



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Estabilización de subrasante en suelos arcillosos con la adición de cenizas
de cáscara de nuez, Ayacucho – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Huarcaya Soto, Gabriel (orcid.org/0000-0002-7072-8393)

ASESOR:

MSc. Diaz Huiza, Luis Humberto (orcid.org/0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres por haberme forjado
como la persona que soy en la
actualidad, mucho de mis logros se
los debo a ustedes entre los que se
incluye este. Me formaron con reglas,
con disciplina y con algunas
libertades, me motivaron
constantemente para alcanzar el éxito,
entre otros anhelos.

Agradecimiento

A mi familia, mis padres, hermanos y hermanas personas especiales en mi vida, no son nada mas y nada menos que un solo conjunto, seres queridos de importancia inimaginable. No podría sentirme más ameno con su mejor apoyo. Este logro es en gran parte gracias a ustedes, he logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio parecía tarea interminable.

A la universidad César Vallejo, y mi asesor por brindarme su apoyo, conocimiento y orientación para el desarrollo de este proyecto.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS.....	51

Índice de tablas

Tabla 1. Tamices de acuerdo a norma E11.....	9
Tabla 2. Contenido de componentes de la cascara de nuez.....	11
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	13
Tabla 4. cuadro de muestras para análisis granulométrico.....	14
Tabla 5. Cuadro de muestras para ensayo de Proctor modificado y CBR sin adición de material estabilizante.....	14
Tabla 6. Cuadro de muestras para evaluación de propiedades físicas sin adición de material estabilizante.....	15
Tabla 7. Cuadro de muestras para ensayo de Proctor modificado y CBR con adición de material estabilizante.....	15
Tabla 8. cuadro de muestra para evaluación de propiedades físicas con adición de material estabilizante.....	15
Tabla 9. Coordenadas de las extracciones de muestras.....	20
Tabla 10. Resultado de contenido de humedad de las muestras en estado natural.....	21
Tabla 11. Resultado de análisis granulométrico en estado natural.....	21
Tabla 12. Resultados del ensayo de límites de consistencia (Atterberg).....	22
Tabla 13. Resultados de ensayos de compactación (Proctor modificado).....	22
Tabla 14. Resultados de ensayo CBR (Relación de soporte califonia).....	23
Tabla 15. Reducción del material estabilizante, en el proceso de calcinación.....	26
Tabla 16. Ensayo de límites de consistencia (Atterberg) con la adición de cenizas de cascara de nuez.....	26
Tabla 17. Ensayo de límites de consistencia (Atterberg) con la adición de cenizas de cascara de nuez.....	27
Tabla 18. Ensayo de límites de consistencia (Atterberg) con la adición de cenizas de cascara de nuez.....	27

Tabla 19. Ensayo de Proctor modificado con la adición de cenizas de cascara de nuez.....	28
Tabla 20. Ensayo de Proctor modificado con la adición de cenizas de cascara de nuez.....	28
Tabla 21. Ensayo de Proctor modificado con la adición de cenizas de cascara de nuez.....	28
Tabla 22. Resultados de ensayo de CBR, con la edición de cenizas de cascara de nuez.....	29
Tabla 23. Resultados de ensayo de CBR, con la edición de cenizas de cascara de nuez.....	29
Tabla 24. Resultados de ensayo de CBR, con la edición de cenizas de cascara de nuez.....	30
Tabla 25. Promedio de CBR de las tres pruebas realizados con la adición de 10% de cenizas.....	31
Tabla 26. Promedio de CBR de las tres pruebas realizados con la adición de 10% de cenizas.....	34
Tabla 27. Promedio de CBR de las tres pruebas realizados con la adición de 5% de cenizas.....	37

Índice de figuras

Figura 1. Braja, M, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2013.....	9
Figura 2. Braja, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2013.....	10
Figura 3. Mapa político del Perú.....	19
Figura 4. Mapa político del Perú.....	19
Figura 5. Google Earth. ubicación de las calicatas.....	20
Figura 6. Cascara de nuez.....	24
Figura 7. Residuos de nuez.....	24
Figura 8. Incineración de la cascara de nuez.....	25
Figura 9. Ceniza de la cascara de nuez.....	25
Figura 10. Gráfico de datos estadístico software Minitab 19.....	33
Figura 11. Gráfico de datos estadístico software Minitab 19.....	36
Figura 12. Gráfico de datos estadístico software Minitab 19.....	39

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar la influencia de cenizas de cascara de nuez en estabilización de la subrasante en suelos arcillosos. El tipo de estudio es aplicativo, diseño de estudio experimental, nivel explicativo, metodología de investigación es hipotético – deductivo, la población es muestras extraídas mediante tres calicatas de una longitud de 1km de carretera en Acus Vinchos – Ayacucho. Para lo cual se empleó en los ensayos de mecánica de suelos, porcentajes de material propuesto en 5%, 10% y 15%, y en los resultados se obtuvieron los siguientes: la alteración de propiedades mecánicas de la subrasante con la adición de cenizas de cascara de nuez en suelos arcillosos, al 95% de compactación el CBR incrementa de 5% que es de muestra natural, al 5.9% con adición de 5% de cenizas de cascara de nuez, con adición de 10%, de 5% a 6.2% de CBR y finalmente con 15%, de 5% a 8.2% de CBR, mientras para 100% de compactación, el CBR con adición de 5% de ceniza incrementa de 5% a 7.5%, con 10%, de 5% a 8.1% y con 15%, de 5% a 10.3% de CBR, en cuanto a límites de consistencia también el material influye, porque el índice de plasticidad de suelo natural es de 18.4% y con la adición de 10% de cenizas de cascara de nuez baja a 9.7%, a partir de los resultados obtenidos en los ensayos se concluye que la aplicación de este material alternativo como aditivo para estabilizar suelos arcillosos es viable y favorable hasta económicamente, en aplicación de 10%, ya que es el porcentaje óptimo determinado en los ensayos.

Palabras claves: Límites de consistencia, CBR, subrasante, cenizas, cascara de nuez, suelos arcillosos.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the influence of walnut shell ashes on the stabilization of the subgrade in clayey soils. The type of study is applicative, experimental study design, explanatory level, research methodology is hypothetical - deductive, the population is samples taken through three pits with a length of 1km of road in Acus Vinchos - Ayacucho. For which, in the soil mechanics tests, percentages of material proposed at 5%, 10% and 15% were used, and the following results were obtained: the alteration of the mechanical properties of the subgrade with the addition of ash from walnut shell in clayey soils, at 95% compaction, the CBR increases from 5%, which is a natural sample, to 5.9% with the addition of 5% walnut shell ash, with the addition of 10%, from 5% to 6.2 % of CBR and finally with 15%, from 5% to 8.2% of CBR, while for 100% compaction, the CBR with the addition of 5% ash increases from 5% to 7.5%, with 10%, from 5% to 8.1% and with 15%, from 5% to 10.3% of CBR, in terms of consistency limits the material also influences, because the plasticity index of natural soil is 18.4% and with the addition of 10% shell ash of nut low to 9.7%, from the results obtained in the tests it is concluded that the application of this alternative material as an additive to stabilize clay soils It is viable and favorable even economically, in the application of 10%, since it is the optimal percentage determined in the tests.

Keywords: Limits of consistency, CBR, subgrade, ashes, walnut shell, clayey soils.

