango de humedad en el cual mantiene su plasticidad (Lee y Le 2023). Este parámetro es fundamental para evaluar características del suelo como su potencial de expansión, compresibilidad, compactibilidad, resistencia al corte, y permeabilidad (Sammak y Mousavinejad 2023). Definido por la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, el índice de plasticidad refleja la capacidad del suelo para deformarse sin agrietarse, variando según el tipo de suelo: la arcilla muestra alta plasticidad en estado húmedo, mientras que el limo es menos plástico y ambos pierden resistencia al secarse (Caprili et al. 2024).

Tabla 1. Clasificación de Suelos Según el Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad (IP)	Nivel de Plasticidad	Descripción del Suelo
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos, indicativos de alta deformabilidad sin fractura.
$7 < IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos, con capacidad moderada de deformación.
$0 < IP \leq 7$	Baja	Suelos con bajo contenido arcilloso, limitada capacidad de deformación.
$IP = 0$	No Plástico	Suelos sin contenido de arcilla, no presentan deformación plástica.

Fuente: Elaboración propia

Nota: La clasificación se basa en las normas técnicas correspondientes al análisis y diseño de subrasantes para infraestructura vial (Ministerio de transportes y comunicaciones 2006)

La densidad seca máxima representa la densidad más alta que un suelo alcanza bajo compactación, en relación con su contenido óptimo de humedad (Afroughsabet y Ozbakkaloglu 2024). Este proceso de compactación incrementa la densidad del suelo, disminuyendo la porosidad (Maha Madakalapuge et al. 2022). La prueba de compactación Proctor determina esta relación óptima de humedad y densidad, siendo crucial para alcanzar una compactación eficiente (Armstrong et al. 2023).

La capacidad de soporte del suelo indica su resistencia máxima ante cargas sin fallar (Teles et al. 2023). Para subrasantes de carreteras, se requiere un CBR mínimo de 30% a 40% (Wolf et al. 2023). Diversos ensayos, especialmente el CBR, son empleados para evaluar esta capacidad, siendo fundamental para el diseño y estabilidad de infraestructuras viales (Cheng et al. 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Es una investigación de tipo aplicada, donde se evaluó directamente en el campo la efectividad de técnicas basadas en conocimientos y teorías preexistentes sobre la estabilización de suelos, con el propósito se aplicó estos hallazgos para resolver problemas específicos de ingeniería civil y mejorar la infraestructura vial en contextos reales.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de nuestro estudio fue experimental y cuasiexperimental, enfocado en la manipulación intencionada del mucílago de tuna como variable independiente para observar su impacto en el mejoramiento de la subrasante, que actúa como la variable dependiente. Esta metodología permitió evaluar directamente los efectos de la intervención sobre los resultados esperados.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Mucílago de Tuna

Definición Conceptual:

El mucílago de tuna se refiere a la sustancia viscosa y natural obtenida del cactus de tuna. Esta sustancia está compuesta principalmente de polisacáridos, agua, y en menor medida, minerales y vitaminas. En diversas investigaciones, se ha explorado por sus propiedades como agente aglutinante, estabilizante, y su capacidad de retención de agua (Capcha y Huaman 2022).

Definición Operacional:

Para los fines de este estudio, el mucílago de tuna se cuantificó en términos de su concentración (porcentaje en peso o volumen), método de extracción, y características físico-químicas (viscosidad, pH, contenido de sólidos solubles). La aplicación del mucílago se realizó en distintas concentraciones para evaluar su efecto en la mejora de la

subrasante, controlando variables como tipo de suelo, temperatura, y humedad durante el proceso de aplicación y curado.

Variable Dependiente: Mejoramiento de la Subrasante

Definición Conceptual:

El mejoramiento de la subrasante se refiere al proceso y al resultado de aumentar la capacidad de carga, estabilidad, y resistencia al agua de la capa de suelo ubicada bajo la superficie de pavimentación. Este proceso es crucial para la construcción y mantenimiento de carreteras, pistas, y otras estructuras que requieren una base sólida para soportar cargas sin sufrir deformaciones significativas (Yu et al. 2024).

Definición Operacional:

En este estudio, el mejoramiento de la subrasante se midió a través de indicadores como la capacidad de carga (mediante pruebas de carga estática o dinámica), resistencia a la compresión, permeabilidad, y elasticidad del suelo tratado con el mucílago de tuna. Las mediciones se realizaron antes y después de la aplicación del tratamiento, comparando los resultados con muestras de control sin tratar y/o tratadas con otros mejoradores de suelo tradicionales.

Indicadores

- Dosificación
- Plasticidad
- Compactación
- Resistencia
- Escala de medición

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población objeto de este estudio abarca específicamente la subrasante de la carretera Baños Termales CA-886, situada en la ruta Huambos – Cajamarca. Esta sección de la carretera se extiende a lo

largo de 5 kilómetros y 23 metros lineales. Se analizó detalladamente la composición y características de la subrasante en este tramo específico para evaluar su condición y capacidad estructural.

3.3.2. Muestra

La muestra para este estudio será seleccionada de la subrasante de la carretera Baños Termales CA-886. Para asegurar una representatividad adecuada y conforme a los estándares del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), se procederá a la extracción de muestras a través de cinco calicatas estratégicamente distribuidas a lo largo del tramo de estudio. Cada calicata alcanzará una profundidad de 1.5 metros.

3.3.3. Muestreo

El muestreo utilizado para esta investigación se clasifica como un muestreo no probabilístico intencionado. Esta técnica se selecciona debido a la naturaleza específica y técnica del estudio, enfocado en una sección concreta de una carretera, donde la selección aleatoria no sería práctica ni proporcionaría la información necesaria para los objetivos del estudio.

3.3.4. Unidad de análisis

La muestra en estudio consiste en suelo al cual se ha añadido una proporción específica de mucílago de tuna. Esta combinación ha sido preparada siguiendo un protocolo detallado que especifica la cantidad exacta de mucílago incorporado, garantizando una mezcla homogénea y representativa para evaluar el efecto del mucílago en las propiedades del suelo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta investigación, los instrumentos metodológicos principales fueron las guías de observación y las fichas técnicas correspondientes a los ensayos a realizar. Estos recursos están diseñados para

asegurar una recopilación sistemática y estructurada de datos, permitiendo un análisis detallado y riguroso de los resultados obtenidos en cada fase experimental.

3.5. Procedimientos

El estudio comenzó con el reconocimiento visual del terreno y la inspección de campo mediante dos calicatas para evaluar el suelo. Se recogerá y macerará tuna para extraer mucílago, cuyas propiedades reológicas serán examinadas mediante ensayos de viscosidad. Posteriormente, se realizarán pruebas de laboratorio con el mucílago en el suelo, incluyendo análisis de compresión y permeabilidad. El proceso finalizará con la evaluación de los datos recolectados para determinar la efectividad del mucílago en mejorar las propiedades del suelo, culminando en conclusiones basadas en los objetivos del estudio.

3.6. Método de análisis de datos

El estudio utilizó una plantilla de Excel para analizar los resultados obtenidos de diversas pruebas, incluyendo caracterización, viscosidad, contenido de humedad, tamaño de partícula, límites de Atterberg (líquido y plástico), Proctor modificado y CBR, siguiendo las normas técnicas peruanas. Este análisis permitió evaluar de manera efectiva el desempeño de la subrasante.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se adhiere a la norma ISO 690-2 y emplea la guía de preparación de trabajos y el sistema Turnitin para garantizar citas precisas y respeto a los derechos de autor, manteniendo la integridad ética mediante el uso responsable de fuentes como artículos científicos, libros, sitios web, estándares y revistas.

IV. RESULTADOS

La evaluación diagnóstica se llevó a cabo en el distrito de Huambos, específicamente en la carretera Baños Termales CA-886, situada a 2426 metros sobre el nivel del mar y abarcando un tramo de 5.023 kilómetros. El estudio se enfocó en determinar el impacto de incorporar mucílago de tuna en proporciones de 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, y 2.5% para mejorar la estabilidad del suelo arcilloso destinado a subrasante. Realizada en la región de Cajamarca, provincia de Chota, dentro de la región geográfica de la Sierra, esta área de estudio se caracteriza por una población en aumento, actualmente de 9,508 habitantes y una densidad de 38.7 hab/km², limitando con los distritos de Chancay Baños, Sexi, Querocoto, Cochabamba, y Llama.

Tabla 2. Detalle de calicatas en carretera baños termales CA-886

Calicata	(Progresiva)	Profundidad (m)	Lado	Coordenadas
C-01	00 + 010	1.5	Derecho	78°56'36.22"O
C-02	01 + 010	1.5	Derecho	78°56'27.34"O
C-03	02 + 010	1.5	Derecho	78°56'7.85"O
C-04	03 + 010	1.5	Derecho	78°56'5.27"O
C-05	04 + 010	1.5	Derecho	78°55'45.71"O

Fuente: Elaboración propia

Nota: Esta tabla presenta de manera clara y precisa cada calicata, su ubicación exacta en la progresiva de la carretera, la profundidad a la que se realizó la excavación, el lado de la carretera en el que se encuentra, y sus coordenadas geográficas específicas.

Tabla 3. Muestras de la calicata 01 y dosificaciones de mucílago de tuna

Muestra	Calificación SUCS	Calificación AASTHO	Contenido de humedad
C-01 Estado natural	ML	A-7-6 (11)	20.40%
C-01 + 0.5% de M. T	ML	A-7-5 (12)	20.40%
C-01 + 1% de M. T	ML	A-7-5 (12)	20.40%
C-01 + 1.5% de M. T	ML	A-7-5 (13)	20.40%
C-01 + 2% de M. T	ML	A-7-5 (13)	20.40%
C-01 + 2.5% de M. T	MH	A-7-5 (13)	20.40%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Muestras de la calicata 02 y dosificaciones de mucilago de tuna

Muestra	Calificación SUCS	Calificación AASTHO	Contenido de humedad
C-02 Estado natural	MH	A-7-6 (15)	19.10%
C-02 + 0.5% de M. T	MH	A-7-5 (14)	19.10%
C-02 + 1% de M. T	MH	A-7-5 (14)	19.10%
C-02 + 1.5% de M. T	MH	A-7-5 (14)	19.10%
C-02 + 2% de M. T	MH	A-7-5 (13)	19.10%
C-02 + 2.5% de M. T	MH	A-7-5 (13)	19.10%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Muestras de la calicata 03 y dosificaciones de mucilago de tuna

Muestra	Calificación SUCS	Calificación AASTHO	Contenido de humedad
C-03 Estado natural	MH	A-7-6 (16)	32.50%
C-03 + 0.5% de M. T	MH	A-7-5 (16)	32.50%
C-03 + 1% de M. T	MH	A-7-5 (16)	32.50%
C-03 + 1.5% de M. T	MH	A-7-5 (16)	32.50%
C-03 + 2% de M. T	MH	A-7-5 (16)	19.14%
C-03 + 2.5% de M. T	MH	A-7-5 (16)	19.14%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Muestras de la calicata 04 y dosificaciones de mucilago de tuna

Muestra	Calificación SUCS	Calificación AASTHO	Contenido de humedad
C-04 Estado natural	CH	A-7-6 (18)	31.40%
C-04 + 0.5% de M. T	MH	A-7-5 (18)	31.40%
C-04 + 1% de M. T	MH	A-7-5 (19)	31.40%
C-04 + 1.5% de M. T	MH	A-7-5 (19)	31.40%
C-04 + 2% de M. T	MH	A-7-5 (19)	31.40%
C-04 + 2.5% de M. T	MH	A-7-5 (19)	31.40%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Muestras de la calicata 05 y dosificaciones de mucilago de tuna

Muestra	Calificación SUCS	Calificación AASTHO	Contenido de humedad
C-05 Estado natural	CH	A-7-6 (4)	13.20%
C-05 + 0.5% de M. T	ML	A-7-5 (12)	20.40%
C-05 + 1% de M. T	ML	A-7-5 (12)	20.40%
C-05 + 1.5% de M. T	ML	A-7-5 (13)	20.40%
C-05 + 2% de M. T	ML	A-7-5 (13)	20.40%
C-05 + 2.5% de M. T	ML	A-7-5 (13)	20.40%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Propiedades de plasticidad de suelos

Muestra	Progresiva	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
C-01	00 + 010	45.50%	29.70%	15.80%
C-02	01 + 010	50.30%	28.80%	21.50%
C-03	02 + 010	52.60%	29.50%	23.10%
C-04	03 + 010	56.70%	29.50%	27.20%
C-05	04 + 010	30.30%	21.40%	8.90%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados de Proctor modificado calicata I, II, III, IV Y V.

Muestra / Calicata	Humedad Óptima (%)	Densidad Máxima Seca (g/cm ³)
C.01 Estado natural	14.35	1.5
C.01 + 0.5% MT	14.46	1.517
C.01 + 1.0% MT	14.56	1.529
C.01 + 1.5% MT	15.03	1.541
C.01 + 2.0% MT	15.11	1.563
C.01 + 2.5% MT	16.56	1.549
C.02 Estado natural	10.89	1.716
C.02 + 0.5% MT	11.11	1.725
C.02 + 1.0% MT	11.35	1.735
C.02 + 1.5% MT	11.75	1.745
C.02 + 2.0% MT	12.72	1.761
C.02 + 2.5% MT	13.68	1.746
C.03 Estado natural	12.87	1.685
C.03 + 0.5% MT	13.08	1.694
C.03 + 1.0% MT	13.73	1.703
C.03 + 1.5% MT	14.71	1.717
C.03 + 2.0% MT	15.67	1.735
C.03 + 2.5% MT	16.50	1.722

C.04 Estado natural	14.56	1.622
C.04 + 0.5% MT	14.72	1.638
C.04 + 1.0% MT	15.21	1.649
C.04 + 1.5% MT	15.76	1.655
C.04 + 2.0% MT	16.01	1.661
C.04 + 2.5% MT	17.57	1.657
C.05 Estado natural	11.40	1.700
C.05 + 0.5% MT	11.62	1.719
C.05 + 1.0% MT	11.80	1.728
C.05 + 1.5% MT	12.22	1.731
C.05 + 2.0% MT	12.63	1.744
C.05 + 2.5% MT	13.23	1.727

Fuente: Elaboración propia del resultado Proctor modificado de todas las calicatas

Tabla 10. Resultado del CBR Calicata I

Ensayo de CBR con M.T.	CBR al 100% M.D.S (0.1 Penetración)	CBR al 95% M.D.S (0.1 Penetración)
C-01 Estado natural	6%	4%
C-01+0.5% DE MT	6%	5%
C-01+1.0% DE MT	8%	5%
C-01+1.5% DE MT	9%	6%
C-01+2.0% DE MT	9%	7%
C-01+2.5% DE MT	8%	6%

Fuente: Elaboración propia

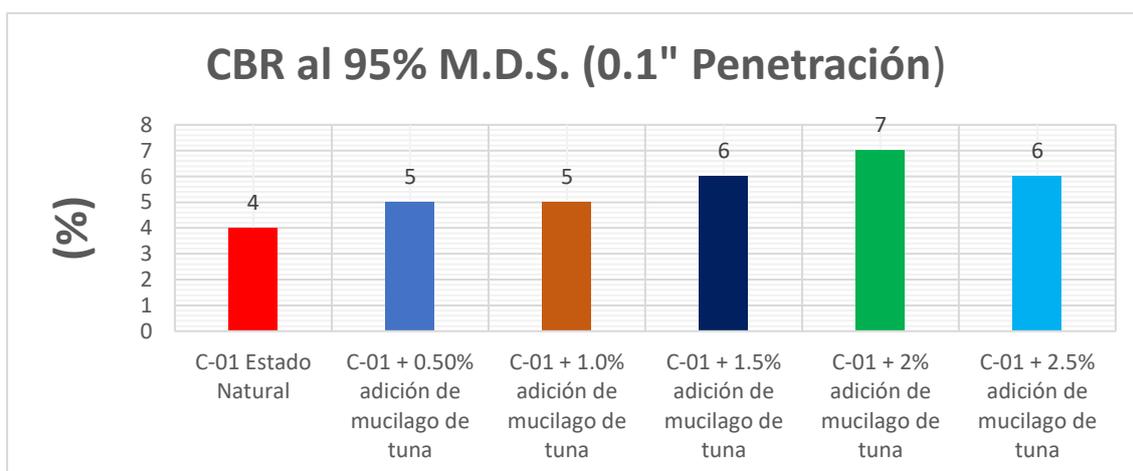


Figura 3. CBR C-01 con adición de mucílago de tuna.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resultado del CBR Calicata II

Ensayo de CBR con M.T.	CBR al 100% M.D.S (0.1 Penetración)	CBR al 95% M.D.S (0.1 Penetración)
C-02 Estado natural	6.3%	5%
C-02+0.5% DE MT	7%	6%
C-02+1.0% DE MT	8%	7%
C-02+1.5% DE MT	9%	7%
C-02+2.0% DE MT	10%	8%
C-02+2.5% DE MT	8%	6%

Fuente: Elaboración propia

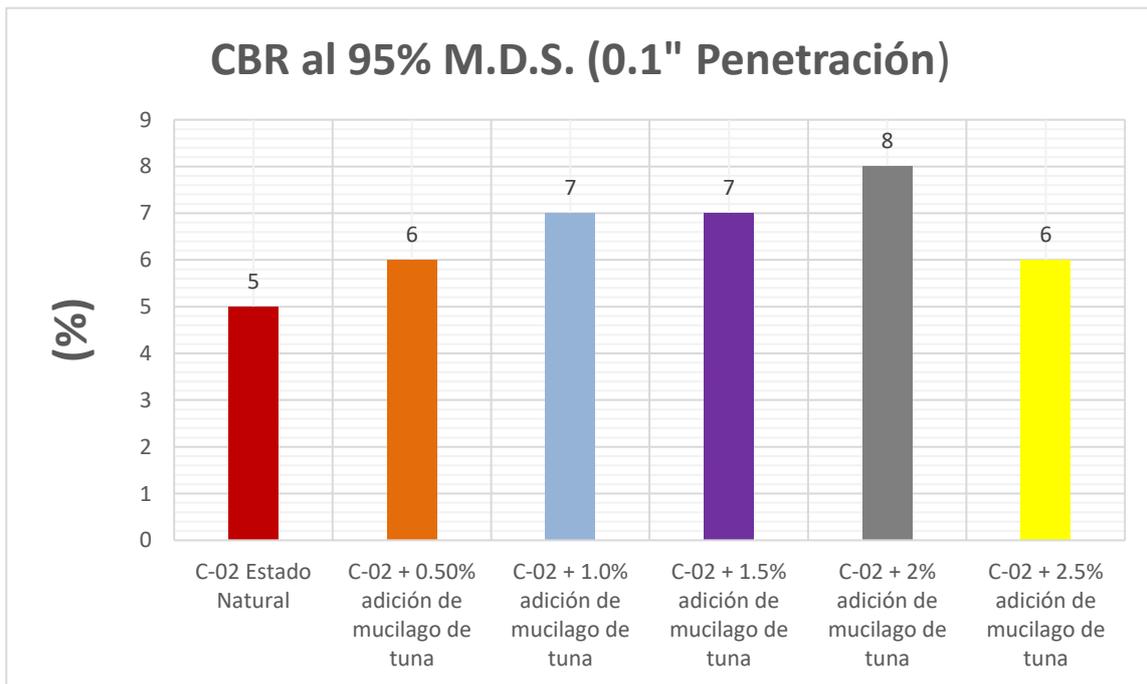


Figura 4. CBR C-02 con adición de mucílago de tuna.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Resultado del CBR Calicata III

Ensayo de CBR con M.T.	CBR al 100% M.D.S (0.1 Penetración)	CBR al 95% M.D.S (0.1 Penetración)
C-03 Estado natural	5%	4%
C-03+0.5% DE MT	6%	5%
C-03+1.0% DE MT	6%	5%
C-03+1.5% DE MT	7%	6%
C-03+2.0% DE MT	8%	6%
C-03+2.5% DE MT	7%	6%