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial es la base de crecimiento socio económico para un país, ya que ella permite la unión de regiones productores y consumidores abriendo el paso al comercio, sin embargo, contar con pavimentación no es el fin del atascamiento del desarrollo. Es también el inicio del problema ambiental, ya que a mayor oferta de infraestructura vial mayor demanda de vehículos, y con ello el incremento de CO y CO₂ generados por la combustión incompleta del motor. Esto también viene acompañado de deterioro constante debido a los agentes externos, condiciones climatológicas, lluvias constantes, inundaciones.

Javier, M. André, J. (2022, p.6). Mencionan. “Por lo tanto, el mantener las capas de rodadura en un buen estado no se trata solo de una cuestión de confort y seguridad vial, sino que proporciona una ayuda muy sustancial al reto global de la descarbonización”. La contaminación generada por los vehículos va de acuerdo al grado de dificultad de tránsito como se menciona anteriormente, el mantener una vía en buen estado contribuye en mitigación de CO y CO₂ generados por los mismos.

Sánchez, Y. (2018, p. 21). Afirma la importancia de mejorar la subrasante. “Para beneficiar a los pobladores con una infraestructura vial duradero es necesario, diseñar apropiadamente considerando las condiciones climatológicas de la zona. De esa manera se garantizará la seguridad hasta en condiciones de lluvias torrenciales”. Las diferentes alternativas de solución para evitar problema de erosión, desgaste de pavimento, también yacen en reforzar subrasantes, mediante la modificación de propiedades mecánicas del suelo, usando materiales como, polímeros reciclados, cenizas de cascara de arroz, entre otros. O simplemente remplazando el material arcilloso de baja capacidad portante encontrado en la zona, lo cual elevaría el costo del proyecto.

Bustamante, A. (2016, p. 105). Nos dice. “El fin de mejoramiento es hacer que el CBR de la subrasante sea aumentado con uso de elementos alternativos, de tal manera que este soporte las cargas del tráfico vehicular requerido”. Lo que se espera de mejoramiento de la subrasante es obtener el incremento, valor de CBR, y con esto hacer que el pavimento sea de larga duración y brinde la seguridad necesaria a los usuarios del tránsito.

Rodríguez, E. (2019). Afirma que: “Sistema de estabilización de suelos son diversos, en el mundo se ha aplicado este método utilizando, infinidad de materiales, como aditivos químicos, geotextiles, cementos. Finalidad siempre es lo mismo, modificar y dar una vida útil amplio a la infraestructura” (p. 4). La provisión de infraestructura vial como, carreteras,

puentes y caminos contribuye en la integración de los grandes y pequeños mercados, además esto genera la disminución en costo de transporte y tiempo de desplazamiento, a su vez incrementa el comercio en la zona de influencia. (Comex Perú. 2020). Tener las vías terrestres en buen estado, es avanzar hacia el desarrollo en todo el ámbito, fácil acceso a servicios públicos como salud y educación. En el Perú mucho de dichos servicios son limitados, para la gran parte de la población rural, sobre todo en la parte selva. Ya que las condiciones climatológicas de dicha región del Perú cuentan con una precipitación constante y a causa de ella inundaciones, haciendo que toda infraestructura vial tenga una vida útil defectuosa.

Por causas y razones anteriormente mencionadas, es necesario abrir una puerta hacia la realidad nacional. Y preguntarse si es posible encontrar alternativas de solución a la problemática de pavimentos, mediante uso de materiales no convencionales que podrían aportar, como en el caso de. Estabilización de subrasante en suelos arcillosos con la adición de cenizas de cáscara de nuez. Y así reducir el costo de remplazo de material arcillosa existente. Los cuales nos lleva a plantearnos los siguientes. Problemas, objetivos e hipótesis con la finalidad de llegar a puntos específicos y relevantes del tema en este proyecto de investigación.

Problema general:

- ¿Cómo influye la aplicación de cenizas de cáscara de nuez en estabilización de la subrasante en suelos arcillosos?

Problemas específicos:

- ¿Qué porcentaje de cenizas de cáscara de nuez será apropiado para estabilización de subrasante en suelos arcillosos?
- ¿Cuál es la influencia de cenizas de cáscara de nuez en la alteración de límites de consistencia de suelos arcillosos?
- ¿De qué manera altera las propiedades mecánicas de subrasante la adición de cenizas de cáscara de nuez en suelos arcillosos?

Objetivo general:

- Determinar la influencia de cenizas de cáscara de nuez en estabilización de la subrasante en suelos arcillosos.

Objetivos específicos:

- Especificar el porcentaje apropiado de cenizas de cáscara de nuez, entre 5%, 10% y 15%. Para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos.
- Analizar la influencia de cenizas de cáscara de nuez en alteración de límites de consistencia de suelos arcillosos.
- Evaluar la alteración de propiedades mecánicas de subrasante con la adición de cenizas de cáscara de nuez en suelos arcillosos.

Hipótesis general:

- La aplicación de cenizas de cáscara de nuez influye positivamente en estabilización de la subrasante en suelos arcillosos.

Hipótesis específicas:

- El porcentaje apropiado de cenizas de cáscara de nuez, para la estabilización de subrasante en suelos arcillosos es 10%.
- Las cenizas de cáscara de nuez tiene alta influencia en la alteración de límites de consistencia en suelos arcillosos.
- La alteración de las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición de cenizas de cáscara de nuez en suelos arcillosos es considerable.

Justificación social:

En el Perú los últimos tiempos se ha venido viendo las carencias de la infraestructura vial, en las regiones alejadas del capital, especialmente en la parte selva y sierra del país, por las condiciones climatológicas de la región y el tipo de suelo que posee no es tan favorable en algunos casos. Es por eso se plantearon el mejoramiento de suelos mediante diversas formas, como uso de polímeros, geomallas, o remplazo de material, todo esto con único fin de extender tiempo de servicio de los pavimentos. Aun en las condiciones severas de clima local de la población beneficiaria de un proyecto vial.

Justificación practica:

Con esta investigación se busca dar solución, cambiando propiedades físico mecánicas, de suelos con presencia excesiva del material arcilloso en subrasantes, adicionando cenizas de cáscara de nuez. Ya que esta puede ser una alternativa más conveniente, considerando que el costo es accesible. Así también esta investigación sirva a posteriores estudios mostrando las propiedades que aporta la ceniza de cascara de nuez en reforzamiento de subrasantes en suelo arcilloso.

Justificación teórica:

Esta investigación experimental, hace mención al estudio, de una alternativa de mejorar la subrasante en suelos arcillosos sin la necesidad de remplazarlo. No obstante, es esencial indicar la proporción de ceniza de cáscara de nuez como agente aglutinante por cada metro cubico de material arcilloso.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales:

Landa, J. Torres, S. (2019). Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal. El objetivo es reutilizar los residuos agroindustriales junto con cal, en mejoramiento de subrasante para una infraestructura vial. La metodología fue experimental, cuya población es muestras obtenidas en el campo, se evaluó la acción del material propuesto para mejorar las propiedades mecánicas del suelo clasificado, según AASHTO como arcilloso. Ensayos que se hicieron son, compactación estándar y CBR, y comprobar la muestra con cantidades especificados, de 5%, 15% y 25%. De producto alternativo añadido, a este en su estado natural. También las relaciones contienen cuatro combinaciones de, 100% y 75%CBCA más 25% de cal; 50%CBCA más 50% cal; y 100%cal. Los resultados muestran mejoras del suelo con uso de 5% del material propuesto, en características de compactación y CBR, en conclusión, la proporción de estabilizante que presenta mejora de CBR hasta en un 110.81% es la combinación parcial de 50% de CBCA y 50% de cal, respecto al suelo natural.

Rosales, F. (2020). Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, VMT 2019. La metodología de la investigación es aplicada, cuasi experimental y de enfoque cuantitativo, el objetivo general fue estabilización de subrasante con cenizas de tusa de maíz junto con cenizas de cáscara de maní de suelos arcillosos de baja capacidad portante. La población, es la muestra que se ha extraído mediante 3 calicatas, las proporciones escogidas para la aplicación de ceniza de tusa de maíz, es de 5%, 10% y 15%, mientras para la ceniza de cáscara de maní es 3%, 6% y 9% luego se evaluaron los ensayos granulométricos, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Los resultados obtenidos son alentadores, debido a que muestran diferencia de valores en los resultados de ensayo de índice de plasticidad, CBR, y densidad máxima seca.

López, J. (2021). Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín. El objetivo de la investigación es, el mejoramiento de la subrasante en suelo arcilloso con la adicción de ceniza de cáscara de arroz; en la muestra se halló que el suelo es de alta

plasticidad, clasificados según SUCS y AASHTO. Ensayos hechos está bajo la estandarización de mecánica de suelo, con la adición de cenizas de cáscara de arroz en cantidades de 5%, 10% y 15%. En CBR, la resistencia obtenida al 95%. La Máxima Densidad Seca del suelo natural es de 3,96%, adicionando el 5%, la resistencia es de 6,90%, con 10%, es de 9,60% y para el 15%, es de 10,5 %. Con el resultado de la investigación se concluye que el uso de ceniza de cáscara de arroz como estabilizante puede ser una alternativa.

Antecedentes internacionales:

Fadmoro, O.F., Kar, S.S., Tiwari, D. *et al* (2021). Environmental and Economic Impact of Mixed Cow Dung and Husk Ashes in Subgrade Soil Stabilization. El objetivo de esta investigación es, determinar el impacto que genera el uso de estiércol de vaca y ceniza en estabilización de subrasante. Incluye trabajos de investigación que se han realizado para abordar algunos de los problemas de la degradación de las carreteras mediante el tratamiento de muestras de suelo con cenizas de desechos agrícolas, como estiércol de vaca y cascarilla de arroz. Los resultados de las pruebas de laboratorio muestran que hay una pérdida de humedad óptima al añadir 5% de ceniza inicialmente, luego aumenta constantemente, y el valor del factor de carga del suelo de California es 15 veces mayor que el de la ceniza con el valor inicial de 10 %. En la condición de maduración de 7 días, se observó un aumento del valor de 2,4 kg/cm² (suelo natural) a 6,3 kg/cm² (15% de ceniza). El análisis de costos mostró una reducción en el costo total del pavimento en su conjunto, así como una disminución en el espesor de las capas de pavimento, en conclusión, el uso de material mencionada es influyente y accesible.

Mishra, B y Gupta, M (2018). Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement. Este trabajo se basa en la investigación sobre la influencia de las propiedades del suelo mediante la introducción de fibras de tereftalato de polietileno (PET) reciclado en el subsuelo en combinación con cenizas volantes. El objetivo es determinar la resistencia al corte, módulo de corte, capacidad portante de California (CBR), resistencia a la tracción intermedia y límite de Atterberg del suelo arcilloso, usando la fibra de PET reciclada y las cenizas volantes. Las tasas oscilaron entre 0 % y 1,6 % del peso del suelo con un incremento del 0,4 % para las fibras de PET y entre 0 % y 20 % del peso del suelo con un incremento del 5 % para las cenizas volantes. Se

realizaron varias pruebas en muestras preparadas en diferentes combinaciones. Los estudios experimentales muestran una mejora en la resistencia al corte, el valor de CBR y una disminución en el índice plástico. Se encontró que la cantidad óptima era 1,2% de fibra PET reciclada con 15% de cenizas volantes en relación con el peso del suelo, lo que indica mejores parámetros de resistencia del subsuelo.

Randhawa, K y Chauhan, R (2021). Stabilizing black cotton soil in subgrade with municipal solid waste incineration ash for lowering greenhouse gas emission: A review. El objetivo de este trabajo es mejorar las características técnicas y mecánicas del suelo expandido, es decir, el suelo negro de algodón, mediante la adición de cenizas al suelo en diferentes proporciones. Los resultados de las pruebas indican que el contenido óptimo de cenizas añadidas al suelo expandido para mejorar la durabilidad está entre el 10 % y el 30 %, y los mejores resultados se obtienen con un contenido de cenizas del 25 %. Este contenido de ceniza aumentó la resistencia a la compresión del suelo negro de algodón expandido de 28,8 kPa a 53,4 kPa y aumentó el valor de CBR de 3,38% a 9,38%. Por lo tanto, la evaluación del uso propuesto de cenizas y escorias por parte del Ministerio del Interior tiene en cuenta el enorme aumento de los residuos sólidos urbanos debido a la rápida urbanización del país. La mayor parte de la investigación hasta la fecha sobre la estabilización de suelos con cenizas se ha basado en cenizas de proyectos de energía térmica. Sin embargo, este estudio se centra en el uso de cenizas de residuos sólidos con el doble propósito de estabilizar el suelo de algodón negro como material de sustrato y reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Esta es la novedad de este estudio.

Teorías relacionadas al tema

La subrasante. -es la porción del sistema de pavimentos, es la capa de suelo natural sobre la cual se construye el pavimento o la base (Subgrade Design and Construction, 2020, p. 10). Es la parte más importante de la infraestructura vial, ya que soporta toda la carga del pavimento y la carga que le corresponde al diseño de tránsito previsto.

Clasificación de suelos. -Nikiforova y Fleis, (2020). “La teoría general de clasificación, es un sistema universal de clasificación de suelos, debe ser natural, genético, fundamental y específica” (p. 1). Como mencionan anteriormente la clasificación es la parte más importante

porque ello nos permite determinar las características del suelo. Para lo cual existe dos sistemas de clasificación.

Sistema de clasificación AASHTO. -Los principales grupos de clasificación de suelos son A-1 a A-7, y estos tienen subgrupos donde las partículas que pasan por el tamiz número 200 es menor a 35% pertenecen a los grupos de A-1 hasta A-3. y de A-4 a A-7, son lo que pasan más de 35% (Braja. M, Das, 2013, p.78).

Sistema unificado de clasificación. -Este sistema clasifica como material grueso si el 50% es retenido en el tamiz número 200, y los que pasan más de 50% por el mismo tamiz se clasifica como material fino. También este mismo sistema fue usado en reconstrucción de aeródromos después de la gran guerra (Braja Das,2013, p. 82).