Fuente: Elaboración propia

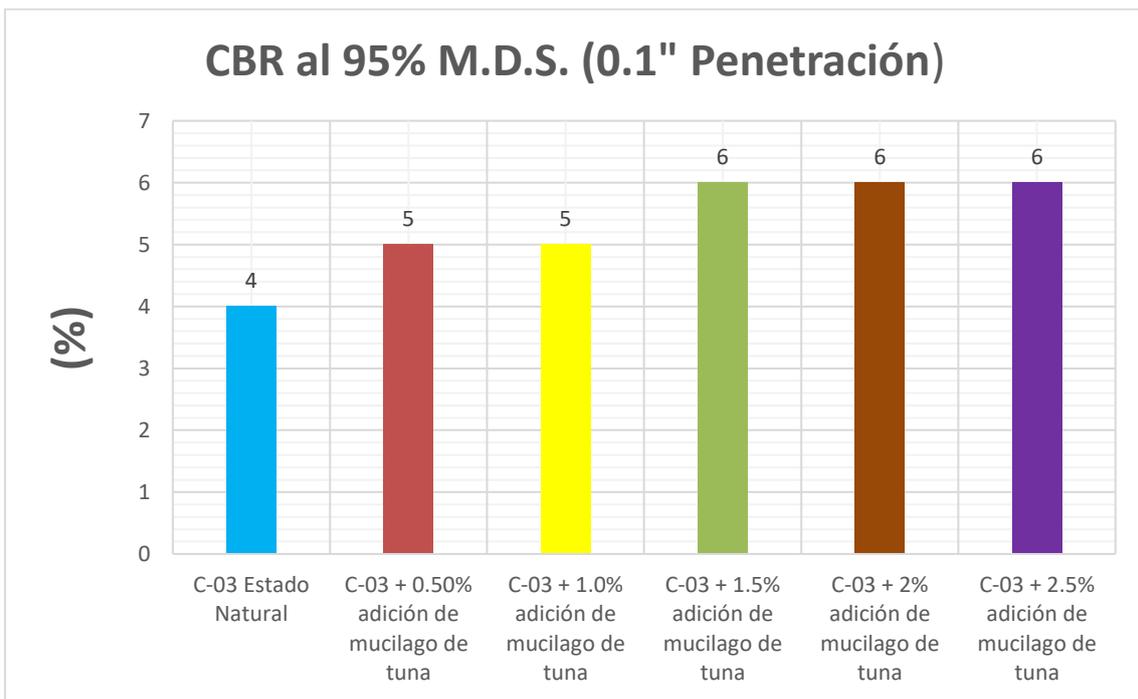


Figura 5. CBR C-03 con adición de mucílago de tuna.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultado del CBR Calicata IV

Ensayo de CBR con M.T.	CBR al 100% M.D.S (0.1 Penetración)	CBR al 95% M.D.S (0.1 Penetración)
C-04 Estado natural	5%	4%
C-04+0.5% DE MT	6%	4%
C-04+1.0% DE MT	6%	5%
C-04+1.5% DE MT	7%	5%
C-04+2.0% DE MT	9%	6%
C-04+2.5% DE MT	7%	5%

Fuete: Elaboración propia

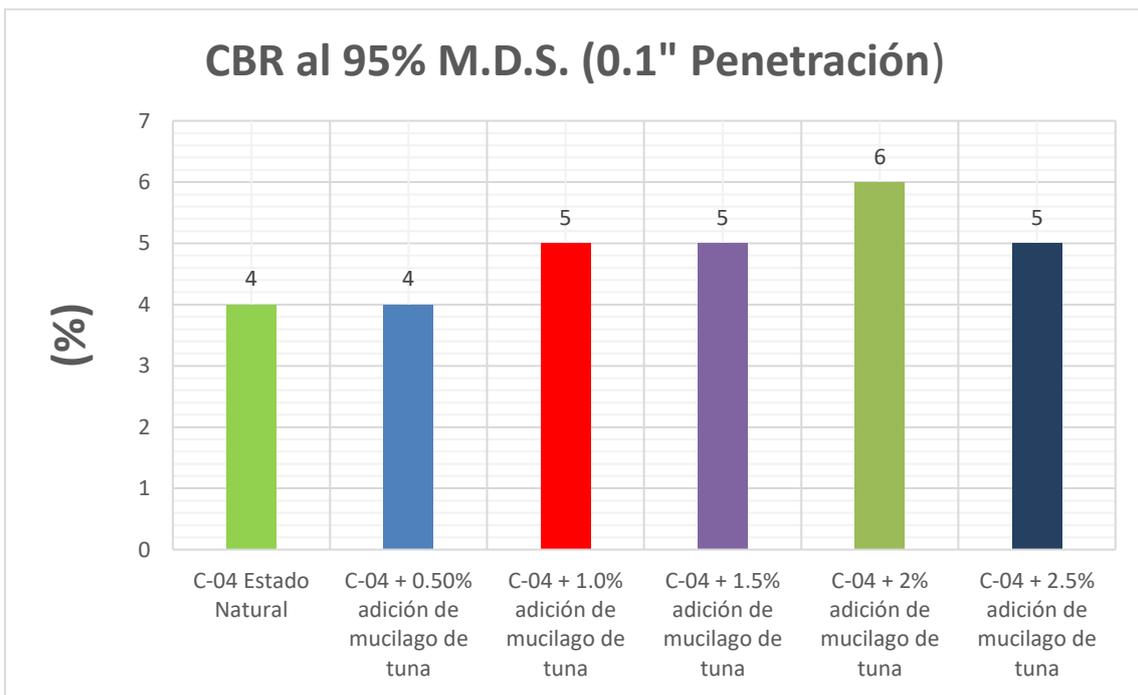


Figura 6. CBR C-04 con adición de mucílago de tuna

Fuete: Elaboración propia

Tabla 14. Resultado del CBR Calicata V

Ensayo de CBR con M.T.	CBR al 100% M.D.S (0.1 Penetración)	CBR al 95% M.D.S (0.1 Penetración)
C-05 Estado natural	5%	4%
C-05+0.5% DE MT	5%	4%
C-05+1.0% DE MT	5%	4%
C-05+1.5% DE MT	7%	5%
C-05+2.0% DE MT	7%	6%
C-05+2.5% DE MT	6%	5%

Fuente: Elaboración propia

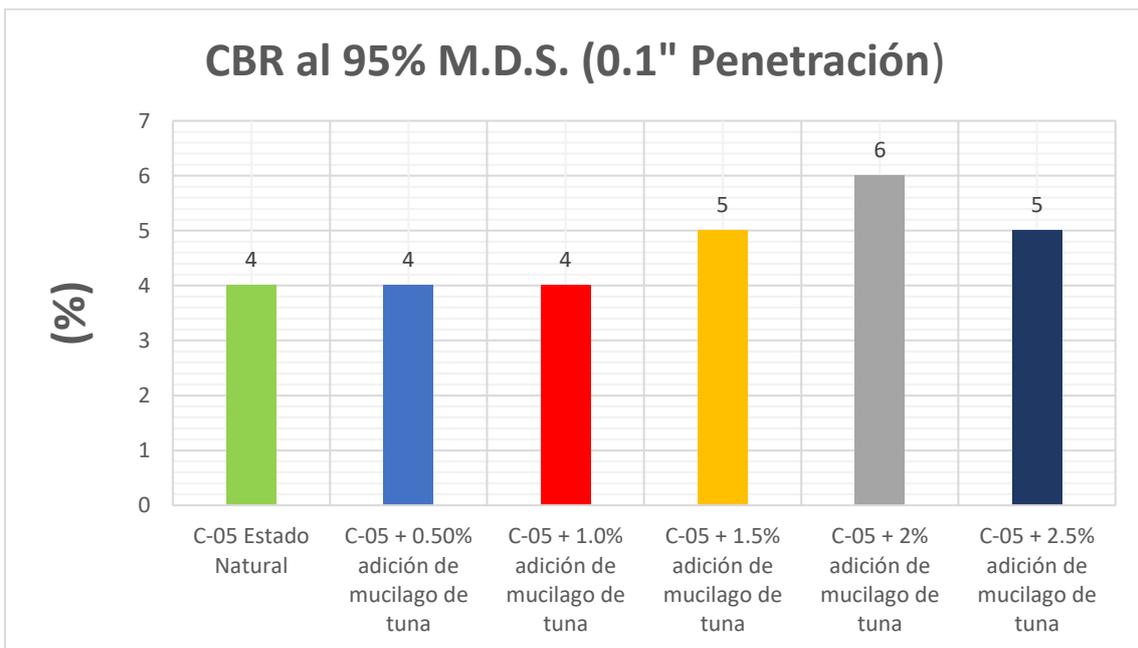


Figura 7. CBR C-05 con adición de mucílago de tuna

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En el presente estudio, se evaluó el impacto del agregado de Material de Tratamiento (MT) en diferentes porcentajes (0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, y 2.5%) sobre la plasticidad de suelos pertenecientes a la carretera Baños Termales CA-886. Los resultados obtenidos indican un incremento en el índice de plasticidad (IP) para todas las calicatas analizadas (C-01 a C-05), con aumentos porcentuales en el rango de 1.48% a 4.42%, lo que sugiere que la incorporación de MT en estos porcentajes no contribuye a la mejora de la plasticidad del suelo, situándolos en categorías de mediana a alta plasticidad según los estándares del MTC.

Esta tendencia en el incremento del IP contrasta con los hallazgos de investigaciones previas, que han demostrado la capacidad de diferentes materiales y métodos de tratamiento para mejorar significativamente las propiedades mecánicas y de resistencia de los suelos, particularmente en subrasantes para la construcción de pavimentos. Por ejemplo, el estudio realizado por Gupta, Sood, y Gupta (2024) resalta cómo la aplicación de métodos de estabilización puede llevar a mejoras sustanciales en la resistencia y rigidez de suelos de arcilla y arena, evidenciado por aumentos en el CBR y en el módulo resiliente, junto con reducciones en costos y emisiones de CO₂.

Este enfoque, centrado en la optimización de la construcción de pavimentos mediante pruebas prácticas en lugar de estimaciones teóricas, ofrece una perspectiva valiosa sobre la importancia de seleccionar adecuadamente los materiales y técnicas de estabilización. Del mismo modo, la investigación de Shamsi, Ardakani, y Hassanlourad (2023) ilustra cómo el uso de agregados de concreto reciclado (RCA) y escoria granulada de alto horno (GBS) como estabilizadores puede mejorar notablemente las propiedades de las subrasantes de arcilla expansiva, un suelo problemático común en zonas urbanas.

Los resultados de su estudio destacan mejoras en las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes, incluyendo la reducción de los límites de Atterberg y aumentos en la densidad seca máxima, la relación de soporte de California (CBR), y la resistencia a la compresión uniaxial. Este enfoque no solo mejora la funcionalidad y durabilidad de las subrasantes, sino que también

promueve la sostenibilidad ambiental al reciclar materiales y reducir la contaminación.

La discrepancia entre los resultados de este estudio y las investigaciones anteriores podría atribuirse a varias causas, incluyendo la naturaleza específica de los suelos bajo estudio, las diferencias en la composición y proporciones de los materiales de tratamiento, y la metodología de aplicación de estos tratamientos.

Es posible que, en el caso de la carretera Baños Termales CA-886, los porcentajes de MT utilizados o la composición específica del MT no sean los más adecuados para reducir la plasticidad del suelo de manera efectiva. En este estudio, se analiza la influencia del Material de Tratamiento (MT) sobre las propiedades físicas de la subrasante en la carretera Baños Termales CA-886, específicamente enfocándonos en la Máxima Densidad Seca (MDS) y el Contenido Óptimo de Humedad (OCH).

Los resultados muestran una mejora en la MDS al adicionar diferentes porcentajes de MT (0.5% a 2.5%), con incrementos en los rangos de valores de MDS de 0.05% a 0.03% para las calicatas C-01 a C-05. Sin embargo, el OCH se incrementa desfavorablemente en todos los porcentajes de MT estudiados, con aumentos que varían entre 1.92% y 2.49%. Estos hallazgos sugieren que, mientras se mejora la compactación del suelo, se requiere una mayor humedad para alcanzar dicha compactación óptima.

Comparando con estudios nacionales relevantes, la investigación de Capcha y Huaman (2022) sobre la Carretera Quellaveco evidencia cómo la combinación de emulsión asfáltica y mucílago de tuna, en proporciones específicas, no solo mejora la MDS y reduce el OCH, sino que también reduce significativamente el Índice de Plasticidad (IP) y aumenta el valor del Coeficiente de Soporte de California (CBR). Estos cambios indican una mejora general en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, lo que es congruente con los objetivos de nuestro estudio al buscar métodos eficaces para la estabilización de suelos.

Asimismo, el estudio de Cardenas y Mendoza (2022) resalta el potencial del mucílago de linaza tuna para mejorar significativamente las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, donde la dosificación óptima (7%) logra reducciones notables en el IP y OCH, junto con incrementos en la MDS y el CBR. Estos resultados son particularmente relevantes para nuestro estudio, ya que resaltan la importancia de identificar la dosificación adecuada del material de tratamiento para maximizar las mejoras en la subrasante, a pesar de que, en nuestro caso, el incremento en el OCH sugiere un desafío adicional en la gestión de la humedad durante la compactación.

La discrepancia en el comportamiento del OCH en nuestro estudio, en comparación con las reducciones observadas en los trabajos de Capcha y Huaman, y de Cardenas y Mendoza, podría atribuirse a diferencias en la naturaleza y composición del MT utilizado, así como a las características específicas de los suelos de cada sitio de estudio. Mientras que el mucílago de tuna y de linaza tuna demostraron ser efectivos en la reducción del OCH, el MT aplicado en nuestro estudio podría estar influyendo en la retención de humedad del suelo de manera distinta, lo cual destaca la importancia de una selección cuidadosa de los materiales de tratamiento basada en las propiedades específicas del suelo y los objetivos de la estabilización.

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio subrayan la capacidad de ciertos materiales de tratamiento para mejorar la compactación del suelo aumentando la MDS, aunque el manejo del OCH representa un desafío que requiere atención. La comparación con estudios previos indica la viabilidad de mejorar las propiedades de la subrasante mediante el uso de estabilizantes específicos, como el mucílago de tuna y la emulsión asfáltica, resaltando la necesidad de una evaluación exhaustiva de las propiedades del suelo y la selección de materiales para optimizar las técnicas de estabilización en la construcción y mantenimiento de carreteras.

La discusión de los resultados obtenidos en el estudio de la carretera Baños Termales CA-886 revela un incremento moderado en la resistencia del suelo, específicamente en los valores del coeficiente de balasto (CBR) con la adición de Material de Tratamiento (MT) en distintos porcentajes (0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%). Aunque esta mejora es favorable, no se considera significativa,

situando las subrasantes en categorías de resistencia que oscilan entre regular y pobre según los estándares del MTC, donde un $\text{CBR} \geq 6\%$ es indicativo de una subrasante de resistencia regular, y un $\text{CBR} < 6\%$ se asocia a una subrasante pobre.

Este comportamiento contrasta con hallazgos de investigaciones previas, como las realizadas por Choquecota (2022) y Sanchez (2020), donde se demostró una mejora significativa en las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante mediante la adición de mucílago de tuna. Choquecota reportó que la inclusión de mucílago de tuna en dosificaciones de hasta el 8% mejoraba de manera considerable el índice de plasticidad (IP), el contenido óptimo de humedad (OCH), la máxima densidad seca (MDS), y especialmente el valor de CBR, indicando un potencial significativo para el uso del mucílago como estabilizador de suelos. Por otro lado, Sanchez (2020) encontró que la proporción óptima de mucílago de tuna era del 3%, momento a partir del cual los beneficios en la densidad seca máxima y el valor de CBR comenzaban a decrecer, sugiriendo una correlación inversa entre la cantidad de mucílago de tuna y las mejoras en las propiedades del suelo.

La diferencia en los resultados obtenidos en el estudio actual puede deberse a varios factores, entre ellos la naturaleza específica del suelo de la carretera Baños Termales CA-886, las diferencias en las características intrínsecas del MT utilizado en comparación con el mucílago de tuna, o incluso las metodologías empleadas para la mezcla y compactación de las muestras de suelo. Mientras que el mucílago de tuna ha demostrado ser eficaz en la mejora de las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante en otras investigaciones, el MT utilizado en este estudio parece tener un impacto más limitado en la resistencia del suelo.

Es crucial considerar que la mejora en las propiedades de la subrasante no solo depende del tipo de material utilizado como estabilizador, sino también de la interacción de este material con las características específicas del suelo, incluyendo su composición, textura y condiciones de humedad. Por lo tanto, se sugiere realizar estudios adicionales que exploren diferentes materiales y técnicas de estabilización, ajustando las proporciones de MT y evaluando su

interacción con diversas condiciones del suelo para optimizar las mejoras en las propiedades de la subrasante. Asimismo, podría ser beneficioso investigar la combinación de diferentes estabilizadores, como el mucílago de tuna y otros compuestos, para evaluar sinergias potenciales que puedan ofrecer mejoras más significativas en la resistencia y otras propiedades relevantes de la subrasante.

VI. CONCLUSIONES

- En conclusión, los resultados indican que la adición de material de Tratamiento (MT) en proporciones del 0.5% al 2.5% no reduce la plasticidad del suelo en la carretera Baños Termales CA-886, sino que incrementa el índice de plasticidad (IP) en las calicatas C-01 a C-05, con aumentos porcentuales de 1.48% a 4.42%. Esto clasifica los suelos dentro de rangos de plasticidad media a alta, según lo definido por el MTC. Este hallazgo resalta la necesidad de reevaluar las estrategias de tratamiento del suelo para esta carretera.
- En conclusión, el estudio sobre la carretera Baños Termales CA-886 muestra que la adición de Material de Tratamiento (MT) entre 0.5% y 2.5% incrementa ligeramente la Máxima Densidad Seca (MDS) en todas las calicatas (0.05% a 0.04%), mejorando la compactación. Sin embargo, este tratamiento también eleva el Contenido Óptimo de Humedad (OCH) en rangos de 1.92% a 2.49%, presentando desafíos para la compactación efectiva. Este hallazgo subraya la necesidad de equilibrar la dosificación de MT para optimizar la compactación y las propiedades del suelo en proyectos viales.
- En conclusión, la incorporación de Material de Tratamiento (MT) a la carretera Baños Termales CA-886 aumenta moderadamente la resistencia del suelo, con incrementos en el valor CBR de 1.33%, 0.83%, 1.33%, 0.8%, y 0.8% en las calicatas C-01 a C-05 respectivamente. Aunque esta mejora es positiva, no alcanza a categorizar el suelo más allá de subrasante de resistencia regular a pobre, según los estándares del MTC con $CBR \geq 6\%$ y $< 6\%$.

VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere continuar con investigaciones futuras enfocadas en el desarrollo y aplicación de alternativas ecológicas o materiales innovadores para la estabilización de suelos en subrasantes, reemplazando los productos químicos convencionales.
- Este enfoque no solo promueve la sostenibilidad ambiental, sino que también abre el camino hacia la exploración de tecnologías avanzadas y soluciones basadas en la naturaleza, potencialmente más eficientes y menos perjudiciales para el ecosistema. La búsqueda de estas alternativas debería incluir una evaluación exhaustiva de su viabilidad técnica, económica, y ambiental, asegurando que los métodos propuestos sean prácticos y efectivos en el mejoramiento de las propiedades del suelo para aplicaciones de ingeniería civil.
- Es esencial considerar la limpieza y tratamiento de productos naturales o de residuos antes de su aplicación en la subrasante, eliminando impurezas para asegurar que su incorporación al suelo no introduzca contaminantes que puedan afectar la integridad de la subrasante o el entorno.
- Recomendamos extender el rango de estudio más allá del 2.5% de Material de Tratamiento (MT), incluyendo el mucílago de tuna, para evaluar su impacto en la Máxima Densidad Seca (MDS), el Contenido Óptimo de Humedad (OCH), y el Coeficiente de Balasto (CBR), y determinar si los incrementos observados en estos parámetros se mantienen o mejoran con dosificaciones superiores.