La arcilla. -Para. Castro, Axel. (2017). “La arcilla está formado de silicato de aluminios, se caracteriza principalmente por la alta plasticidad que adquiere cuando entra en contacto con agua” (p.56). La característica de la arcilla es absorber el agua, en ese estado el comportamiento mecánico es pésimo, sobre todo cuando se piensa emplear para una infraestructura vial. Los suelos blandos para. Jiménez, M. Otálvaro, G (2020, p. 19). “Son de poca utilidad al ser empleados como base de cimentaciones en proyectos tales como pavimentos y edificaciones”. Las razones ya mencionadas hacen que el material debe ser remplazado o estabilizado, se en caso se encuentra en la zona de proyección de obras de infraestructura vial. en caso de edificaciones se tiene que retirar hasta alcanzar suelo con mayor rigidez.

Propiedad física de la arcilla. -Es que es medible y visible, en la cual se puede ver, el color, compuesto y de qué manera está conformada, las fases en la que encuentra, estos pueden ser fase líquida, sólido. Los materiales arcillosos son pesados, por la particularidad de no drenar y cuando está saturado es difícil de trabajar.

Análisis granulométrico. -Es clasificar los tamaños de partícula, empleando una serie de tamices con aberturas diferentes, de 75mm hasta 0.075mm. (ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, 2019, P.2).

Tabla 1. Tamices de acuerdo a norma E11.

TAMICES DE ACUERDO A NORMA E11			
Alternativo	Estándar	Alternativo	Estándar
3 in	75.0 mm	Nº 10	2.00 mm
2 in	50.0 mm	Nº 20	0.850 mm (850µm)
1 ½ in	37.5 mm	Nº 40	0.425 mm (425µm)
1 in	25.0 mm	Nº 60	0.250 mm (250µm)
¾ in	19.0mm	Nº 100	0.150 mm (150µm)
3/8 in	9.5 mm	Nº 140	0.106 mm (106µm)
Nº 4	4.75 mm	Nº 200	0.075 mm (75µm)

Fuente: Norma ASTM D6913.

Límite de consistencia. -Braja M. Das. (2013), afirma que “Limite de consistencia es la transición de una fase a otra, es decir esto se encuentra en el medio de dos estados, llemese estado solido y estado semisolido, entre estos se encuantra un limite llamado contraccion tambien la consistencia (p. 64). De acuerdo con lo citado el comportamiento de suelos finos como arcilloso depende del contenido de humedad, como se observa en la imagen hay tres fases, conocido como límite de contracción la fase entre sólido y semisólido, semisólido y plástico como límite plástico y entre plástico y liquido como límite líquido. Son los cuatro estados mencionados en las que el suelo se encuentra por lo general.

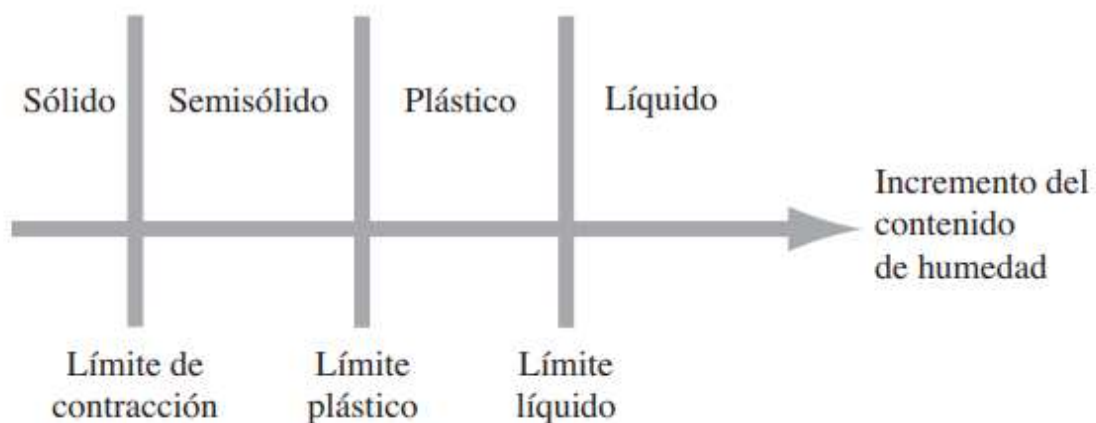
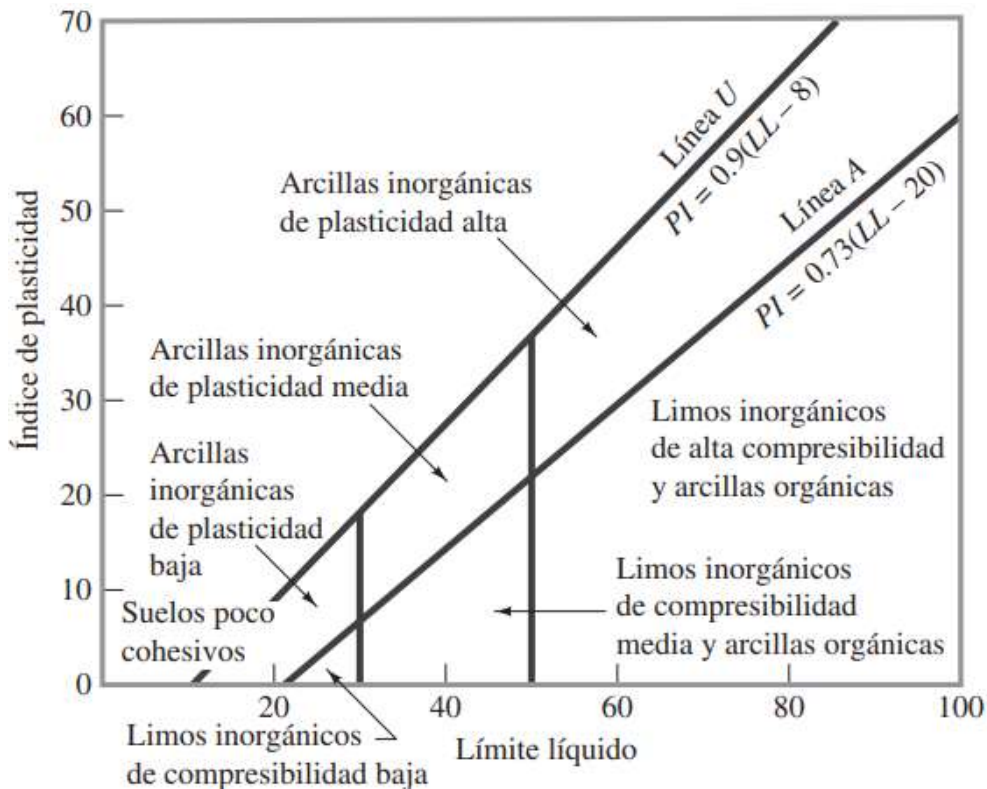


Figura 1. Braja, M, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2013.

Límite líquido. –Braja M. Das. (2013). “límite líquido es parte de clasificación del suelo esto analizado mediante sistema unificado para determinar si pertenece a material de grano fino” (p.73). En la carta de plasticidad se puede analizar en los diferentes grupos a las que pertenece el suelo después de un ensayo de límite líquido.



Fura 2. Braja, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2013.

Propiedades mecánicas. -Básicamente son referentes a la resistencia a la carga o capacidad portante, que muestra en reacción ante cualquier acción, que esta recibe. La importancia de analizar esta propiedad es para determinar si esta necesita algún cambio o mejoramiento de la misma.

Ensayo Proctor modificada. - Sengupta, A. Mukherjee, S. & Ghosh, A, (2017). “Los ensayos de Proctor modificado, es para determinar contenido de humedad máxima y analizar peso unitario máximo seco, también evaluar densidad máxima seca (p. 5). Los ensayos se hacen comúnmente con material fino que pasan el tamiz número cuatro, con un molde adaptado por ASTM y AASHTO, que tiene un volumen de 943.3cm³ y los golpes de compactación es de 25 por cada capa.

Nuez. -PARODI, (2018, p. 4). Nuez es un fruto que pertenece a genero geglans. Aquel fruto acompañó al hombre a través de toda su historia, en el viejo continente se hallaron datos que remarcan la edad de hierro, la cascara de esta es un material que pertenece a residuos sólidos de agrícola, a la vez es un derivado del proceso, etapa de partido de la nuez. La cascara de la misma representa entre 50% a 60%, de total del peso ceso, además posee componentes, como celulosa, hemicelulosa y lignina, en la tabla siguiente se muestra los porcentajes correspondiente a cada componente.

Tabla 2. *Contenido de componentes de la cascara de nuez.*

Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)
60.2	13.2	18.6	1.3	1.1

Fuente: Parodi, D. Composite material from Juglans regia shell residue, 2018.

Componentes de nuez. –Naturalmente todo marial orgánico tiene componentes como celulosa, ligninas, correspondientes a los polímeros naturales, también son materiales biológicos más abundantes en todo el mundo. Investigaciones de la misma mencionan las características que posee la nuez, como densidad aparente de 650kg/m³, 2.5 Mohs, y 1.25kg/l de peso específico (PARODI, D, 2018, p. 4). “La cáscara de nuez es un residuo agroindustrial que se puede aprovechar para elaborar algunas materias”. en infraestructura vial o en caso de pavimentos esto se podría a provechar incinerando para estabilizar suelos arcillosos, usando como aglutinantes. XII COLOQUIO BIENAL EN CIENCIAS DE MATERIALES, (2017, p. 34).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Investigación aplicada

Se denomina investigación empírica o práctica, debido a que plantea usar los conocimientos anteriormente obtenidos. Revista Médica Sanitas (2018). “La fuente de datos para el diseño de investigación aplicada tiene que ser determinado con precisión, empleando métodos de. Entrevista, encuesta, resultados de laboratorio, registros de base poblacional, fuentes de interés que muestran calidad de dato” (p. 143). Diseño de investigación para este tipo de estudios que se sostiene anteriormente tiene que ser considerado como prueba para investigar y debe garantizar su validez y confiabilidad. Las áreas que se deben incluir en el estudio dependen del objetivo de la investigación.

Una investigación es válida cuando una conclusión es precisa o verdadera y el diseño de la investigación es el modelo conceptual dentro del cual se desarrolla la investigación realizada, (AKHTAR, Dr. Md Inaam, 2016, p. 68). El tipo de estudio que se emplea es aplicado ya que se pondrá en práctica el mejoramiento de la subrasante en suelos arcillosos con cenizas de nuez, donde se hará diversos ensayos en el laboratorio, con los datos y parámetros ya establecidos por normas y otros autores.

Diseño cuasi-experimental

Se trata de un plan de investigación en el que los grupos o sujetos de estudio no están seleccionados de manera aleatoria. En otros diseños de investigación, el grupo de estudio sirve como su propio control, comparándose el antes y después de cada ensayo.

Esta investigación es considerada como cuasi-experimental, porque las muestras del trabajo se manipularán intencionalmente, las cantidades de ceniza de nuez serán en proporciones de 5%, 10% y 15%, el propósito será estudiar su influencia, modificaciones de propiedades del suelo arcilloso, tanto físicas y mecánicas en diseño de subrasantes. También las razones para clasificar como cuasi-experimental son la identificación del área influyente al estudio que por cierto fue determinado por el investigador.

3.2. Variable y operacionalización

Los variables considerados en esta investigación son 2:

Cenizas de cascara de nuez.....V1

Propiedades de un suelo arcilloso.....V2

Tabla 3. Operacionalización de variables.

Operacionalización de variables							
Variables	Independiente	Cenizas de cascara de nuez	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
			Dependiente	Propiedades de un suelo arcilloso	Ministerio de transportes y comunicaciones (2013). Suelos con CBR menor a 6% corresponde estabilizar [...] la misma se define como restauración de propiedades físicas mediante procesos mecánicos (p. 23).	se evaluarán mediante los diversos ensayos, las propiedades físico mecánicas en muestras patrón y prueba experimental adicionando cenizas de cascara de nuez, en la muestra de suelo arcilloso	
			Pablo, (2015) Menciona que. El porcentaje de masa que ocupa la cascara sobre la masa total de la nuez, es 51% esto nos ayuda a entender que solo el 49% de la nuez se aprovecha (p. 40).	A fin de analizar la cascara de nuez se tomarán los porcentajes añadidos en cada ensayo, los cuales estarán en relación de 5%, 10% y 15%. (fuente propia)	Porcentajes	Adición de 5% de C.C. N Adición de 10% de C.C. N Adición de 15% de C.C. N	

Fuente: Elaboración propio.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Robles, (2019). Menciona “Grupo de unidades como objetos o personas son denominadas una población, o eventos, en lo que se enfoca un estudio” (p. 254). De acuerdo al autor citado la población es grupo de individuos, objetos, materiales de interés para la investigación.

Para este estudio de investigación determinará como población una porción de suelo extraído mediante tres calicatas de 1km de carretera que es el área a estudiar que está ubicado en Ayacucho, para lo cual la profundidad estimada será de 1.50m por debajo de la subrasante, ya teniendo la muestra se ejecutarán, diversos estudios, ensayos en respectivo laboratorio a las muestras determinadas para ella, como naturales sin la adición de material estabilizante en este caso la ceniza de cascara de nuez, finalmente se evaluará los resultados del ensayo y se tomar como patrón a la población más desfavorable. El cual será sometido al experimento donde se modificará las propiedades mecánicas adicionando el material estabilizante en proporciones de 5/100, 10/100 y 15/100. con fines de encontrar la combinación óptima para mejorar el suelo.

Tabla 4. *cuadro de muestras para análisis granulométrico.*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Calicata	Muestra
C - 1	1
C - 2	1
C - 3	1
Total	3

Fuente: Elaboración propio.

Tabla 5. *Cuadro de muestras para ensayo de Proctor modificado y CBR sin adición de material estabilizante.*

PROPIEDADES MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO Y CBR)	
Calicata	Muestra
C-1	1
C-2	1
C-3	1
Total	3

Fuente: Elaboración propio.

Tabla 6. Cuadro de muestras para evaluación de propiedades físicas sin adición de material estabilizante.

PROPIEDADES FÍSICAS (LÍMITES DE CONSISTENCIA)	
Calicata	Muestra
C-1	1
C-2	1
C-3	1
Total	3

Fuente: Elaboración propio.

Tabla 7. Cuadro de muestras para ensayo de Proctor modificado y CBR con adición de material estabilizante.

PROPIEDADES MECÁNICAS CON ADICIÓN DE MATERIAL ESTABILIZANTE				
Muestra	5%	10%	15%	Total
M- Desfavorable	1	1	1	3

Fuente: Elaboración propio.

Tabla 8. Cuadro de muestra para evaluación de propiedades físicas (límites de consistencia) con adición de material estabilizante.