REFERENCIAS

- AFROUGHSAKET, V. y OZBAKKALOGLU, T., 2024. Mechanical and durability properties of high-strength concrete containing steel and polypropylene fibers. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 94, pp. 73-82. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2015.06.051. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85184377082&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=c288d70ee314c9a3e4ef6fdd38ec34e3&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28%22concrete%22%29&sl=25&sessionSearchId=c288d70ee314c9a3e4ef6fdd38ec34e3&relpos=5>.
- ARATZ, L., IGNACIO, P., LOPEZ, V., SANTAMARÍA, A. y AGUIRRE, M., 2024. Finite Element Method for sustainable and resilient structures made with bar and fiber - reinforced EAFS concrete. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], no. March, pp. 1-28. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e03032>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509524001839>.
- ARMSTRONG, K.O., KAMATH, D., ZHAO, X., RENCHECK, M.L., TEKINALP, H., KOREY, M., HUN, D. y OZCAN, S., 2023. Life cycle cost, energy, and carbon emissions of molds for precast concrete: Exploring the impacts of material choices and additive manufacturing. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 197, no. October, pp. 1-7. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2023.107117. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344923002537>.
- AUTELITANO, F., BRUNO, N., MARTINELLI, R., CALVANESE, V., GARILLI, E., BIANCARDO, S.A., DELL'ACQUA, G., VEROPALUMBO, R., ZERBI, A., RONCELLA, R. y GIULIANI, F., 2022. The construction of a street never opened to traffic. The extraordinary discovery of pavement engineering in vicolo dei Balconi of Pompeii. *Journal of Cultural Heritage* [en línea], vol. 54, no. April, pp. 108-117. ISSN 12962074. DOI 10.1016/j.culher.2022.01.012. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207422000127>.
- CAMACHO, C. y DIAZ, E., 2022. *Variación del costo unitario y resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado grueso industrial y artesanal,*

- Cajamarca* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32502>.
- CAMILLE, C., MIRZA, O., KIRKLAND, B. y CLARKE, T., 2022. Structural behaviour of prestressed concrete sleepers reinforced with high-performance macro synthetic fibres. *Engineering Failure Analysis* [en línea], vol. 141, no. May, pp. 1-37. ISSN 13506307. DOI 10.1016/j.engfailanal.2022.106671. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135063072400195X>.
- CAPCHA, A. y HUAMAN, J.L., 2022. *Aplicación de emulsión asfáltica - mucilago de tuna para mejorar la subrasante, cuantificando la densidad con mesa vibratoria, carretera Quellaveco, Moquegua 2022* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- CAPRILI, S., CHELLINI, G., MATTEI, F., SALVATORE, W., SIMONETTI, G. y BADALASSI, M., 2024. Lightly reinforced concrete walls in formwork blocks for the combined seismic and energy retrofit of masonry structures. *Engineering Structures* [en línea], vol. 303, no. March, pp. 1-38. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2024.117573. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029624001354>.
- CARDENAS, A. y MENDOZA, L., 2022. *Incorporación de mucilago de linaza-tuna en propiedades de subrasante en calle Las Artes AA. HH Andrés Araujo Moran, Tumbes- 2022* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109815>.
- CHENG, J., ZHANG, Y., MA, Y., CHEN, X. y AN, N., 2023. The effect of seismic action on stability of saline soil subgrade in cold region based on isothermal stratification method. *Earthquake Research Advances* [en línea], no. December, pp. 100271. ISSN 27724670. DOI 10.1016/j.eqrea.2023.100271. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772467023000684>.
- CHOQUECOTA, J., 2022. *Incorporación de mucilago de tuna para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante en Av. Los Olivos, Arequipa -2022.* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:

- http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- CUBAS, J. y MANAY, L., 2021. *Mejoramiento de subrasante para pavimento industrial de tránsito pesado utilizando escoria metálica, en Estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- FAN, H., GU, F., ZHANG, J., PENG, J. y ZHENG, J., 2024. Backcalculation of In-situ Nonlinear Viscoelastic Properties of Subgrade Using a Finite Element-Based Machine Learning Approach. *Transportation Geotechnics* [en línea], vol. 45, no. March, pp. 101205. ISSN 22143912. DOI 10.1016/j.trgeo.2024.101205. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391224000266>.
- GUPTA, G., SOOD, H. y GUPTA, P.K., 2024. Economic and environmental assessment of industrial wastes stabilized clay and sand soil subgrades using experimental and theoretical approaches. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 422, no. April, pp. 24-29. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2024.135787. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061824009280>.
- JEREMIAH, J.J., ABBEY, S.J., BOOTH, C.A. y EYO, E.U., 2024. *Viability of calcinated wastepaper sludge ash geopolymers in the treatment of road pavement subgrade materials* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391223002386>.
- KAVOUSHI, H. y FATHI, M., 2018. Nuevas micropartículas de mucílago de semilla de berro y caseinato de sodio para la encapsulación de curcumina: un enfoque para la liberación controlada. *Procesamiento de bioproductos* [en línea], pp. 1-5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960308518302839>.
- KUMAR, S. y SINGH, S., 2023. Subgrade soil stabilization using geosynthetics: A critical review. *Materials Today: Proceedings* [en línea], no. April, pp. 1-5. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2023.04.266. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323021685>.

- LEE, S.Y. y LE, T.H.M., 2023. Evaluating pavement performance in bus rapid transit systems: Lessons from Seoul, South Korea. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 18, no. July, pp. 1-30. ISSN 22145095. DOI 10.1016/j.cscm.2023.e02065. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523002450>.
- LI, Chao, ZHANG, S., MAN, X., YUE, H., LEI, L., ZHU, Q., JIANG, W. y ZHANG, Y., 2024. Investigation on the mechanical and vibration isolation properties of rubber particle-flowable fly ash subgrade prepared with waste tires. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 411, no. January, pp. 1-6. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2023.134419. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823041387>.
- LI, Zheng, XU, L., WANG, W., ZHANG, J., WANG, J., PENG, B. y ZENG, Z., 2024. On use of train-track-subgrade dynamic model for investigating the train-induced cumulative deformation of subgrade and its dynamic effects. *Applied Mathematical Modelling* [en línea], vol. 127, no. March, pp. 71-95. ISSN 0307904X. DOI 10.1016/j.apm.2023.11.026. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0307904X23005425>.
- LIHUA, L., SHUSEN, Z., YLIN, G., JUNCHAO, Y., XUANYU, S. y MIAO, Y., 2024. Experiment on the performance of high-speed railway subgrade with tire debris mixed filling. *Transportation Geotechnics* [en línea], vol. 45, no. March, pp. 1-34. DOI <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2024.101226>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391224000473>.
- LIU, H., HAN, J., AL-NADDAF, M., PARSONS, R.L. y KAKRASUL, J.I., 2022. Field monitoring of wicking geotextile to reduce soil moisture under a concrete pavement subjected to precipitations and temperature variations. *Geotextiles and Geomembranes* [en línea], vol. 50, no. 5, pp. 1004-1019. ISSN 02661144. DOI 10.1016/j.geotexmem.2022.07.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266114422000711>.
- LUO, Z., ZHANG, X., GAO, Y., WANG, Y., LIU, F. y LAN, X., 2023. Mechanical properties of loess subgrade treated by superabsorbent polymer. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 18, no. July, pp. 1-26. ISSN

22145095. DOI 10.1016/j.cscm.2022.e01741. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522008737>.
- MAHA MADAKALAPUGE, C., DUTTA, T.T., BODIN, D. y KODIKARA, J., 2022. Numerical evaluation of temporal moisture variations in unbound pavements with thin seals. *Transportation Geotechnics* [en línea], vol. 35, no. July, pp. 1-6. ISSN 22143912. DOI 10.1016/j.trgeo.2022.100787. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221439122200071X>.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2006. *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf>.
- PENG, S., WU, B., DU, X., ZHAO, Y. y YU, Z., 2023. Study on dynamic splitting tensile mechanical properties and microscopic mechanism analysis of steel fiber reinforced concrete. *Structures* [en línea], vol. 58, no. December, pp. 1-6. ISSN 23520124. DOI 10.1016/j.istruc.2023.105502. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352012423015904>.
- PFÄNDLER, P., BODIE, K., CROTTA, G., PANTIC, M., SIEGWART, R. y ANGST, U., 2024. Non-destructive corrosion inspection of reinforced concrete structures using an autonomous flying robot. *Automation in Construction* [en línea], vol. 158, no. February, pp. 1-37. ISSN 09265805. DOI 10.1016/j.autcon.2023.105241. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580523005010>.
- ROUZMEHR, F., CHOI, P., NAM, J.H. y WON, M., 2021. Improvements of quality assurance testing program for subgrade and base layer construction. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 310, no. December, pp. 1-7. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.125157. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821029019>.
- SAMMAK, M. y MOUSAVINEJAD, S.H.G., 2023. An experimental study on the effect of thickness and connection type of precast ultra-high-performance fiber-reinforced geopolymer concrete plates on the load–deflection capacity of one-way concrete slabs. *Structures* [en línea], vol. 58, no. December, pp. 1-5. ISSN 23520124. DOI 10.1016/j.istruc.2023.105462. Disponible en:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352012423015503>.
- SANCHEZ, G., 2020. *Incorporación del mucilago de tuna para mejorar las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba –Cusco, 2021* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74205>.
- SHAMSI, J., ARDAKANI, A. y HASSANLOURAD, M., 2023. Resilient response and strength of highly expansive clay subgrade stabilized with recycled concrete aggregate and granulated blast furnace slag. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 408, no. December, pp. 24-29. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2023.133816. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823035341>.
- SHI, F., MENG, Q., PAN, L. y WANG, J., 2023. Root damage of street trees in urban environments: An overview of its hazards, causes, and prevention and control measures. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 904, no. December, pp. 1-7. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2023.166728. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969723053536>.
- TANYILDIZI, M., UZ, V.E. y GÖKALP, İ., 2023. Utilization of waste materials in the stabilization of expansive pavement subgrade: An extensive review. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 398, no. September, pp. 22-27. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2023.132435. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823021517>.
- TELES, G.H., DOS SANTOS, E.C., DA SILVA, G.B., GABRIEL LOPES DA SILVA, M., MARIA DA SILVA, J., DE MORAES ROCHA, G.J., DE BARROS PITA, W. y RIBEIRO, E., 2023. Full utilization of the yellow passion fruit peel: Chemical characterization and valorization to reduce biomass waste. *Industrial Crops and Products* [en línea], vol. 206, no. December, pp. 1-6. ISSN 09266690. DOI 10.1016/j.indcrop.2023.117593. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669023013584>.
- WOLF, J., JOHNSTON, R.B., AMBELU, A., ARNOLD, B.F., BAIN, R., BRAUER, M., BROWN, J., CARUSO, B.A., CLASEN, T., COLFORD, J.M., MILLS, J.E., EVANS, B., FREEMAN, M.C., GORDON, B., KANG, G., LANATA, C.F.,

- MEDLICOTT, K.O., PRÜSS-USTÜN, A., TROEGER, C., BOISSON, S. y CUMMING, O., 2023. Burden of disease attributable to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene in domestic settings: a global analysis for selected adverse health outcomes. *The Lancet* [en línea], vol. 401, no. 10393, pp. 2060-2071. ISSN 1474547X. DOI 10.1016/S0140-6736(23)00458-0. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673623004580>.
- XU, C., WU, K., CAO, P. zhou, SUN, Y. yong y YANG, D. guo, 2024. Failure mechanism and bearing capacity analysis of steel fiber steel reinforced concrete(SFSRC) beams. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 416, no. February, pp. 1-6. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2024.135063. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061824002046>.
- YANG, Z., CHEN, L., XUE, J., SU, M., ZHANG, F., DING, L.-X., WANG, S. y WANG, H., 2024. Nano-alumina@cellulose coated separators with the reinforced-concrete-like structure for high-safety lithium-ion batteries. *Chinese Journal of Chemical Engineering* [en línea], no. January, pp. 1-5. ISSN 10049541. DOI 10.1016/j.cjche.2023.07.015. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1004954124000326>.
- YU, X., LI, J., YU, Y. y SONG, A., 2024. Advancing service life estimation of reinforced concrete considering the coupling effects of multiple factors: Hybridized physical testing and machine learning approach. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 84, no. May, pp. 1-34. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.jobbe.2024.108476. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710224000433>.
- ZHANG, J., HU, H., PENG, J. y LIU, S., 2024. Humidity field for unsaturated subgrade accounting for the hydro-mechanical coupling and the difference of compactness: A simulation method. *Transportation Geotechnics* [en línea], vol. 45, no. March, pp. 1-5. ISSN 22143912. DOI 10.1016/j.trgeo.2024.101184. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391224000059>.
- ZHAO, X., YANG, T., XIAO, J., XIE, Q., ZONG, Z. y YU, Z., 2024. Mechanical properties and field test of lime-soda residue stabilized soil for subgrade.

Construction and Building Materials [en línea], vol. 419, no. March, pp. 24-29. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2024.135489. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061824006305>.

ANEXOS

ANEXO 1. Tabla de operacionalización de variables

Variable de investigación	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
Variable independiente Mucilago de tuna	El mucilago de tuna se refiere a la sustancia viscosa y natural obtenida del cactus de tuna. Esta sustancia está compuesta principalmente de polisacáridos, agua, y en menor medida, minerales y vitaminas. En diversas investigaciones, se ha explorado por sus propiedades como agente aglutinante, estabilizante, y su capacidad de retención de agua (Capcha y Human 2022).	Para los fines de este estudio, el mucilago de tuna se cuantificará en términos de su concentración (porcentaje en peso o volumen), método de extracción, y características físico-químicas (viscosidad, pH, contenido de sólidos solubles). La aplicación del mucilago se realizará en distintas concentraciones para evaluar su efecto en la mejora de la subrasante, controlando variables como tipo de suelo, temperatura, y humedad durante el proceso de aplicación y curado.	Dosificación	0.5% de peso para el mucilago de tuna	Razón	Tipo de investigación: Aplicado Enfoque: Cuantitativo Diseño: Experimental Población: Toda la subrasante de la carretera baños termales
				1.00% de peso para el mucilago de tuna		
				1.5% de peso para el mucilago de tuna		
				2.0% de peso para el mucilago de tuna		
				2.5% de peso para el mucilago de tuna		
Variable dependiente: mejoramiento de la subrasante	El mejoramiento de la subrasante se refiere al proceso y al resultado de aumentar la capacidad de carga, estabilidad, y resistencia al agua de la capa de suelo ubicada bajo la superficie de pavimentación. Este proceso es crucial para la construcción y mantenimiento de carreteras, pistas, y otras estructuras que requieren una base sólida para soportar cargas sin sufrir deformaciones significativas (Yu et al. 2024).	En este estudio, el mejoramiento de la subrasante se medirá a través de indicadores como la capacidad de carga (mediante pruebas de carga estática o dinámica), resistencia a la compresión, permeabilidad, y elasticidad del suelo tratado con el mucilago de tuna. Las mediciones se realizarán antes y después de la aplicación del tratamiento, comparando los resultados con muestras de control sin tratar y/o tratadas con otros mejoradores de suelo tradicionales.	Plasticidad	Limite liquido	Razón	Muestra: 5 calicatas Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación directa Instrumento de investigación: Fichas de laboratorio
				Limite plástico	Razón	
				Índice de plasticidad	Razón	
			Compactación	Clasificación de suelos	Razón	
				Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca	Razón	
			Resistencia	Capacidad portante del suelo	Razón	

Anexo 2. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos	Hipótesis	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos		
			Variable independiente: Mucilago de tuna				
¿Cómo influye al incorporar el mucilago de tuna para mejorar las propiedades de la sub rasante estabilizada en la carretera Baños Termales CA-886, Huambos - Cajamarca-2021?	OBJETIVO GENERAL: Incorporar el mucilago de tuna para mejorar en las propiedades de la subrasante estabilizada en la carretera Baños termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021.	Si al incorporar el mucilago de tuna mejorará en las propiedades de la subrasante estabilizada de la carretera Baños termales CA-886, Huambos - Cajamarca-2021.	Dosificación	0.5% de peso para el mucilago de tuna	Balanza de medición		
				1.00% de peso para el mucilago de tuna			
				1.5% de peso para el mucilago de tuna			
				2.0% de peso para el mucilago de tuna			
				2.5% de peso para el mucilago de tuna			
	OBJETIVOS ESPECIFICOS:			Variable dependiente: Mejoramiento de la subrasante			
	(1) Determinar la influencia del mucilago de tuna con porcentajes del 0.5%, 1.00 %, 1.50%, 2.00%, 2.50% para mejorar la plasticidad de la subrasante estabilizada en la carretera Baños termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021. (2) Establecer la influencia del mucilago de tuna con porcentajes del 0,5%, 1.00 %, 1.50%, 2.00%, 2.50% para mejorar la compactación de la subrasante estabilizada en la carretera Baños termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021. (3) Contrastar la influencia del mucilago de tuna con porcentajes del 0.5%, 1.00 %, 1.50%, 2.00%, 2.50% para mejorar la resistencia de la subrasante estabilizada en la carretera Baños termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021.		Plasticidad	Limite liquido	Ficha de ensayo de consistencia de plasticidad		
				Limite plástico			
				Índice de plasticidad			
	Compactación		Clasificación de suelos	Ficha de Ensayo Proctor modificado			
Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca							
Resistencia	Capacidad portante del suelo	Ficha de registro de CBR					

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

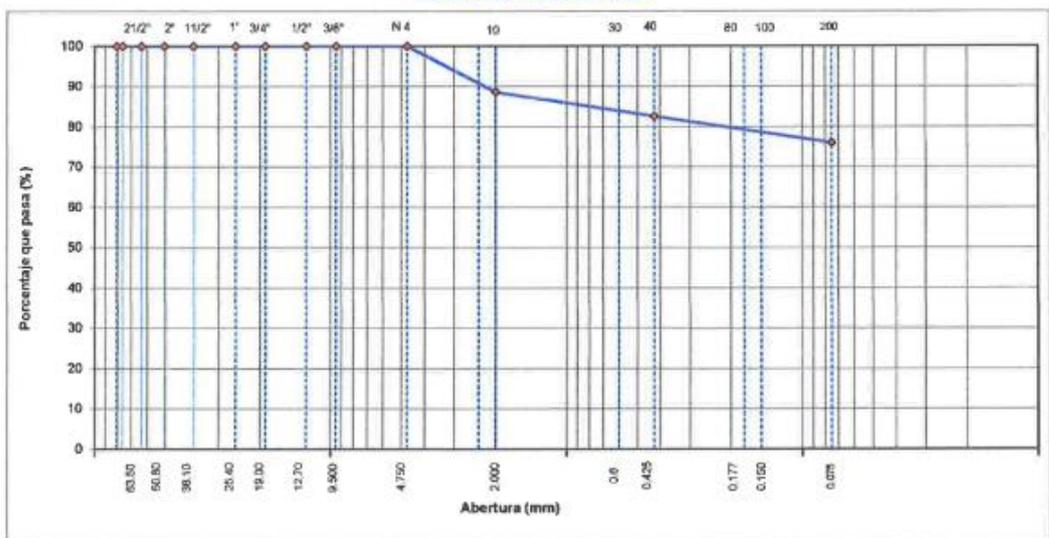
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	-
CALICATA :	C-1	PESO INICIAL :	810.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	810.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	ITEM	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 45.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 29.7
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 15.8
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : ML
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO) : A-7-6 (11)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	82.0	11.4	11.4	88.6		Contenido de Humedad (%) : 20.36
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	48.00	6.0	17.4	82.6		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	24.00	3.0	20.4	79.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	29.00	3.6	24.0	76.0		
< Nº 200	FONDO	616.00	76.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremías Rimarachin
 GERENTE GENERAL


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 177267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

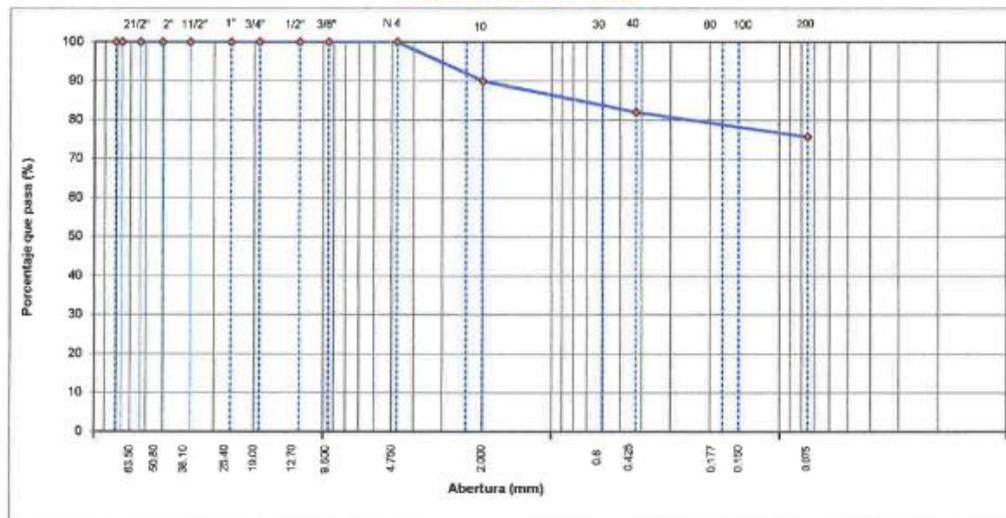
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 0.5% DE MUCILAGO DE TUNA	TAMAÑO MAXIMO	:
CALICATA	: C-1	PEÑO INICIAL	: 750.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCION SECA	: 750.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESEO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	60.59						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 46.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 30.4
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 16.1
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): ML
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7.5 (12)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	75.0	10.0	10.0	90.0		Contenido de Humedad (%): 20.96
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez :
Nº 40	0.425	60.00	8.0	18.0	82.0		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	19.00	2.5	20.5	79.5		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	28.00	3.7	24.3	75.7		
< Nº 200	FONDO	568.00	75.7	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE

GSE INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavé Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVES RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

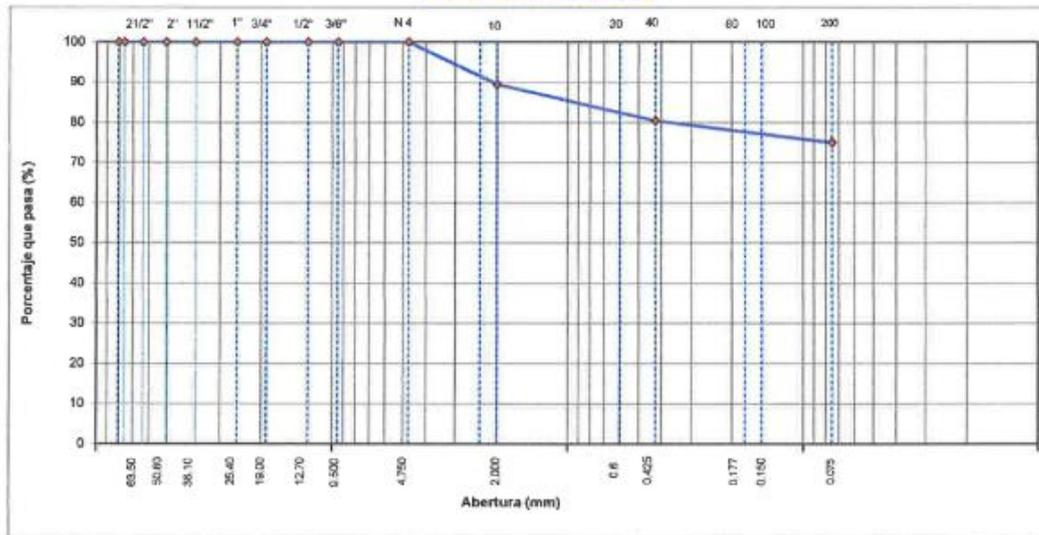
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 1.0% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-1	PESO INICIAL :	620.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	620.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						% Poco Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 47.6
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 36.5
3/4"	19.000						Índice Plástico (P): 17.1
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MI.
3/8"	9.500						Clasif. (AASHTO): A-7-5 (12)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	65.0	10.5	10.5	89.5		Contenido de Humedad (%): 20.36
Nº 16	1.190						Materia Orgánica: :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia: :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez: :
Nº 40	0.425	56.00	9.0	19.5	80.5		Descripción del (IC): :
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	15.00	2.4	21.9	78.1		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	19.00	3.1	25.0	75.0		
< Nº 200	FONDO	465.00	75.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
Gerente General

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Gerente General

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

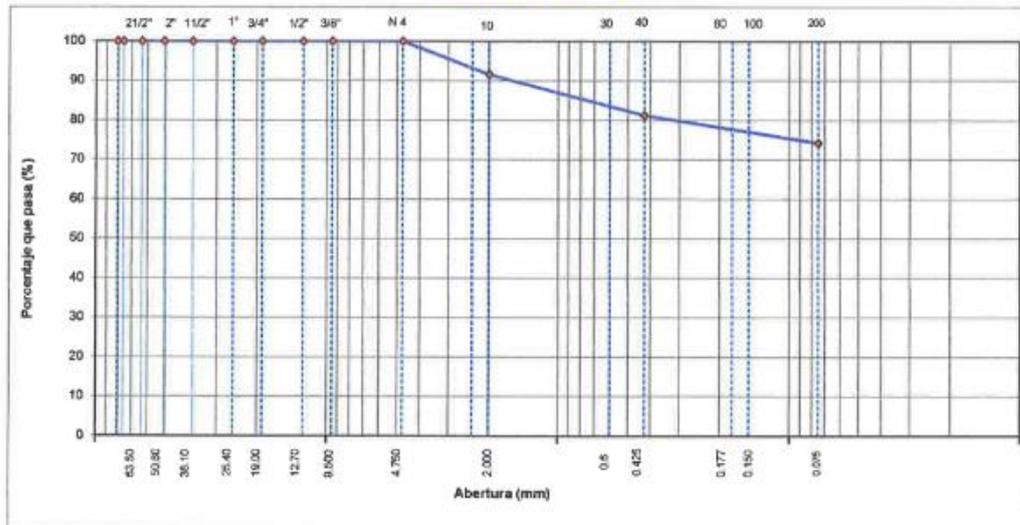
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 1.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-1	PESO INICIAL	: 720.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 720.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	ASTM D-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	36.100						Límite Líquido (LL): 48.6
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 34.6
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 18.0
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): ML
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7.5 (13)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	60.0	8.3	8.3	91.7		Contenido de Humedad (%): 20.36
Nº 16	1.190						Materia Orgánica: :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia: :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez: :
Nº 40	0.425	75.00	10.4	18.8	81.3		Descripción del (IC): :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	21.00	2.9	21.7	78.3		
Nº 200	0.075	29.00	4.0	25.7	74.3		
< Nº 200	FONDO	535.00	74.3	100.0			OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE

INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 73267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

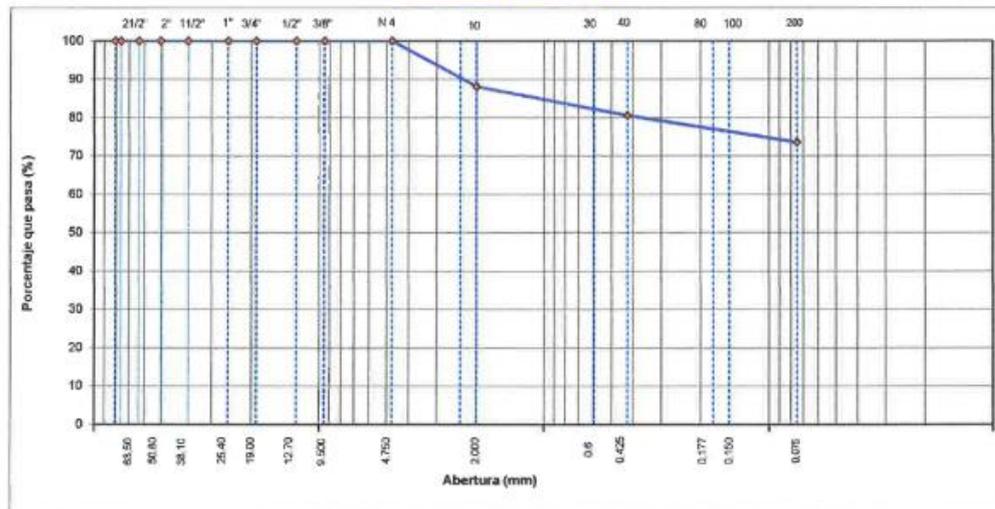
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEQUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 2% DE MUCLAGO DE TUNA	TAMAÑO MAXIMO	:
CALICATA	: C-1	PESO INICIAL	: 800.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCION SECA	: 800.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	83.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Limite Líquido (LL): 49.6
1"	25.400						Limite Plástico (LP): 36.3
3/4"	19.000						Indice Plástico (IP): 19.3
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): ML
3/8"	9.500						Clasific. (AASHTO): A-7-5 (13)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	95.0	11.9	11.9	88.1		Contenido de Humedad (%): 20.98
Nº 16	1.190						Materia Orgánica:
Nº 20	0.840						Indice de Consistencia:
Nº 30	0.600						Indice de Líquidez:
Nº 40	0.425	60.00	7.5	19.4	80.6		Descripción del (IC):
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.177						
Nº 100	0.150	30.00	3.8	23.1	76.9		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	26.00	3.3	26.4	73.6		
< Nº 200	FONDO	589.00	73.6	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE

GSE INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremios Rimarachin Rimarachin
 CERENTE GENERAL

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CPN N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

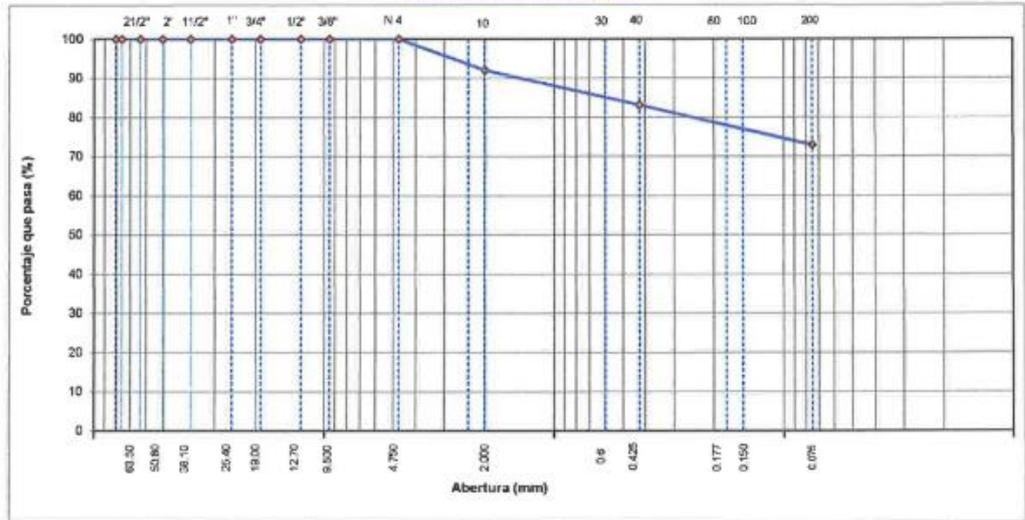
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 2.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-1	PESO INICIAL	: 950.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 950.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	FEBO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89					A	
3"	76.200						
2 1/2"	83.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	90.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 90.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 31.1
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 19.4
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500						Clasific. (AASHTO): A-7.5 (13)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	75.0	7.9	7.9	92.1		Contenido de Humedad (%): 20.36
Nº 16	1.180						Materia Orgánica:
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez:
Nº 40	0.425	85.00	8.9	16.8	83.2		Descripción del (IC):
Nº 60	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	45.00	4.7	21.6	78.4		
Nº 200	0.075	52.00	5.5	27.1	72.9		OBSERVACIONES:
< Nº 200	FONDO	893.00	72.9	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE

GSE INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rimarachin Koyarachi
 GERENTE GENERAL

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.º N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

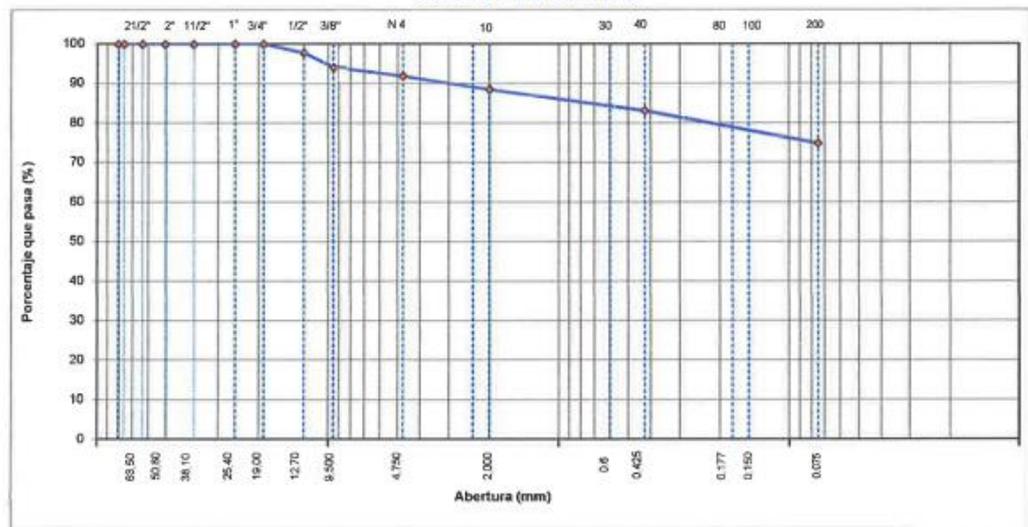
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	-
CALICATA :	C-2	PESO INICIAL :	680.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	680.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AAHITO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	89.0					A	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 8.1%
2"	50.800						% Paso Material <4: 91.9%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 50.3
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 28.8
3/4"	19.000				100.0		Índice Plástico (IP) : 21.5
1/2"	12.700	15.0	2.2	2.2	97.8		Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500	25.0	3.7	5.9	94.1		Clasific.(AASHTO) : A-7-6 (15)
Nº 4	4.750	15.0	2.2	8.1	91.9		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	25.0	3.4	11.5	88.5		Contenido de Humedad (%) : 19.14
Nº 16	1.190						Materia Orgánica : -
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia : -
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez : -
Nº 40	0.425	40.00	5.4	16.9	83.1		Descripción del (IC) : -
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	36.00	4.9	21.7	78.3		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	25.00	3.4	25.1	74.9		
< Nº 200	FONDO	554.00	74.9	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Berlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Graciela Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Henry David Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUBRAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T60)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

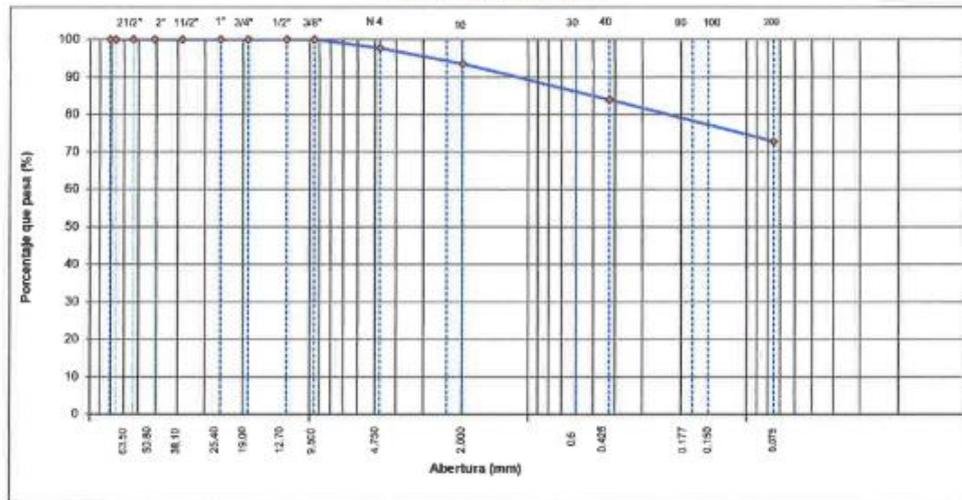
ESTRUCTURA	: SUB RABANTE	HECHO POR	: G.R.H
SOLICITANTES	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 05/10/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 0.5% DE MUCILAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-2	PESO INICIAL	: 750.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 750.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND.(M.)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	ASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	89.0						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 2.3%
2"	50.800						% Peso Material <4: 97.7%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 50.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 28.9
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 21.6
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500				100.0		Clasific. (AASHTO): A-7.6 (14)
Nº 4	4.750	17.0	2.3	2.3	97.7		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	32.0	4.2	6.4	93.6		Contenido de Humedad (%): 19.14
Nº 18	1.190						Materia Orgánica: :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia: :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez: :
Nº 40	0.425	74.00	9.8	16.1	83.9		Descomposición del (IC): :
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	52.00	6.8	22.9	77.1		
Nº 200	0.075	33.60	4.4	27.2	72.8		OBSERVACIONES:
< Nº 200	FONDO	558.40	72.8	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
COORDINADOR SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Graciela Rimarachin Rimarachin
INGENIERA EN CIVIL
INDEPENDIENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID LLANO RIMARACHIN
INGENIERO EN CIVIL
Reg. CP 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

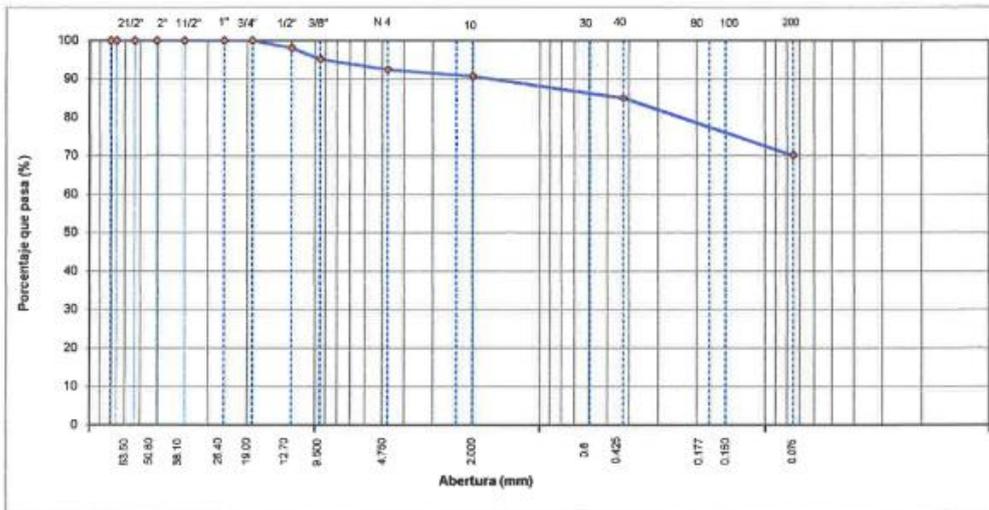
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 1.0% DE MUCILAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-2	PESO INICIAL :	520.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCION SECA :	520.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	ASIENTO T-27 (mm)	PESO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 7.5%
2"	50.800						% Peso Material <4 92.5%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 51.4
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 29.4
3/4"	19.000				100.0		Índice Plástico (IP) : 22.0
1/2"	12.700	10.0	1.9	1.9	98.1		Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500	15.0	2.9	4.8	95.2		Clasific (AASHTO) : A-7-6 (14)
Nº 4	4.750	14.0	2.7	7.5	92.5		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	10.0	1.8	9.3	90.7		Contenido de Humedad (%) : 18.14
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.800						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	32.00	5.7	15.0	85.0		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.177						
Nº 100	0.150	40.00	7.1	22.1	77.9		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	44.00	7.8	29.9	70.1		
< Nº 200	FONDO	394.00	70.1	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.
Erlin Clavo Rimacachi
INGENIERO CIVIL
Reg. CH. 77267

LABORATORIO INGENIERIA SUELOS Y CONCRETO S.A.C.
Gerentes Rimacachi Rimacachi
INGENIERO GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.
HENRY DAVILA RIMACACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CH. 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CLORURO DE SODIO PARA FINES DE PAVIMENTACION DE LA AV. AGRICULTURA EN LA CIUDAD DE CHOTA-REGION CAJAMARCA."