PROPIEDADES FÍSICAS CON ADICIÓN DE MATERIAL ESTABILIZANTE				
Muestra	5%	10%	15%	Total
M- Desfavorable	1	1	1	3

Fuente: Elaboración propio.

Muestra

Robles, (2019). La muestra se define como subconjunto representativo de las unidades de una población (p. 245). La muestra tomada es el que tiene resultado desfavorable, obtenido mediante ensayos en el laboratorio. La misma que servirá para diversos ensayos, adicionando proporciones considerados a criterio de 5%, 10% y 15% de cenizas de cáscara de nuez, a la muestra arcillosa y evaluar su comportamiento, mejoramiento de sus propiedades.

Muestreo

Los materiales en el ensayo serán elegidos a conveniencia y no de manera aleatoria. Esto porque es necesario trabajar con la muestra más desfavorable en CBR y índice de plasticidad más alta. Por razones de lo anterior el método de muestreo es no probabilístico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Andrade (2018). menciona “Técnica del recopilación y análisis en datos se utiliza para complementar otros medios que también sirven de recolección de información, como visión, historias, y facilitar su comprensión del objetivo en el que se enfoca el estudio” (p.2). Hay muchas maneras de recolectar datos e información, entre los cuales están las encuestas, observación, datos históricos. Con fines de obtener resultados se ejecutarán ensayos de laboratorio, la forma de recolección de información aplicada para este estudio fue observación directa, de la misma manera los datos del resultado obtenido en el laboratorio serán registrados, para después ser interpretadas y presentada como prueba del trabajo.

Instrumentos de recolección de datos

Son recursos que un investigador puede valerse para recoger información requerida, acercándose a la realidad problemática. Como en toda investigación se emplearán instrumentos como fichas para recolectar datos de acuerdo a cada ensayo realizado, instrumentos fotográficos para evidenciar el trabajo. Algunas fichas que están predeterminados son de laboratorio para garantizar su calidad, de ensayos como granulometría, Proctor modificado y límite de consistencia, modificado, las cuales cumplirán exigencias de acuerdo a la norma.

Validez y Confiabilidad del instrumento

Esta investigación estará validado y garantizado, por los profesionales expertos en el tema, los mismos que son responsables de laboratorio acreditado en rama de mecánica de suelos, además serán ellos los que validan y certifiquen la calibración de equipos que serán usados en los ensayos previstos.

3.5. Procedimiento

El procedimiento estará determinado por los siguientes pasos, empezando por extracción de muestra del suelo arcilloso, mediante tres calicatas, ya que el tramo de estudio se clasifica como carreta de segunda clase, además, esto permitirá conocer la estratigrafía del terreno. La cantidad de muestra será de 40kg por cada calicata, las mismas que serán trasladado a laboratorio, para ello se empleará bolsas de polipropileno con finalidad de no alterar el contenido de humedad, también se deberá etiquetar correctamente mencionando el número de extracción, para facilitar la identificación, siguiendo con el cuarteo de muestra, para la investigación de mecánica de suelos, ensayos de análisis de tamaño de partículas, Proctor modificado, límites de consistencia, determinación de propiedades. Las mismas que cumplen las normas de (MTC E 101, 107, 105, 110, 115). De la misma manera para obtener material alternativo de estudio como material estabilizante, la ceniza de cáscara de nuez, que será empleado en mejoramiento de subrasantes en suelo arcilloso.

Equipos para extracción de muestra.

Los equipos que se usaran para la extracción de muestras del suelo están conformados por, equipos de protección individual, flexómetro, pico, lampa y bolsas de polipropileno.

Equipo para cuarteo.

Pala, Cucharones, Brocha, Regla metálica, Balanza.

Equipo de análisis granulométrico por Tamizado.

tamices, Balanza, Recipientes, Cepillo.

Equipo para ensayo de Límites Atterberg. (Limite líquido y Limite plástico)

Copa de Casagrande, Espátula, Recipiente, alanza, Acanalador especial para hacer surco, Taras, Horno, Espátula, Tamices de diferentes tamaños, Agua destilada.

Equipo para Proctor Modificado.

Molde con volumen de 943.3cm³, Pisón para operar manualmente, enrasador, Balanza, Horno que conserve temperaturas termostáticamente 110° ± 5° C, Herramienta de mezcla.

Equipo para California Bearing Ratio – CBR.

Probetas metálicas, enrasador, comparador, papel, sobrecargas, placa perforada con vástago, balanza, horno a temperatura 110°C, Recipiente de remojo.

3.6. método de análisis de datos.

Resultados y conclusiones provienen del análisis de, datos recopilados del área de influencia, procesados en software como Excel y gráficos de barras, ya que ello facilita la interpretación del resultado. Para sustentar la congruencia de la investigación todo proceso de datos será de acuerdo a las normas técnicas peruanas.

3.7. Aspectos éticos.

Se acudieron a fuentes de información como Google académico, Alicia Concytec para obtener información de investigaciones, tesis de grado y post grado, nacionales e internacionales, libros, artículos, revistas, entre otros, relacionadas a nuestro tema de investigación. De esa manera se respaldará este proyecto de investigación, también en el desarrollo, se aplicó norma ISO 690-2 para citar autores y referenciar fuentes de información, así mismo los instrumentos y formatos usados están estandarizados por la norma NTP y ASTM. Además la estructura metodológica a seguir es brindada por la universidad cesar vallejo, para indicar nivel de similitud este proyecto de investigación se pasará por el programa ante plagio Turnitin.

IV. RESULTADOS

Reconocimiento y ubicación del campo

Ubicación política de Ayacucho - Perú



Figura 3. Mapa político del Perú.



Figura 4. Mapa político del Perú.

Lugar de estudio:

Ubicación: Acos Vinchos – Ayacucho.



Figura 5. Google Earth. ubicación de las calicatas.

Coordenadas de las extracciones de muestras

Tabla 9. Coordenadas de las extracciones de muestras.

Calicatas	Profundidad (m)	Latitud	Longitud
C – 1	1.5	13°6'40,63" S	74°6'6,66" O
C – 2	1.5	13°6'33,77" S	74°6'12,98" O
C – 3	1.5	13°6'27,64" S	74°6'14,44" O

Fuente: Elaboración propio.

Resultados de ensayo de las muestras en estado natural.

Resultados y clasificación de las muestras extraídas mediante calicatas, las tres muestras fueron sometidos a diferentes ensayos y luego se determinó el grupo al que pertenece, mediante los sistemas de clasificación SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos) y AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes). Las cuales se demuestran en las tablas a continuación.

Tabla 10. Resultado de contenido de humedad de las muestras en estado natural.

DESCRIPCIÓN	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
contenido de humedad (%)	3.5	5.8	3.3

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación

Los resultados del contenido de humedad son los siguientes, como se observa en la tabla 10, 3.5% corresponde a calicata 1, 5.8% a calicata 2 y finalmente 3.3% a calicata 3. La baja contenido de humedad es debido a la fecha de extracción de la muestra ya que el lugar de trabajo está en temporada de estiaje.

Tabla 11. Resultado de análisis granulométrico en estado natural.