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

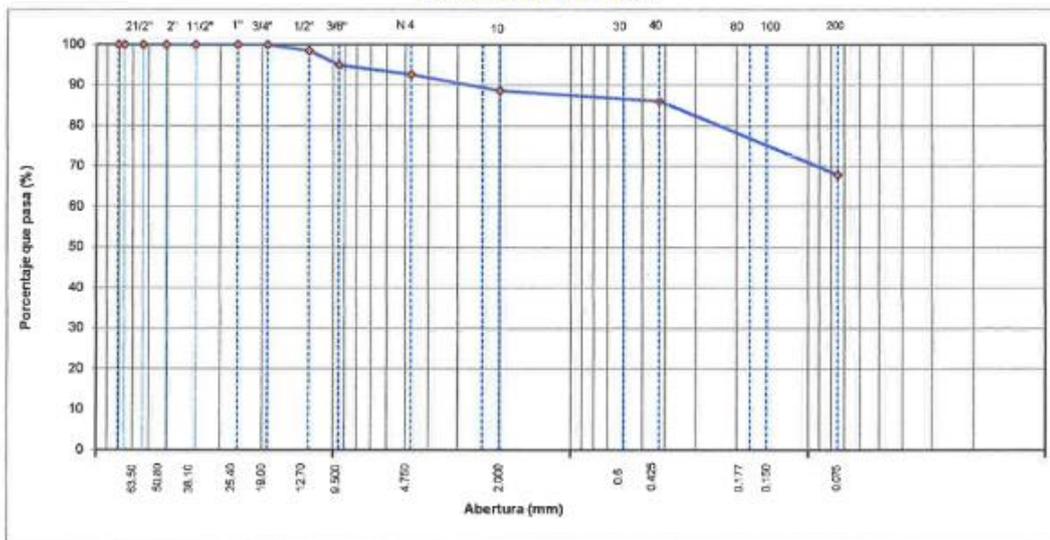
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 1.5% DE MUCILAGO DE TUNA	TAMAÑO MAXIMO :	
CALICATA :	C-2	PESO INICIAL :	700.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCION SECA :	700.0 g
UBICACION :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO 1-37	PEGO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	ØMM	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 7.3%
2"	50.800						% Peso Material <4 92.7%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 53.6
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 29.8
3/4"	19.000				100.0		Índice Plástico (IP) : 22.8
1/2"	12.700	10.0	1.4	1.4	98.6		Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500	25.0	3.6	5.0	95.0		Clasific.(AASHTO) : A-7-6 (14)
Nº 4	4.750	16.0	2.3	7.3	92.7		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	30.0	4.0	11.3	88.7		Contenido de Humedad (%) : 19.14
Nº 15	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	20.00	2.6	13.9	86.1		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	41.00	5.4	19.3	80.7		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	86.00	12.7	32.1	67.9		
< Nº 200	FONDO	513.00	67.9	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION
Orlín Clavo Rimbachin

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimbachin Rimbachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMBACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 7267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CLORURO DE SODIO PARA FINES DE PAVIMENTACION DE LA AV. AGRICULTURA EN LA CIUDAD DE CHOTA-REGION CAJAMARCA."

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

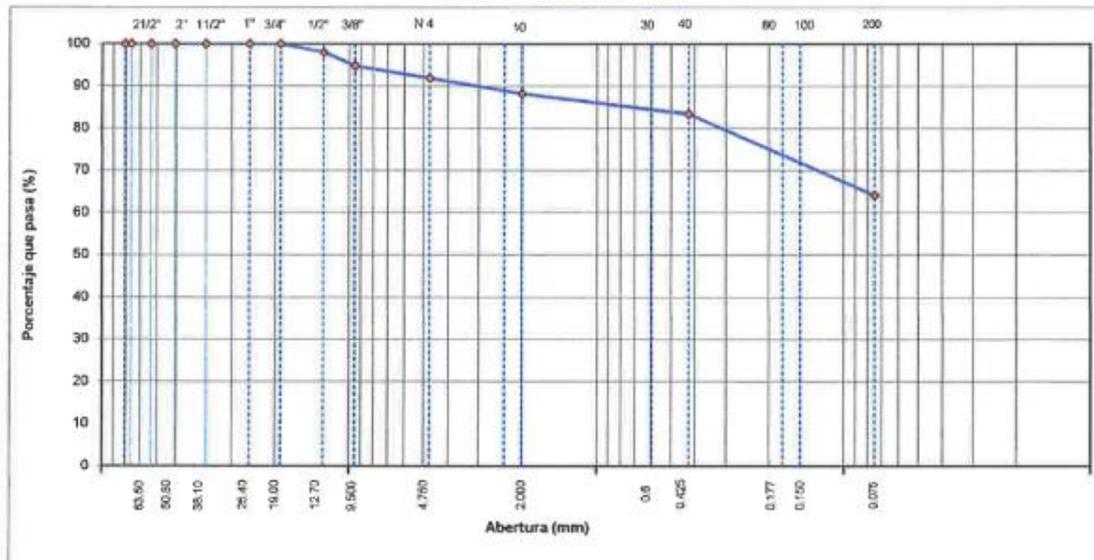
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/1/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 2.0% DE MUCILAGO DE TUNA	TAMAÑO MAXIMO :	
CALICATA :	C-2	PESO INICIAL :	620.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCION SECA :	620.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.85						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 8.1%
2"	50.800						% Peso Material <4 91.9%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 53.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 30.2
3/4"	19.000				100.0		Índice Plástico (IP): 23.3
1/2"	12.700	12.0	1.9	1.9	98.1		Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500	20.0	3.2	5.2	94.8		Clasific.(AASHTO): A-7.5 (13)
Nº 4	4.750	16.0	2.9	8.1	91.9		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	25.0	3.7	11.8	88.2		Contenido de Humedad (%): 18.14
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	32.00	4.7	16.5	83.5		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.177						
Nº 100	0.150	45.00	6.7	23.2	76.8		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	85.00	12.6	35.8	64.2		
< Nº 200	FONDO	433.00	64.2	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 79267

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Gerentes Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 79267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CLORURO DE SODIO PARA FINES DE PAVIMENTACION DE LA AV. AGRICULTURA EN LA CIUDAD DE CHOTA-REGIÓN CAJAMARCA."

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

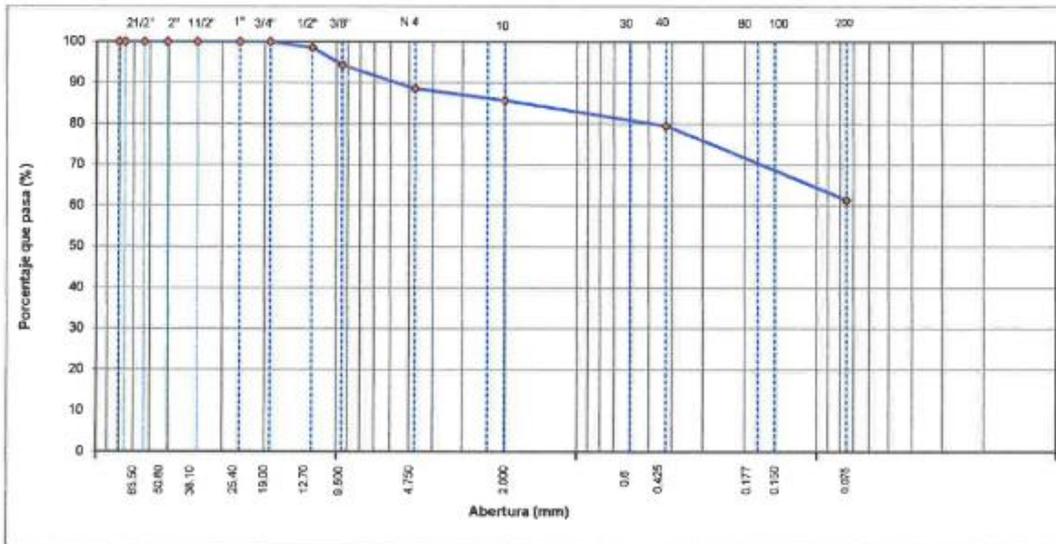
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R.
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R.
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	01/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 2.5% DE MUCILAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-2	PESO INICIAL :	740.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	740.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASTHO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	90.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 11.4%
2"	50.800						% Peso Material <4 88.6%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 54.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 38.7
3/4"	19.000				100.0		Índice Plástico (IP) : 23.8
1/2"	12.700	10.0	1.4	1.4	98.6		Clasificación(SUCS) : MI
3/8"	9.500	32.0	4.3	5.7	94.3		Clasific.(AASHTO) : A-7-5 (13)
Nº 4	4.750	42.0	5.7	11.4	88.6		
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000	24.0	2.9	14.2	85.8		Contenido de Humedad (%) : 19.14
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	52.00	6.2	20.5	79.5		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	56.00	6.7	27.2	72.8		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	95.00	11.4	38.5	61.5		
< Nº 200	FONDO	513.00	61.5	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO DE INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Gerardo Rimarachin
 Gerardo Rimarachin

LABORATORIO DE INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Gerardo Rimarachin
 Gerardo Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Henry David Rimarachin
 Henry David Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O. Nº 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

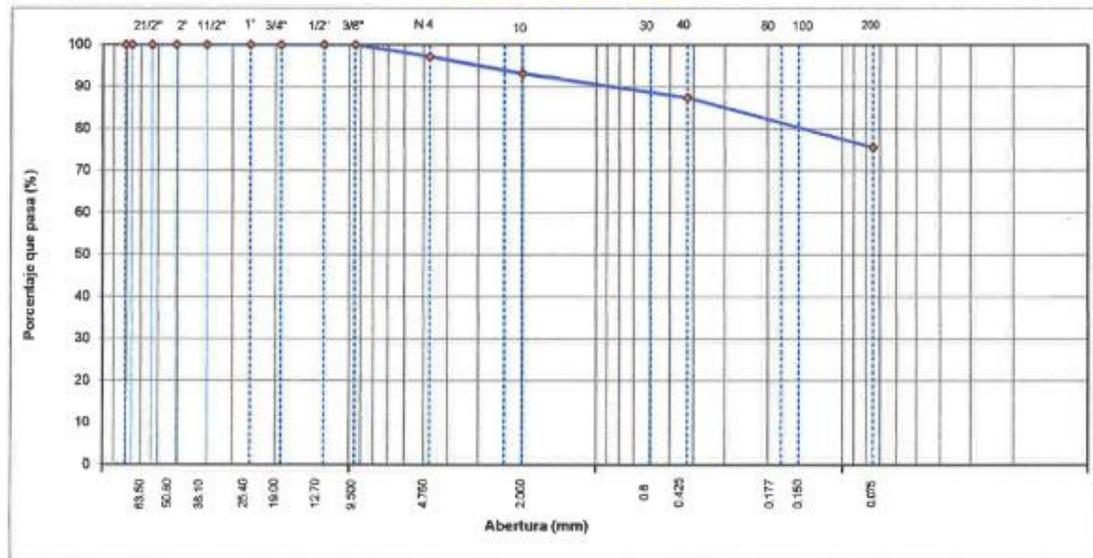
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-3	PESO INICIAL :	720.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	720.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	ASHTO T-27 (mm)	FEBO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 2.8%
2"	50.800						% Peso Material <4 97.2%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 52.6
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 29.5
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 23.1
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500				100.0		Clasific. (AASHTO) : A-7-6 (16)
Nº 4	4.750	20.0	2.8	2.8	97.2		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	30.0	4.1	6.8	93.2		Contenido de Humedad (%) : 32.52
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez :
Nº 40	0.425	42.00	5.7	12.5	87.5		Descripción del (IC) :
Nº 60	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	36.00	4.9	17.4	82.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	52.00	7.0	24.4	75.6		
< Nº 200	FONDO	560.00	75.6	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Erlin Clavo Rimaarachin
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

GSE INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Gerontios Rimaarachin Rimaarachin
 GERENTE GENERAL

GSE INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

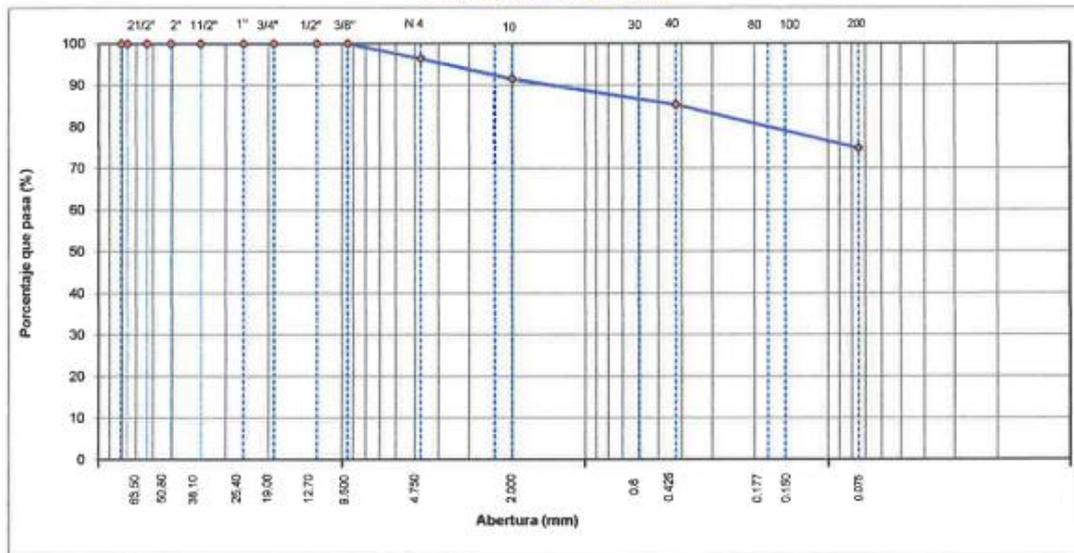
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 0.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-3	PESO INICIAL :	700.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	700.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 3.6%
2"	50.800						% Peso Material <4 96.4%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 53.2
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 28.0
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 23.2
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500				100.0		Clasific. (AASHTO) : A-7-5 (16)
Nº 4	4.750	25.0	3.6	3.6	96.4		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	36.0	5.0	8.5	91.5		Contenido de Humedad (%) : 32.52
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	45.00	6.2	14.7	85.3		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	25.00	3.4	18.2	81.8		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	51.00	7.0	25.2	74.8		
< Nº 200	FONDO	543.00	74.8	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
 Erlin Clavo Rimarachin

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
 Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N.º 7267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

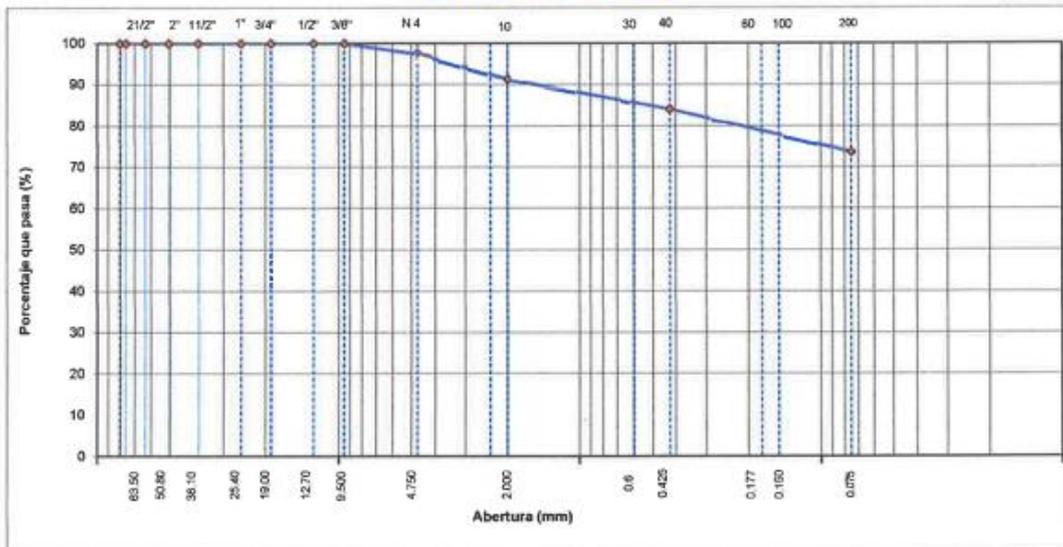
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	07/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

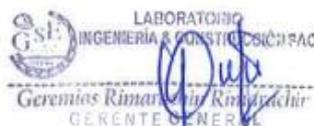
MATERIAL :	ADICIONANDO 1.0% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-3	PESO INICIAL :	800.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	800.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-77	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 2.5%
2"	50.800						% Peso Material <4 97.5%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 53.8
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 30.1
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 23.7
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500				100.0		Clasifco.(AASHTO) : A-7-6 (16)
Nº 4	4.750	20.0	2.5	2.5	97.5		
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000	50.0	6.1	8.6	91.4		Contenido de Humedad (%) : 32.52
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	80.00	7.3	15.9	84.1		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	30.00	3.7	19.6	80.4		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	55.00	6.7	26.3	73.7		
< Nº 200	FONDO	605.00	73.7	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.





LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

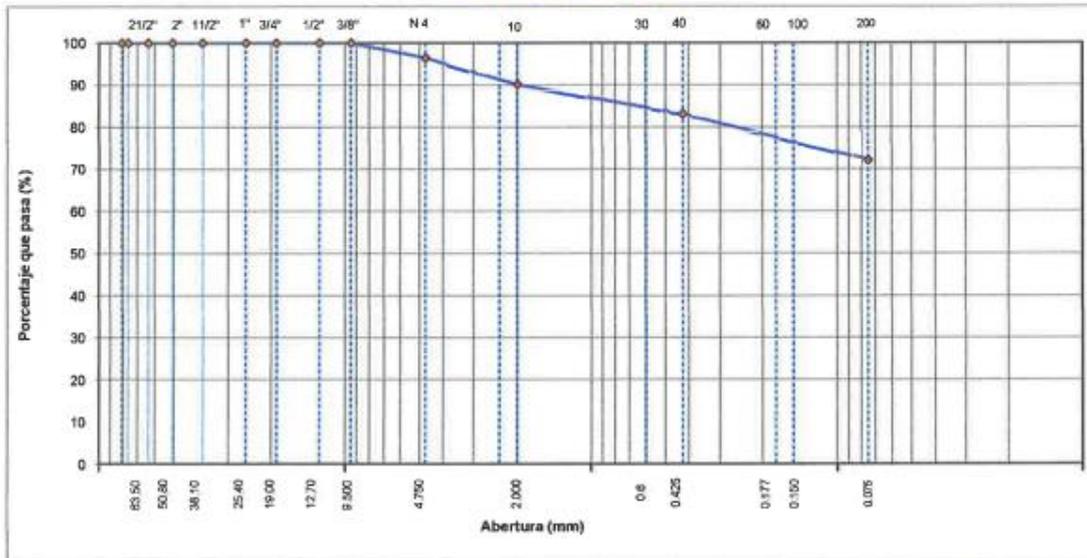
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 1.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-3	PESO INICIAL :	850.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	850.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-77	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	89.09						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 3.5%
2"	50.800						% Peso Material <4 96.5%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 54.3
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 30.3
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 24.0
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500				100.0		Clasifco.(AASHTO): A-7.5 (16)
Nº 4	4.750	30.0	3.5	3.5	96.5		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	55.0	6.2	9.8	90.2		Contenido de Humedad (%): 32.62
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	62.00	7.0	16.8	83.2		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	32.00	3.8	20.4	79.6		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	65.00	7.4	27.8	72.2		
< Nº 200	FONDO	636.00	72.2	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.





LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CLORURO DE SODIO PARA FINES DE PAVIMENTACION DE LA AV. AGRICULTURA EN LA CIUDAD DE CHOTA-REGIÓN CAJAMARCA."

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T89)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

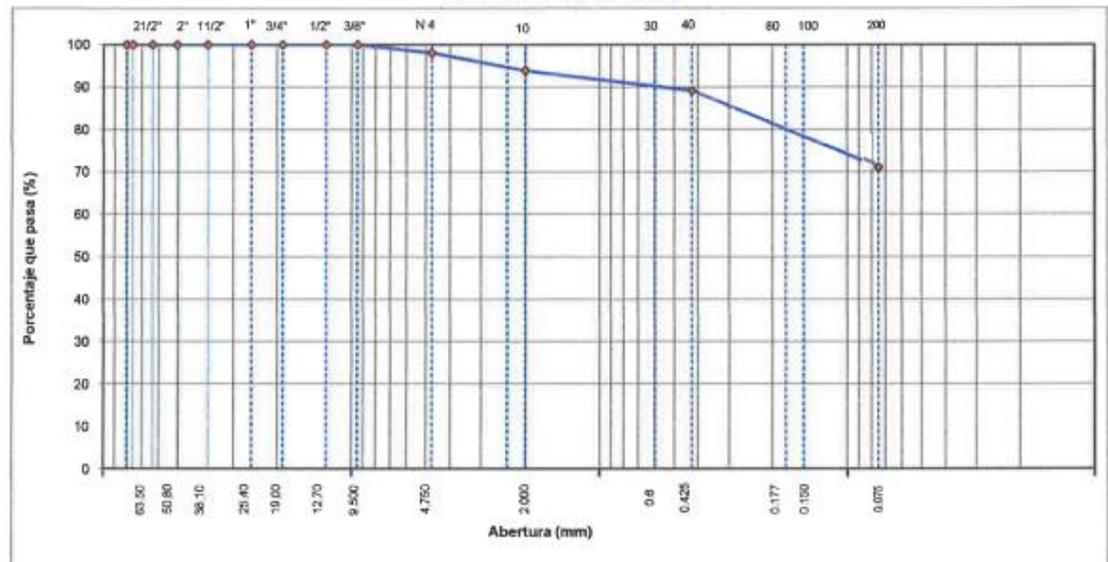
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.G.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 2.0% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-3	PESO INICIAL :	750.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	750.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 1.9%
2"	50.800						% Peso Material <4 98.1%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 54.6
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 30.5
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 24.1
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500				100.0		Clasific.(AASHTO): A-7-8 (16)
Nº 4	4.750	14.0	1.9	1.9	96.1		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	32.0	4.2	6.1	93.9		Contenido de Humedad (%): 18.14
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	36.00	4.7	10.8	89.2		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	48.00	6.3	17.0	83.0		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	90.00	11.8	28.8	71.2		
< Nº 200	FONDO	544.00	71.2	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavero Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavero Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavero Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 7267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CLORURO DE SODIO PARA FINES DE PAVIMENTACION DE LA AV. AGRICULTURA EN LA CIUDAD DE CHOTA-REGIÓN CAJAMARCA."

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

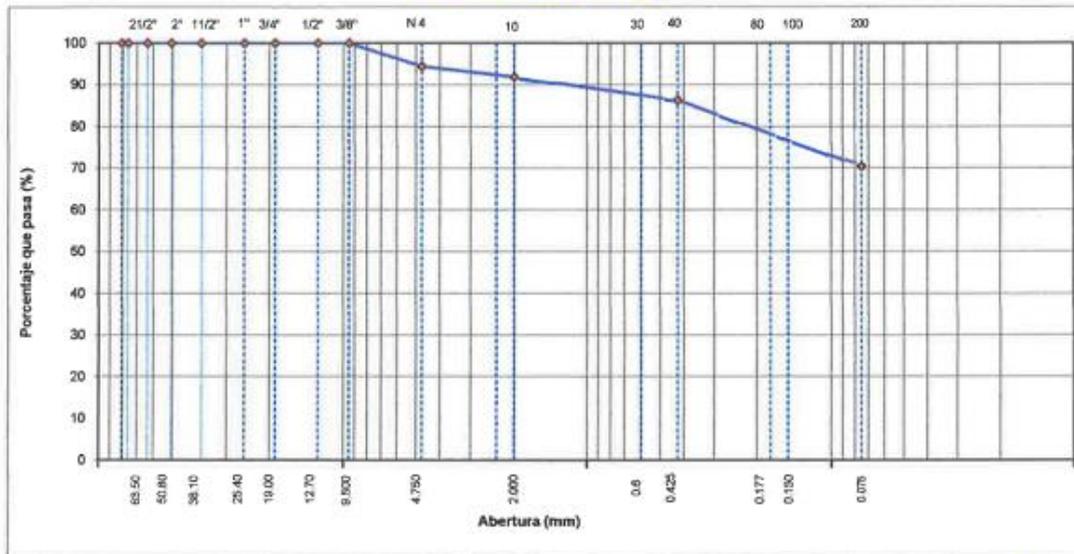
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTES	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 2.5% DE MUCILAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-3	PESO INICIAL	: 950.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 950.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-896 HUAMBOS	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	ASTM 7-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 5.5%
2"	50.800						% Peso Material <4 94.5%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 55.3
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 30.7
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 24.5
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500				100.0		Clasific. (AASHTO): A-7-5 (16)
Nº 4	4.750	52.0	5.5	5.5	94.5		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	26.0	2.6	8.1	91.9		Contenido de Humedad (%): 19.14
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	56.00	5.6	13.6	86.4		Descripción del (IC) :
Nº 60	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	62.00	6.2	19.8	80.2		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	98.00	9.8	29.6	70.4		
< Nº 200	FONDO	708.00	70.4	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
 Erlin Clavo Rimacachi
 LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
 Geremias Rimacachi Kimacachi
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
 HENRY DAVID CLAVO RIMACACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 74667



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T89)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

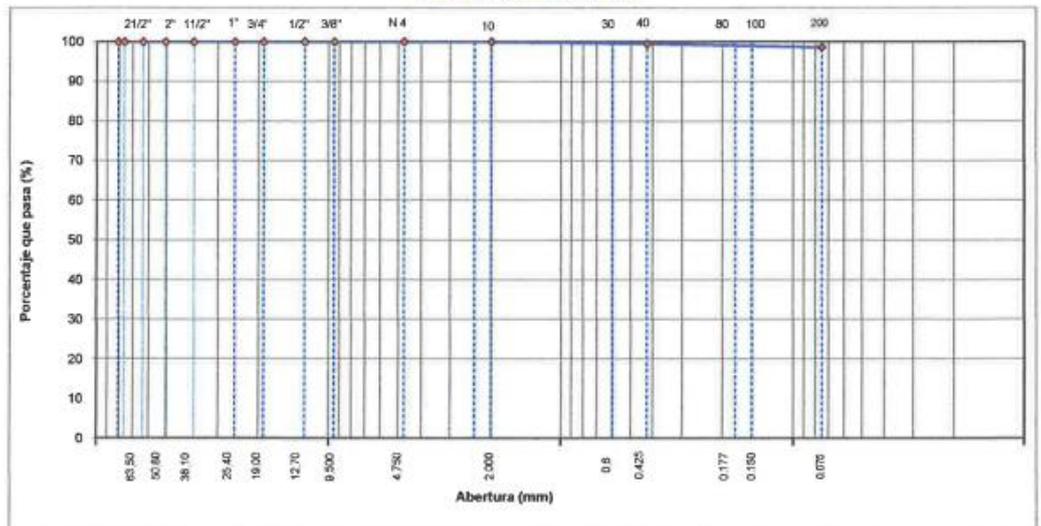
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-4	PESO INICIAL :	680.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	680.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	89.0						
3"	76.2						
2 1/2"	63.5						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.8						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.1						Límite Líquido (LL) : 56.7
1"	25.4						Límite Plástico (LP) : 29.5
3/4"	19.0						Índice Plástico (IP) : 27.2
1/2"	12.7						Clasificación(SUCS) : CH
3/8"	9.5						Clasific.(AASHTO) : A-7.6 (18)
Nº 4	4.75						
Nº 8	2.36						
Nº 10	2.00				100.0		Contenido de Humedad (%) : 51.37
Nº 16	1.19						Materia Orgánica :
Nº 20	0.84						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.60						Índice de Líquidez :
Nº 40	0.425	3.00	0.4	0.4	99.6		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	3.00	0.4	0.9	99.1		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	3.00	0.4	1.3	98.7		
< Nº 200	FONDO	671.00	98.7	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

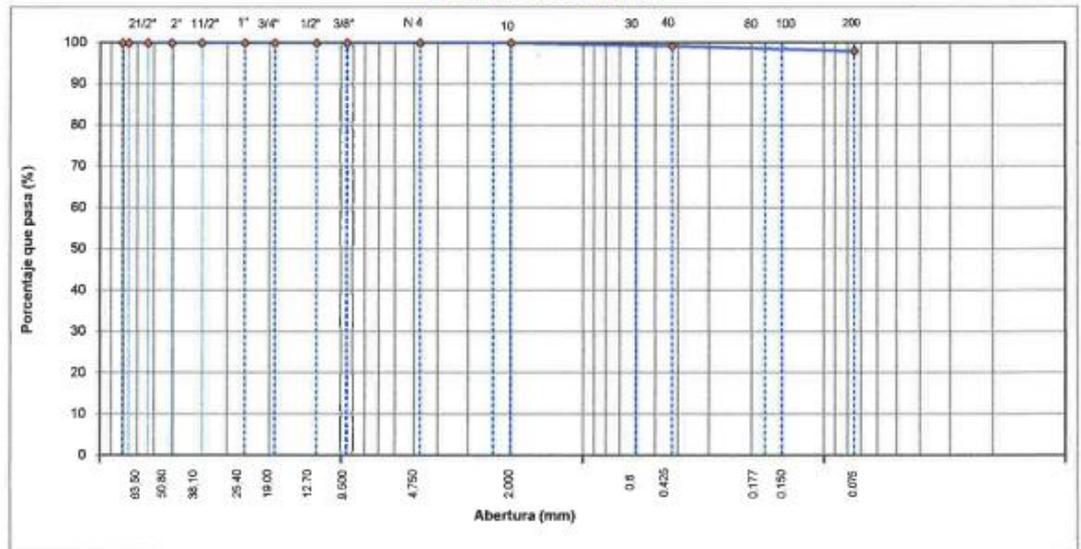
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTES	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 0.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-4	PESO INICIAL	: 850.0 g
MUESTRA	: M-1	FRACCIÓN SECA	: 850.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	89.09						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Paso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Paso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 57.6
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 30.3
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 27.3
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7.5 (18)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000				100.0		Contenido de Humedad (%): 31.37
Nº 16	1.190						Materia Orgánica:
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez:
Nº 40	0.425	5.00	0.8	0.8	99.2		Descripción del (IC):
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	6.00	0.9	1.7	98.3		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	2.00	0.3	2.0	98.0		
< Nº 200	FONDO	637.00	98.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Gerentes Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.R. 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

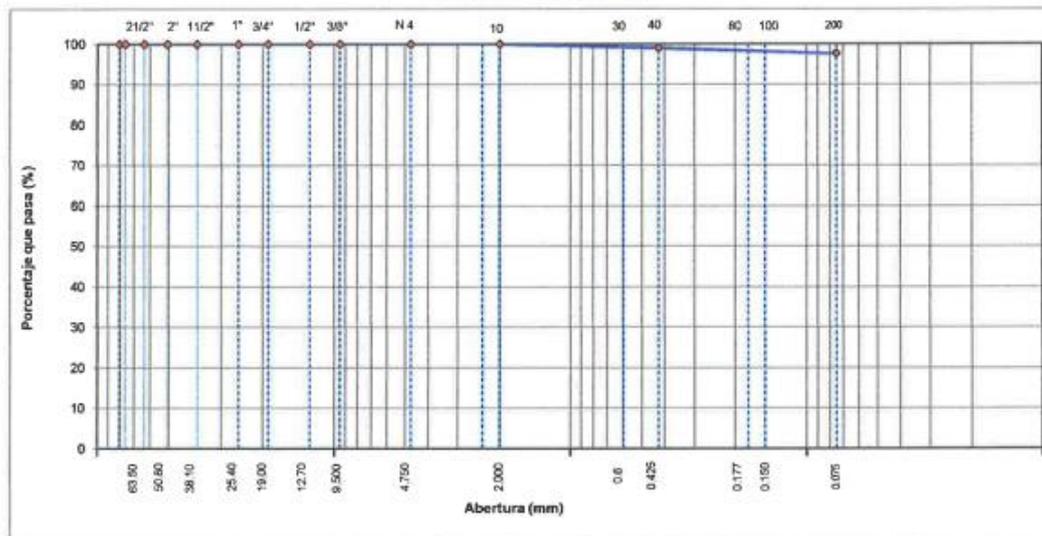
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 1.0% DE MUCLAGO DE TUNA	TAMAÑO MAXIMO :	
CALICATA :	C-4	PESO INICIAL :	630.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCION SECA :	630.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Limite Liquido (LL) : 88.4
1"	25.400						Limite Plástico (LP) : 30.8
3/4"	19.000						Indice Plástico (IP) : 27.6
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO) : A-7.5 (19)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000				100.0		Contenido de Humedad (%) : 31.37
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Indice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Indice de Liquidez :
Nº 40	0.425	6.00	1.0	1.0	99.0		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	5.00	0.8	1.7	98.3		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	4.00	0.6	2.4	97.6		
< Nº 200	FONDO	615.00	97.6	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerentes Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 REG. O.P. Nº 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

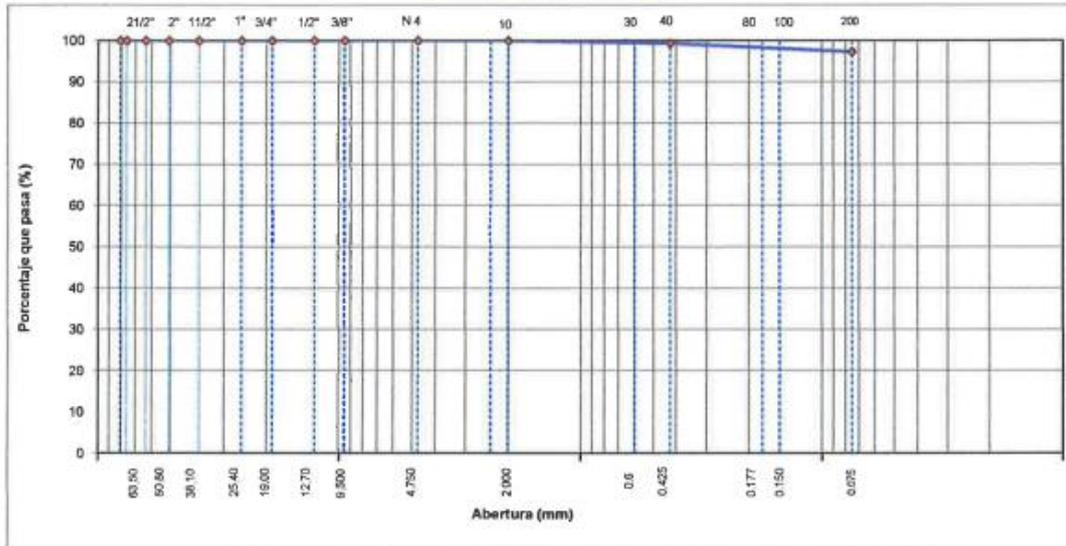
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 1.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-4	PESO INICIAL :	792.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	792.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO 1-27 (mm)	RESE	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 59.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 31.2
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 28.3
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500						Clasific (AASHTO) : A-7-5 (19)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000				100.0		Contenido de Humedad (%) : 31.37
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	5.00	0.6	0.6	99.4		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	6.00	0.8	1.4	98.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	10.00	1.3	2.7	97.3		
< Nº 200	FONDO	771.00	97.3	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O. Nº 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

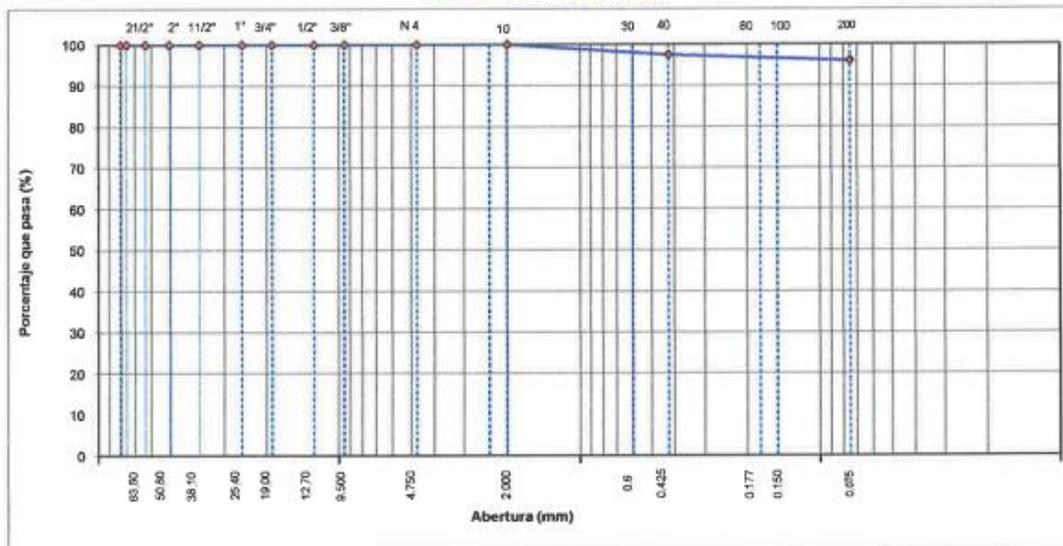
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTES	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 2.0% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-4	PESO INICIAL	: 610.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 610.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	ABRITO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	89.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 60.4
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 31.8
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 28.6
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7-5 (19)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000				100.0		Contenido de Humedad (%): 31.37
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez :
Nº 40	0.425	15.00	2.5	2.5	97.5		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	6.00	1.0	3.4	96.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	3.00	0.5	3.9	96.1		
< Nº 200	FCNDO	586.00	96.1	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 71267

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerardo Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 C.C.R.N. GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 71267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

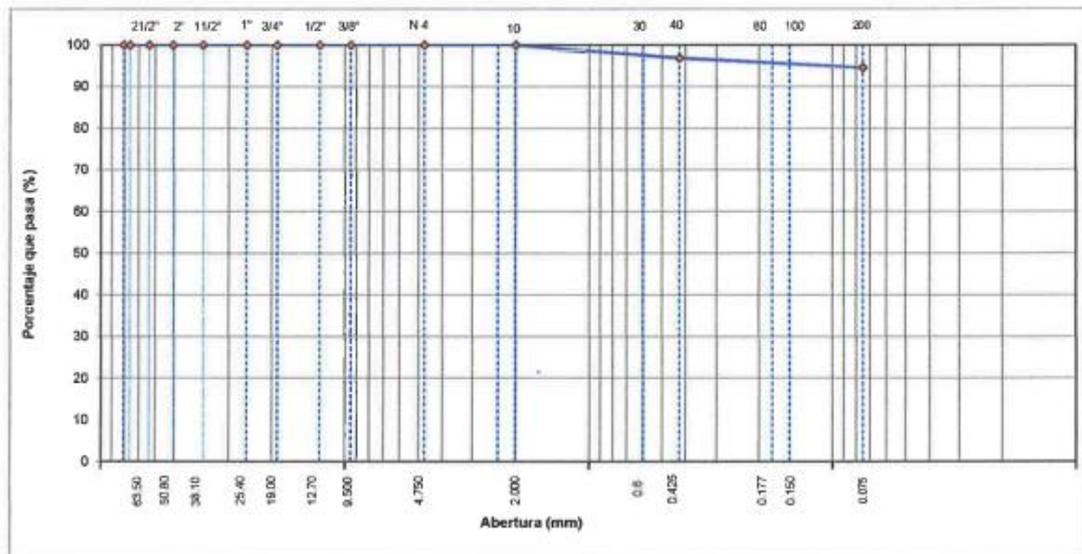
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTES	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 2.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-4	PESO INICIAL	: 520.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 520.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 68.8
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 32.1
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 28.7
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7-5 (19)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000				100.0		Contenido de Humedad (%): 31.37
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	16.00	3.1	3.1	96.9		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	7.00	1.3	4.4	95.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	5.00	1.0	5.4	94.6		
< Nº 200	FONDO	492.00	94.6	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerardo Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N. 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