DESCRIPCIÓN	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
Grava (%)	0	0	0
Arenas (%)	17.6	16.8	17.3
Finos (%)	82.4	83.2	82.7

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación de resultados

Los resultados de análisis granulométrico de las tres muestras en estado natural están representados en la tabla 11. Donde los porcentajes que corresponde a la calicata 1 son. 0% de grava, 17.6% de arena y 82.4% de finos. Así mismo los que corresponden a calicata 2 son. 0% de gravas, 16.8% de arena y 83.2% de finos, y finalmente la calicata 3 posee, 0% de gravas, 17.3% de arenas y 82.7% de finos. En las tres calicatas la simbología de clasificación según SUCS es CL, lo indica que el suelo es arcilla inorgánica de baja plasticidad. Además, sistema de clasificación AASHTO, determina que el suelo pertenece al grupo A-6 (14), lo que indica que el suelo es limoso y arcilloso, por lo tanto, la clasificación general de la subrasante del mismo es regular a malo.

Tabla 12. Resultados del ensayo de límites de consistencia (Atterberg).

DESCRIPCIÓN	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
Límite líquido (%)	38.2	37.9	38.5
Límite plástico (%)	20.3	20.5	20.1
Índice de plasticidad (%)	17.9	17.4	18.4

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación de resultados

De los resultados de ensayos de límites de consistencia en estado natural, se estableció que el límite líquido de las tres calicatas están en orden de calicata, 1, 2 y 3 respectivamente, 38.2%, 37.9%, y 38.5%. El límite plástico, 20.3%, 20.5% y 20.1%. El índice de plasticidad es lo siguiente, 17.9%, 17.4%, y 18.4%. En los tres casos los resultados tienen una variación muy pequeña. Los resultados anteriores son para clasificar debidamente el grupo y determinar la calidad del suelo para una subrasante.

Tabla 13. Resultados de ensayos de compactación (Proctor modificado).

DESCRIPCIÓN	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
MDS (g/cm ³)	1.782	1.764	1.783
ÓCH (%)	14.9	15.1	15.1

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación de los resultados

Los ensayos de compactación Proctor modificado en estado natural de la muestra tienen el siguiente resultado, MDS (Máxima densidad seca) correspondiente a las tres muestras, en orden 1, 2 y 3 respectivamente, 1.782, 1.764 y 1.783 g/cm³. ÓCH (Óptimo contenido de humedad) en la misma orden, 14.9%, 15.1% y 15.1%. De acuerdo a los datos los resultados tienen una muy pequeña variación por lo que se puede deducir que son iguales.

Tabla 14. Resultados de ensayo CBR (Relación de soporte california).

DESCRIPCIÓN	CBR a 2.54mm (0.1") de penetración		CBR a 5.08mm (0.2") de penetración	
	95%	100%	95%	100%
CALICATA 1 (MDS)	3.6	4.9	4.3	5.9
CALICATA 2 (MDS)	3.7	5.2	4.4	6.2
CALICATA 3 (MDS)	3.7	5	4.5	5.8

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación de resultados

Se tiene los resultados de ensayo de CBR en estado natural, de penetración de una pulgada de las tres muestras de la siguiente forma, C-1 al 100% de MDS un CBR de 4.9%, C-2 al 100% de MDS un CBR de 5.2%, C-3 al 100% de MDS un CBR de 5%. De las tres muestras ensayadas ninguno cumple con la norma determinado por. Ministerio de transportes y comunicaciones (2013). Los Suelos que tienen CBR menor a 6% corresponde estabilizar [...] la misma se define como restauración de propiedades físicas mediante procesos mecánicos (p. 23). Dado el caso las muestras extraídas se somete a una modificación, con la adición de material estabilizante propuesto a base residuos de incinerados de nuez.

Adquisición de cáscara de nuez.

La obtención de la cascara de nuez fue a través de una compra, previa solicitud al comerciante de frutos secos. La cantidad adquirida fue de 40kg. No obstante, el producto se pudo obtener en el campo de cosecha.



Figura 6. Elaboración propio. Cascara de nuez.



Figura 7. Elaboración propio. Residuos de nuez.

Incineración de material propuesto

La incineración de la cascara fue a aire libre, sobre una bandeja especial de aluminio ya que ella soporta altas temperaturas, sin sufrir algún daño que podría alterar a la ceniza. el proceso de la incineración duró una hora con 40 minutos y la calcinación más de cuatros horas, dejando como resultado la ceniza.

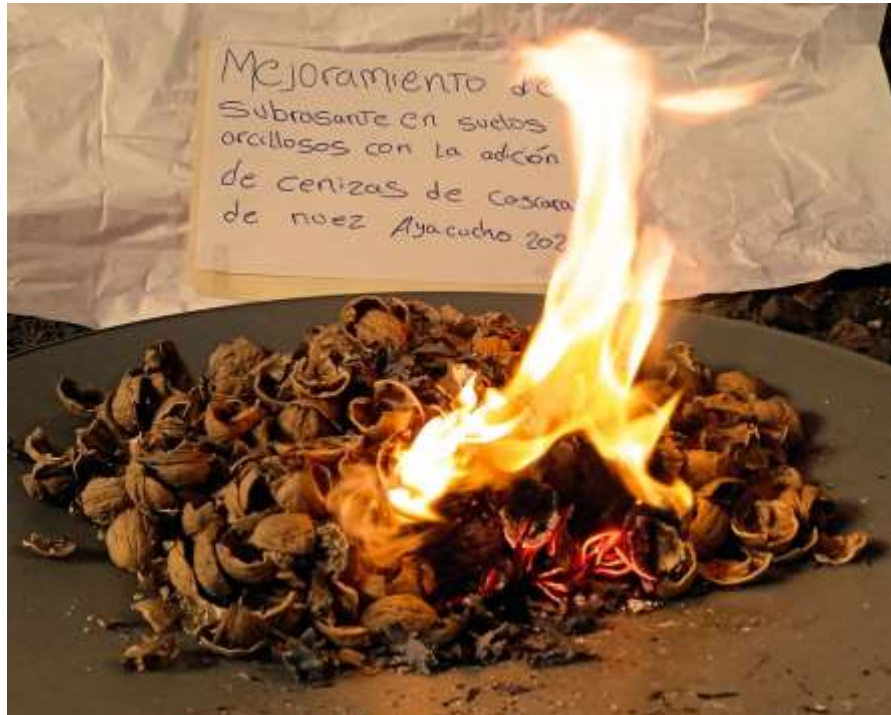


Figura 8. Elaboración propio. Incineración de la cascara de nuez.



Figura 9. Elaboración propio. Ceniza de la cascara de nuez.

Reducción de material estabilizante

Tabla 15. Reducción del material estabilizante, en el proceso de calcinación.

Elementos	kg	%
Cascara de nuez	40	100
Ceniza	6	15

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación del cuadro.

En el cuadro anterior observamos la variación de la cantidad y porcentaje de la cascara de nuez y la ceniza de ella. Además, se entiendo que 40kg de cascara de nuez que equivale a 100% del total de material natural, una vez procesado mediante la incineración se reduce a 6kg que equivale a 15% del total. Esta reducción se genera en el proceso de calcinación, ya que los componentes de la cascara de nuez son lignina y celulosa correspondiente a los polímeros naturales que reaccionan y combustionan en su estado seco, cuando entra en contacto con el fuego.