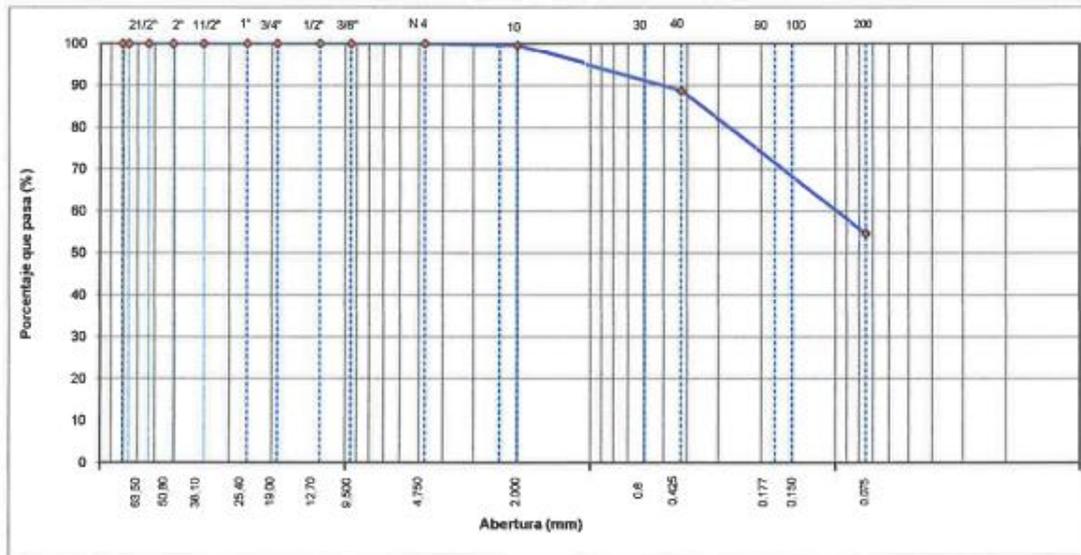
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-5	PESO INICIAL :	780.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	780.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASTHO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 30.3
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 21.4
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 8.9
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : CL
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO) : A-4 (4)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	3.0	0.4	0.4	99.6		Contenido de Humedad (%) : 13.17
Nº 16	1.180						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	84.00	10.8	11.2	88.8		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	200.00	25.6	36.8	63.2		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	66.00	8.5	45.3	54.7		
< Nº 200	FONDO	427.00	54.7	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerardo Rimarachin Rimarachin
 CLIENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RASANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

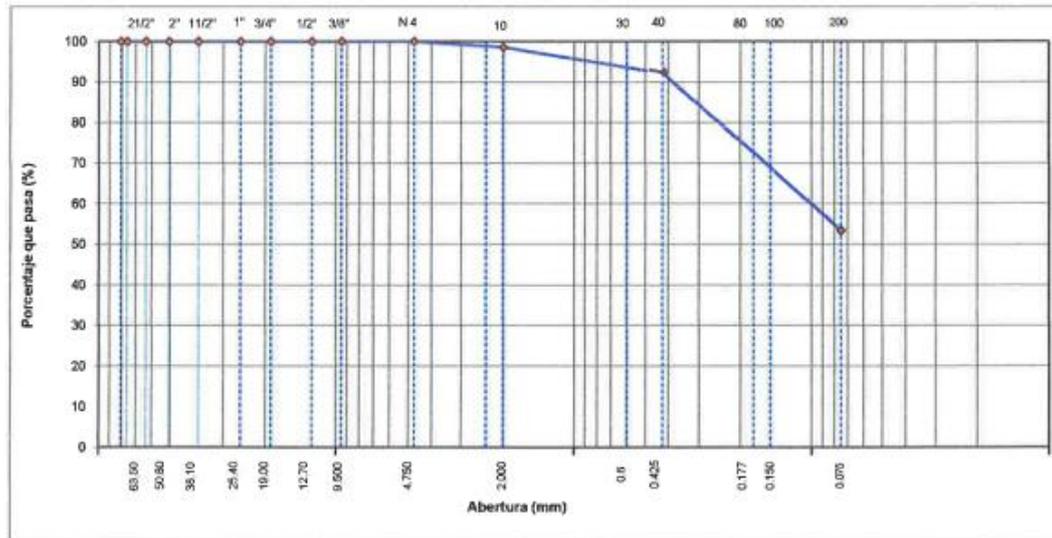
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 0.5% DE MUCILAGO DE TUNA	TAMAÑO MAXIMO :	
CALICATA :	C-5	PESO INICIAL :	745.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCION SECA :	745.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	ASTHO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.88						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 31.7
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 22.4
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 9.3
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): CL
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-4 (4)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	10.0	1.3	1.3	98.7		Contenido de Humedad (%): 12.22
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	48.00	6.4	7.8	92.2		Descripción del (IC) :
Nº 60	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	203.00	27.2	35.0	65.0		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	85.00	11.4	46.4	53.6		
< Nº 200	FONDO	389.00	53.6	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

 Erlin Clavo Rutarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIPN 17267

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

 Gerónimo Rina Rutarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

 HENRY DAVID CLAVO RUTARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIPN 17267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

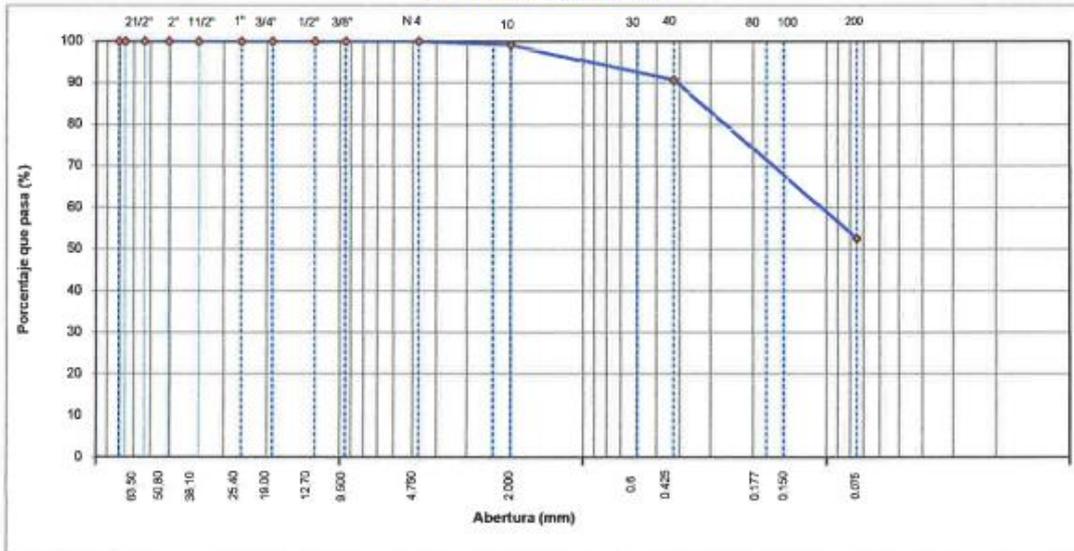
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	01/12/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 1.0% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MAXIMO :	
CALICATA :	C-5	PESO INICIAL :	740.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCION SECA :	740.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	89.0						
3"	76.2						
2 1/2"	63.5						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.8						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.1						Limite Líquido (LL) : 32.4
1"	25.4						Limite Plástico (LP) : 22.9
3/4"	19.0						Indice Plástico (IP) : 9.5
1/2"	12.7						Clasificación(SUCS) : CL
3/8"	9.5						Clasific (AASHTO) : A-4 (4)
Nº 4	4.75				100.0		
Nº 8	2.36						
Nº 10	2.00	6.0	0.8	0.8	99.2		Contenido de Humedad (%) : 12.22
Nº 16	1.19						Materia Orgánica :
Nº 20	0.84						Indice de Consistencia :
Nº 30	0.60						Indice de Liquidez :
Nº 40	0.425	62.00	8.4	9.2	90.8		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	200.00	27.0	36.2	63.8		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	62.00	11.1	47.3	52.7		
< Nº 200	FONDO	390.00	52.7	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C.
Erlin Clavo Rinarachin

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C.
Geremias Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C.
HENRY DAVID CLAVO RINARACHIN
 INGENIERO S.C.
 Reg. O.P. N° 73167



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021."

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

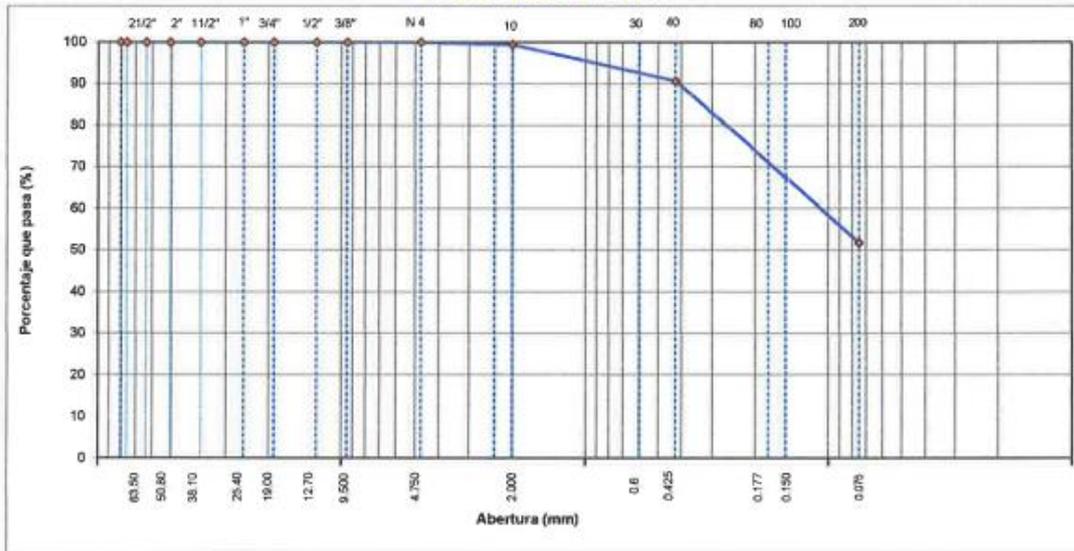
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTES	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 1.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-5	PESO INICIAL	: 740.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 740.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND.(M)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO 1-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 33.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 23.6
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 9.9
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): CL
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-4 (3)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360				100.0		
Nº 10	2.000	4.0	0.5	0.5	99.5		Contenido de Humedad (%): 12.22
Nº 16	1.190						Materia Orgánica: :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia: :
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez: :
Nº 40	0.425	65.00	8.8	9.3	90.7		Descripción del (IC): :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	198.00	26.8	36.1	63.9		
Nº 200	0.075	89.00	12.0	48.1	51.9		OBSERVACIONES:
< Nº 200	FONDO	384.00	51.9	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerardo Rimarachin Rimarachin
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Henry David Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O. 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

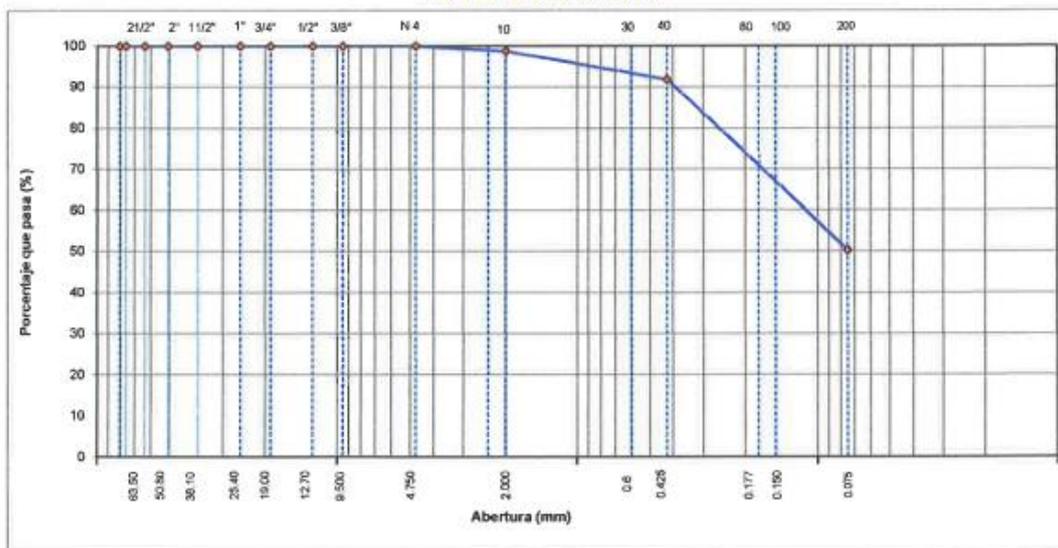
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTES	: WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50	FECHA	: 5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: ADICIONANDO 2.0% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-5	PESO INICIAL	: 650.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 650.0 g
UBICACIÓN	: CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-886 HUAMBOS	PROFUND. (M)	: 0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 34.2
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 24.1
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 10.1
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): ML
3/8"	9.500						Clasific. (AASHTO): A-6 (3)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360				100.0		
Nº 10	2.000	8.0	1.2	1.2	98.8		Contenido de Humedad (%): 12.22
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	45.00	6.9	8.2	91.8		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	175.00	26.9	35.1	64.9		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	95.00	14.6	49.7	50.3		
< Nº 200	FONDO	327.00	50.3	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Erlin Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Geremias Rimarachin
 CLIENTE PERÚ

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Henry David Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.º N.º 77267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA MEJORAR LA SUB RAZANTE ESTABILIZADA EN LA CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-866 HUAMBOS - CAJAMARCA, 2021.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

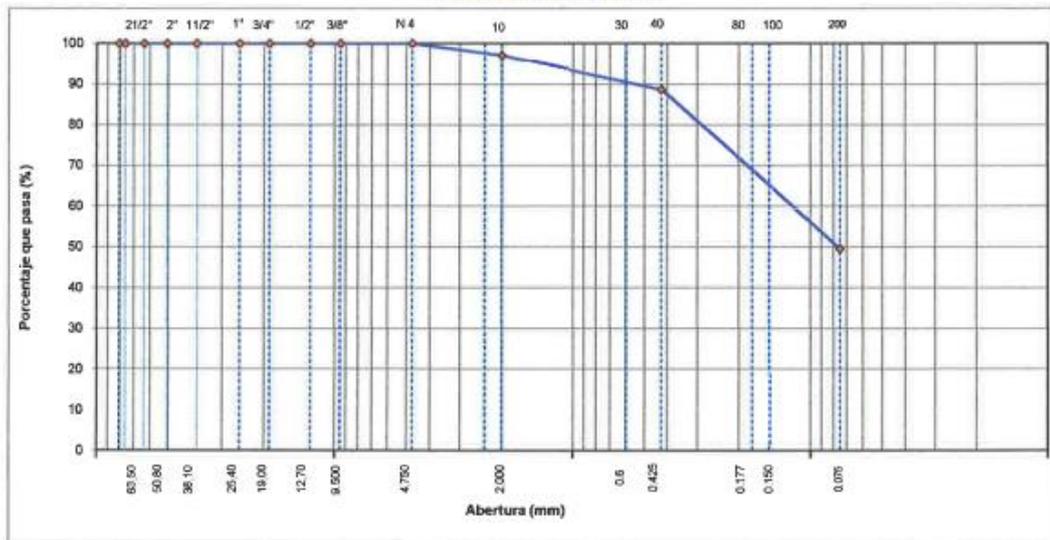
ESTRUCTURA :	SUB RASANTE	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTES :	WILSON ORLANDINI GONZALES APAESTEGUI	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	0.00 - 1.50	FECHA :	5/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	ADICIONANDO 2.5% DE MUCÍLAGO DE TUNA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-5	PESO INICIAL :	780.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	780.0 g
UBICACIÓN :	CARRETERA BAÑOS TERMALES CA-866 HUAMBOS	PROPUND. (M.) :	0.00 - 1.50

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
3 1/2"	89.15						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 35.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 24.8
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 10.7
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : SM
3/8"	9.500						Clasific (AASHTO) : A-6 (3)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360				100.0		
Nº 10	2.000	23.0	2.9	2.9	97.1		Contenido de Humedad (%) : 12.22
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	65.00	8.3	11.3	88.7		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	185.00	23.7	35.0	65.0		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	120.00	15.4	50.4	49.6		
< Nº 200	FONDO	387.00	49.6	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LOS MATERIALES FUERON MUESTREADOS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Gerardo Rimarachin Rimarachin
 CEMENTO BENE S.A.L

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 HENRY DAVID RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 177267

ANEXO 5: Certificado de calibración de equipos



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-378-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 003-2021
Fecha de Emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : BALANZA
Marca : OHAUS
Modelo : CL501T
Número de Serie : 7131121053
Alcance de Indicación : 500 g
División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g
División de Escala Real (d) : 0,1 g
Procedencia : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2021-07-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-378-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,7	18,9
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 500,0 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 499,6 g para una carga de 500,0 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TENE	ESCALA	NO TENE
REGULACIÓN LIBRE	TENE	CURSOR	NO TENE
PLATAFORMA	TENE	SGT. DE TRABA	NO TENE
INCLINACIÓN	TENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 18,9			Final 18,9		
	Carga L1= 250,0 g			Carga L2= 500,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01
2	250,1	0,07	0,06	500,1	0,07	0,09
3	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,06	0,09
4	250,0	0,09	-0,04	500,1	0,09	0,06
5	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,09	-0,03
6	250,1	0,06	0,09	500,0	0,07	-0,02
7	250,1	0,08	0,07	500,0	0,06	-0,01
8	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,08	-0,03
9	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,09	-0,04
10	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,07	0,06
Diferencia Máxima	0,13			0,13		
Error máximo permitido e	0,1 g			0,2 g		



PT-09_F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Cepcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de k_2				Determinación del Error corregido					
	Carga mínima (g)	f (g)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
1	1,0	1,1	0,06	0,09	150,0	150,0	0,05	0,00	-0,09	
2		1,0	0,07	-0,02		150,0	0,05	-0,01	0,01	
3		1,0	0,09	-0,04		150,1	0,09	0,08	0,10	
4		1,0	0,08	-0,01		150,0	0,07	-0,02	-0,01	
5		1,1	0,08	0,06		150,0	0,06	-0,01	-0,07	
Error máximo permitido									t	0,1 g

(1) rate entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRESCIENTES				DECRESCIENTES				k emp (g)
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
1,00	0,9	0,06	-0,11						
5,00	5,0	0,07	-0,02	0,09	5,0	0,07	-0,02	0,09	0,1
10,00	10,0	0,09	-0,04	0,07	10,0	0,09	-0,04	0,07	0,1
20,00	20,0	0,07	-0,02	0,09	20,0	0,07	-0,02	0,09	0,1
50,00	49,9	0,06	-0,11	0,00	50,0	0,06	-0,01	0,10	0,1
70,00	69,9	0,09	-0,14	-0,03	69,9	0,09	-0,13	-0,03	0,1
100,00	99,9	0,08	-0,13	-0,02	99,9	0,08	-0,14	-0,03	0,1
150,00	149,9	0,07	-0,12	-0,01	149,9	0,07	-0,12	-0,01	0,1
200,00	200,0	0,06	-0,01	0,10	199,9	0,06	-0,11	0,00	0,1
400,00	400,0	0,09	-0,04	0,07	400,0	0,09	-0,03	0,08	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	0,09	500,0	0,07	-0,02	0,09	0,1

s.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{correcta}} = R - 1,04 \times 10^{-4} \times R$$

Incetidumbre

$$U_W = 2 \sqrt{5,35 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 1,74 \times 10^{-7} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL : Carga balanceada E: Error asociado E_c : Error en caso E_c : Error corregido

R: en g

PAR DE DOCUMENTO



PT-05.F05 / Diciembre 2015 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 182631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1001 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 093-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : SHERMAN
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA

Contómetro : DIGITAL
Marca de Contómetro : CHNT
Modelo de Contómetro : JDM1-48
Serie de Contómetro : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
06 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PE DE REY	INSIZE	TC - 8991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,7	19,8
Humedad %	68	69

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-6106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1001 - 2021

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE										RANURADOR	
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO			
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c	
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDAD DE LA COPA	Copa desde la gata del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO	
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
	55,48	2,18	28,01	47,71	47,23	148,85	125,34	9,79	2,03	13,26	
	55,48	2,18	27,99	47,72	47,25	148,94	125,33	9,80	2,02	13,24	
	55,48	2,18	28,00	47,71	47,26	148,96	125,35	9,78	2,03	13,25	
	55,47	2,18	27,98	47,70	47,22	148,95	125,36	9,77	2,04	13,23	
	55,49	2,17	28,01	47,70	47,24	148,97	125,34	9,79	2,03	13,27	
55,48	2,19	28,02	47,72	47,22	148,96	125,33	9,77	2,02	13,22		
PROMEDIO	55,47	2,18	28,00	47,71	47,24	148,96	125,34	9,78	2,03	13,25	
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5	
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1	
ERROR	1,47	0,18	1,00	0,71	-2,76	-1,04	0,34	-0,22	0,03	-0,26	

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152531



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 340 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 093-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : ORION
Modelo de Prensa : JPSHW-01
Serie de Prensa : JVB-004
Código de identificación : NO INDICA

Marca de Celda : KELJ
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : AQJ9167
Capacidad de Celda : NO INDICA

Marca de indicador : HIGH WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X8
Serie de Indicador : 2019700

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,9	16,8
Humedad %	66	67

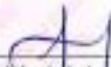
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 973 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : 093-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12
1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : ESTUFA
Indicación : DIGITAL
Marca del Equipo : NO INDICA
Modelo del Equipo : JLA-01
Serie del Equipo : JHE-012
Capacidad del Equipo : 89 L
Marca de indicador : AUTONICS
Modelo de indicador : TCN48
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solidante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-015 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-C1-1-2020	INACAL - DM

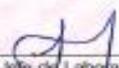
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,7	19,1
Humedad %	69	69

7. Conclusiones
La estufa se encuentra dentro de los rangos $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 973 - 2021

Página : 2 de 4

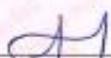
CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔT _{Max.} - T _{Min.} (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	109	107,4	110,9	113,4	110,9	111,5	109,5	111,5	111,3	113,4	112,8	111,2	6,0
2	109	107,5	111,0	113,4	110,9	111,8	109,1	111,8	111,5	113,0	112,4	111,2	5,9
4	109	107,5	111,1	114,6	111,1	111,4	109,3	111,8	111,4	113,8	112,8	111,5	7,1
6	109	107,8	111,3	113,7	111,4	111,4	109,3	111,8	111,8	114,2	112,5	111,5	6,7
8	110	107,8	111,5	113,8	111,5	111,8	110,1	112,4	111,7	113,4	112,4	111,8	6,0
10	110	107,8	111,8	113,8	111,8	111,2	109,8	112,5	111,9	113,3	112,4	111,8	6,0
12	109	107,8	111,5	113,8	111,4	111,8	109,9	112,5	111,8	113,8	112,8	111,7	6,0
14	110	107,8	111,1	114,6	110,9	111,5	109,8	111,5	111,6	113,7	112,5	111,8	6,8
16	109	107,5	111,0	113,8	110,9	111,4	109,1	112,4	111,5	113,3	112,7	111,2	6,1
18	109	107,8	110,9	113,8	111,4	111,8	109,8	111,8	111,3	113,4	112,8	111,4	6,0
20	110	107,8	111,1	113,7	111,5	111,4	109,5	112,5	111,9	113,8	112,7	111,6	6,0
22	109	107,6	111,0	113,8	111,1	111,2	109,8	112,4	111,5	113,3	112,4	111,4	6,0
24	109	107,4	111,1	114,6	111,5	111,5	109,3	111,5	111,8	114,2	112,5	111,5	7,2
26	110	107,4	111,8	113,7	110,9	111,5	109,1	111,8	111,4	113,4	112,8	111,4	6,3
28	109	107,8	111,3	113,4	111,5	111,2	109,8	111,8	111,3	113,4	112,6	111,4	5,8
30	110	107,5	111,1	113,7	111,1	111,8	109,5	111,8	111,8	113,0	112,5	111,4	6,2
32	109	107,6	111,0	114,6	111,4	111,4	109,1	111,3	111,5	113,8	112,4	111,4	7,0
34	110	107,4	110,9	113,8	110,9	111,4	109,3	111,8	111,3	113,7	112,7	111,3	6,3
36	109	107,8	111,8	113,4	110,9	111,4	110,1	111,5	111,4	113,4	112,8	111,4	5,8
38	110	107,5	110,9	113,8	111,1	111,3	109,1	111,5	111,5	114,2	112,6	111,3	6,7
40	109	107,4	111,5	114,6	110,9	111,2	110,1	111,6	111,3	113,8	112,7	111,5	7,2
42	111	107,4	111,0	113,8	110,9	111,8	109,3	112,4	111,7	113,7	112,8	111,5	6,4
44	110	107,5	111,8	113,4	111,1	111,5	109,1	111,5	111,4	113,0	112,4	111,3	5,9
46	111	107,4	111,1	113,4	110,9	111,2	109,3	111,8	111,7	113,8	112,4	111,3	6,4
48	109	107,6	111,3	113,7	111,4	111,8	109,5	111,8	111,3	113,4	112,6	111,4	6,1
50	110	107,5	110,9	114,6	111,1	111,3	109,5	111,5	111,5	113,3	112,9	111,4	7,1
52	110	107,4	111,8	113,4	110,9	111,5	109,5	111,5	111,3	113,4	112,4	111,3	6,0
54	109	107,5	111,1	114,6	111,4	111,8	109,1	111,8	111,4	113,0	112,4	111,4	7,1
56	110	107,4	111,0	113,4	111,5	111,5	109,5	111,5	111,5	113,4	112,7	111,3	6,0
58	109	107,6	111,6	113,7	111,1	111,3	109,9	111,8	111,3	113,3	112,9	111,5	6,1
60	111	107,8	111,0	113,8	111,1	111,3	109,1	112,4	111,8	113,0	112,8	111,4	6,0
T. PROM	109,5	107,5	111,2	113,8	111,2	111,5	109,5	111,8	111,5	113,5	112,6	111,4	
T. MAX	111,0	107,8	111,6	114,6	111,6	111,8	110,1	112,5	111,9	114,2	112,9		
T. MIN	109,0	107,4	110,9	113,4	110,9	111,2	109,1	111,5	111,3	113,0	112,4		
DTT		2,0	0,4	0,7	1,2	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	1,2	0,5	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	107,4	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,2	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,3	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,6	0,02
Uniformidad Medida	7,2	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dado por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dado por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



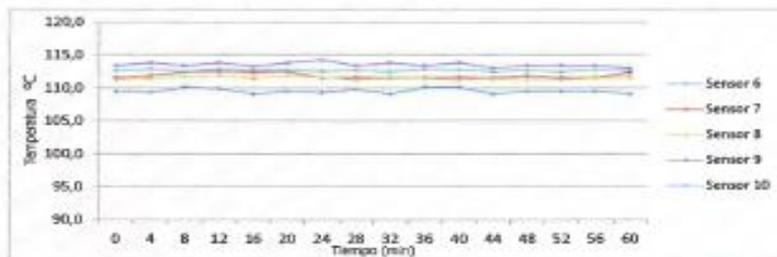
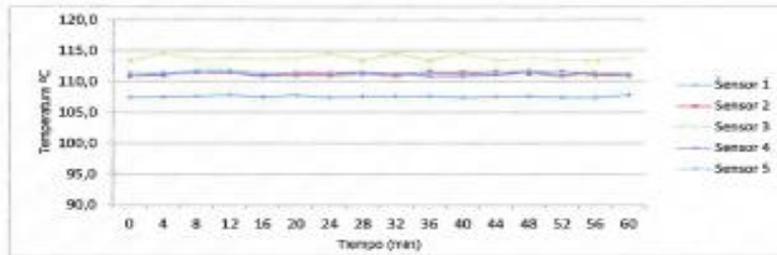
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 673 - 2021

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152831



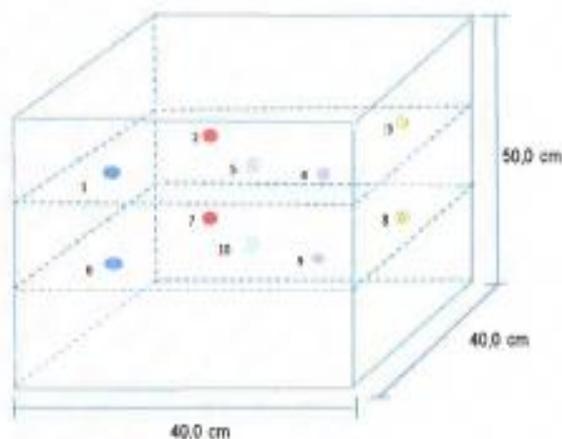
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 973 - 2021

Página : 4 de 4

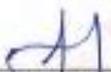
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demás sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la pantalla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 132531

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1, Grupo 10, Mz M Lote 23, distrito Villa El Salvador, provincia Lima, departamento Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 09 de abril de 2019

Fecha de Vencimiento: 08 de abril de 2022

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 223-2019-INACAL/DA

Contrato N° : 006-2019-INACAL-DA

Registro N° : LC - 033

Fecha de emisión: 12 de abril de 2019

ANEXO 4: Panel fotográfico



Figura N°1: Tuna Recolectada y cortada.

Fuente: Elaboración propia



Figura N°2: Tuna cortada.

Fuente: Elaboración propia



Figura N°3: Mucilago de tuna

Fuente: Elaboración propia



Figura N°4: Ensayo Plasticidad C 2

Fuente: Elaboración propia

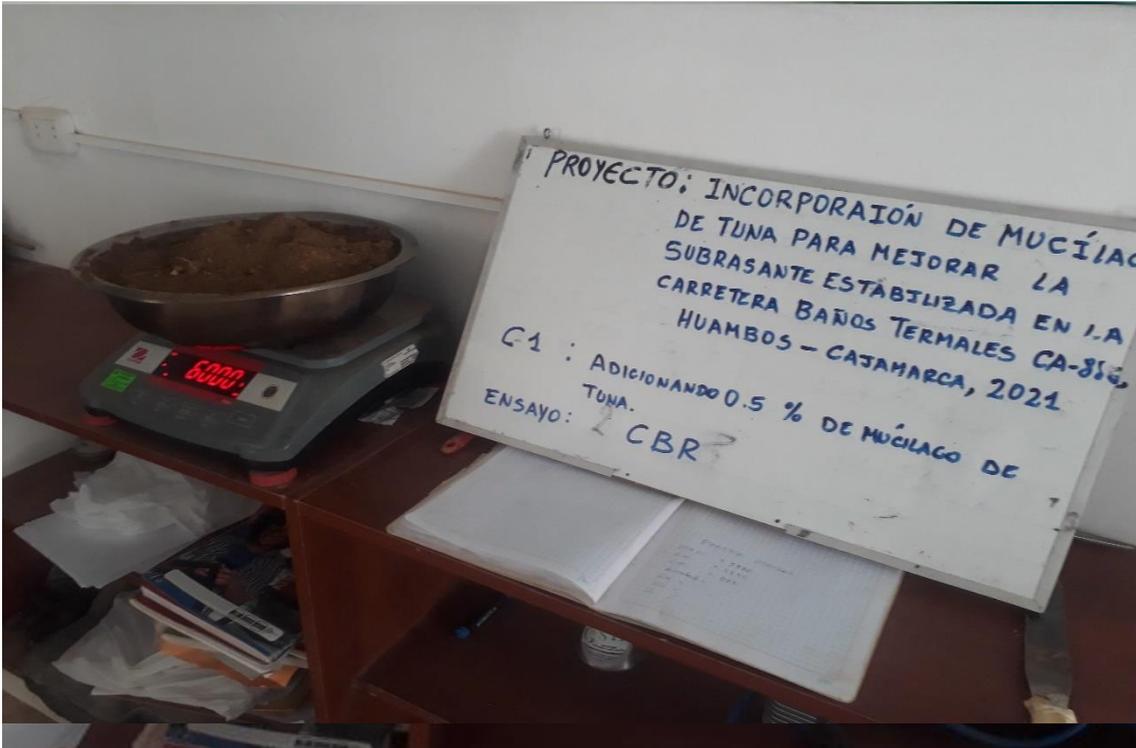


Figura N°5: Ensayo Plasticidad C 4 + adición 2.00 % de mucílago de tuna.
Fuente: Elaboración propia

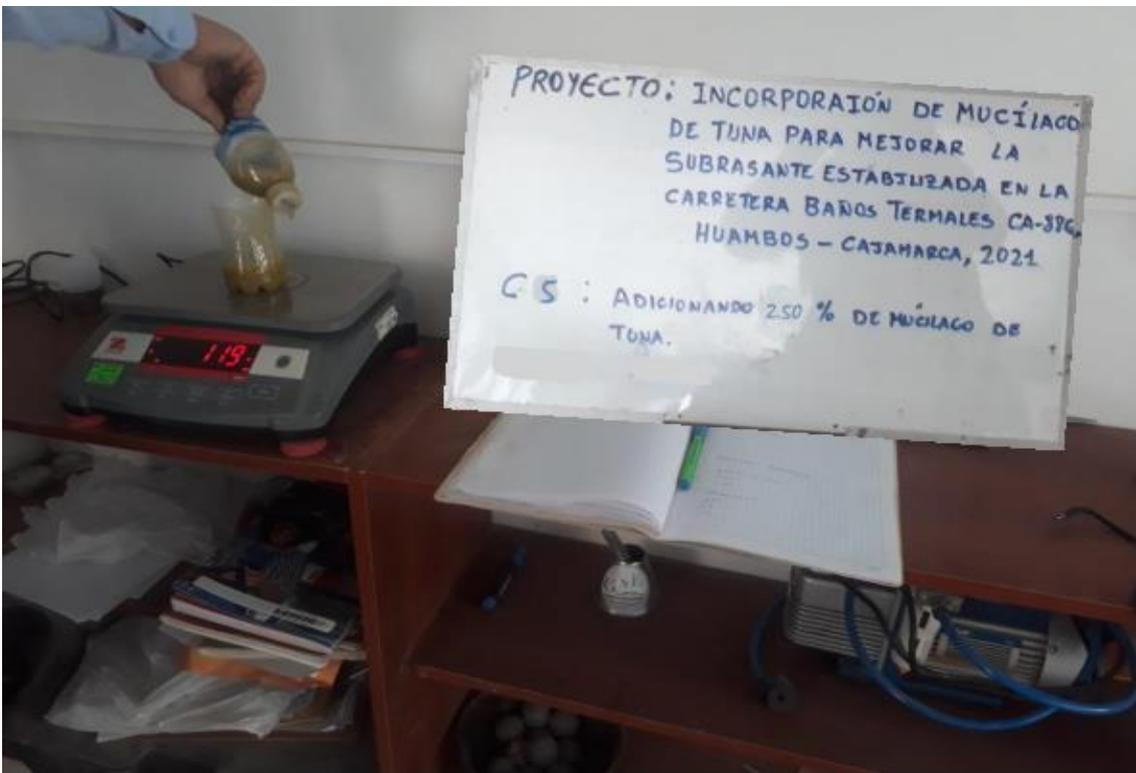


Figura N°6: Ensayo Plasticidad C 5 + adición 2.50 % de mucílago de tuna
Fuente: Elaboración propia

Figura N°7: Ensayo CBR C 1 + adición 0.50 % de mucílago de tuna

Fuente: *Elaboración propia*



Figura N°8: Ensayo CBR C 1 + adición 0.50 % de mucílago de tuna.

Fuente: *Elaboración propia*



Figura N°9: Ensayo CBR C 1 + adición 2.50 % de mucílago de tuna

Fuente: *Elaboración propia*



Figura N°10: Figura Calicatas en situ C-01, C-02, C-03, C- 04 y C- 05.
Fuente: *Elaboración propia*

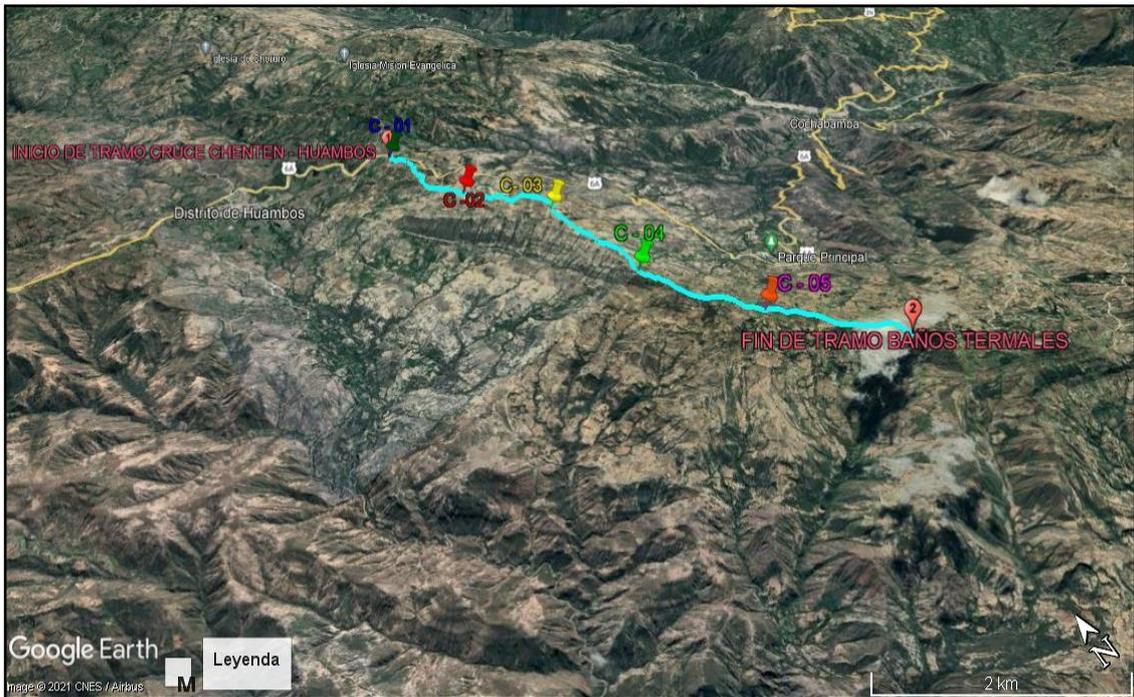


Figura N°11: Ubicación de las calicatas C-01, C-02, C-03, C- 04 y C- 05
Fuente: *(Google Earth).*



Figura N°12: Ensayos de la muestra C-01
Fuente: Elaboración propia



Figura N°13: Ensayo de CBR
Fuente: Elaboración propia



Figura N°14: Ensayo de CBR C2 patrón

Fuente: *Elaboración propia*



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Incorporación de mucílago de tuna para mejorar la subrasante estabilizada en la carretera Baños Termales CA-886, Huambos – Cajamarca, 2021", cuyo autor es GONZALES APAESTEGUI WILSON ORLANDINI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 31 de Marzo del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 31-03- 2022 19:32:57

Código documento Trilce: TRI - 0293624