Resultados de la muestra con la adición de material estabilizante

Se hicieron tres pruebas en cada ensayo (Límites de consistencia, Proctor modificado y CBR) con la muestra del suelo natural con resultado más desfavorable adicionando el material estabilizante, que es cenizas de la cascara de nuez. La muestra que sufrirá la alteración es la muestra extraída de la calicata tres.

Resultados de límites de consistencia (Atterberg). Con la adición de cáscara de nuez.

Prueba 1.

Tabla 16. Ensayo de límites de consistencia (Atterberg) con la adición de cenizas de cáscara de nuez.

descripción	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Suelo natural C-3	38.5	20.1	18.4
Suelo natural + 5%	39.7	29.4	10.3
Suelo natural + 10%	42.1	32.4	9.7
Suelo natural + 15%	44.1	34.9	9.2

Fuente: Elaboración propio.

Prueba 2.

Tabla 17. *Ensayo de límites de consistencia (Atterberg) con la adición de cenizas de cáscara de nuez.*

descripción	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Suelo natural C-3	38.5	20.1	18.4
Suelo natural + 5%	40.1	29.8	10.3
Suelo natural + 10%	42.7	32.0	9.8
Suelo natural + 15%	44.5	35.4	9.1

Fuente: Elaboración propio.

Prueba 3.

Tabla 18. *Ensayo de límites de consistencia (Atterberg) con la adición de cenizas de cáscara de nuez.*

descripción	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Suelo natural C-3	38.5	20.1	18.4
Suelo natural + 5%	39.6	29.7	9.9
Suelo natural + 10%	42.5	32.9	9.6
Suelo natural + 15%	44.7	35.7	9

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación

De acuerdo con los resultados de las tres pruebas se tiene los siguientes, como se observa en las tablas. 16, 17 y 18. El límite líquido de la muestra natural es 38.5%, sin embargo, al añadir la ceniza de cascara de nuez esto incrementa de acuerdo al porcentaje de adición, 5%, 10% y 15%, en un promedio de 2%. Para el límite plástico la variación de resultado en estado natural y con la adición de 5% tiene un promedio de 9.53%. pero de 5% a 10% y 15%, la variación tiene un promedio de 3%. Mientras para el índice de plasticidad la variación es decreciente, del estado natural que es 18.4%, con la adición de 5% de las cenizas de cascara de nuez, tiene un promedio de 8.2%, de 5% a 10% y 15%, el promedio de variación es de 0.50%. Finalmente, la ceniza de cascara de nuez influye en la disminución de IP.

Resultados de los ensayos de Proctor modificado con la adición de cenizas de cáscara de nuez.

Prueba 1.

Tabla 19. *Ensayo de Proctor modificado con la adición de cenizas de cáscara de nuez.*

Descripción	Óptimo contenido de humedad (%)	Máxima densidad seca (g/cm³)
Suelo natural C-3	15.1	1.783
Suelo natural más 5%	15.8	1.698
Suelo natural más 10%	16.6	1.647
Suelo natural más 15%	17.6	1.592

Fuente: Elaboración propio.

Prueba 2.

Tabla 20. *Ensayo de Proctor modificado con la adición de cenizas de cáscara de nuez.*

Descripción	Óptimo contenido de humedad (%)	Máxima densidad seca (g/cm³)
Suelo natural C-3	15.1	1.783
Suelo natural más 5%	15.9	1.694
Suelo natural más 10%	16.9	1.641
Suelo natural más 15%	17.7	1.585

Fuente: Elaboración propio.

Prueba 3.

Tabla 21. *Ensayo de Proctor modificado con la adición de cenizas de cáscara de nuez.*

Descripción	Óptimo contenido de humedad (%)	Máxima densidad seca (g/cm³)
Suelo natural C-3	15.1	1.783
Suelo natural más 5%	15.9	1.697
Suelo natural más 10%	16.7	1.641
Suelo natural más 15%	17.9	1.582

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación

Según los resultados de las tres pruebas que se observan en las tablas anteriores, la variación de óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca son lo siguiente, para suelo natural es 15.1% de óptimo contenido de humedad, con la adición de cenizas de cascara de nuez, en porcentajes de 5%, 10% y 15%, el promedio de incremento en las tres pruebas es. 0.8%. Así también la variación de máxima densidad seca con respecto a suelo natural, 1.783g/cm³, adicionando los porcentajes de 5%, 10 y 15%, tiene un promedio de 0.06g/cm³, en las tres pruebas.

Resultados de los ensayos de CBR. Con la adición de cenizas de cáscara de nuez.

Prueba 1.

Tabla 22. Resultados de ensayo de CBR, con la edición de cenizas de cáscara de nuez.

Penetración a 2.54mm (0.1")		
MDS (%)	95% (0.1")	100% (0.1")
C-3	3.7	5
C-3 más 5%	5.5	7.1
C-3 más 10%	6.8	8.5
C-3 más 15%	8.2	10.2

Fuente: Elaboración propio.

Prueba 2.

Tabla 23. Resultados de ensayo de CBR, con la edición de cenizas de cáscara de nuez.

Penetración a 2.54mm (0.1")		
MDS (%)	95% (0.1")	100% (0.1")
C-3	3.7	5
C-3 más 5%	5.4	6.9
C-3 más 10%	6.6	8.4
C-3 más 15%	8.5	10.9

Fuente: Elaboración propio.

Prueba 3.

Tabla 24. Resultados de ensayo de CBR, con la edición de cenizas de cáscara de nuez.

Penetración a 2.54mm (0.1")		
MDS (%)	95% (0.1")	100% (0.1")
C-3	3.7	5
C-3 más 5%	5.9	7.5
C-3 más 10%	6.2	8.1
C-3 más 15%	8.2	10.3

Fuente: Elaboración propio.

Interpretación.

En los cuadros anteriores se resume los resultados de los ensayos de CBR, con la adición de cenizas de cáscara de nuez. Los valores del CBR al 100% y 95% respecto al suelo natural, se incrementan con la adición del material estabilizante, en las tres pruebas que se hizo con porcentajes de ceniza, 5%, 10% y 15%, el resultado más alentador fue con la adición de 15% ya que el incremento es más del doble del CBR en estado natural. Sin embargo, con la adición de 5% cumple con la norma de MTC, sobrepasando el 6% de CBR.

Contrastación de hipótesis

CBR

Prueba de hipótesis con el programa Minitab 19, estadístico t de student utilizando el valor P, con el fin de validar la hipótesis.

Todo en referencia al valor P en relación al nivel de significancia, el cual nos dirá si se acepta o rechaza.

- Si el valor $P >$ al nivel de significancia, Se acepta la H_0 . De lo contrario se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

H_0 : Hipótesis nula

H_a : Hipótesis alterna

En la siguiente prueba de hipótesis se consideró como principal porcentaje, el 10% de adición de ceniza de cáscara de nuez, ya que en los resultados se observó el mejoramiento o

variación en propiedades físicas y mecánicas por encima de los 6% de CBR, al 95% de compactación. Con respecto al suelo en estado natural que tiene un CBR de 3.7%.

Hipótesis específico 1, de la investigación.

El porcentaje apropiado de cenizas de cáscara de nuez, para la estabilización de subrasante en suelos arcillosos es 10%.

Para validar su efectividad de las cenizas de cáscara de nuez en estabilización de la subrasante en un suelo arcilloso, para ello se realizó tres ensayos de California Bearing Ratio (CBR), con la adición de 10% cenizas de cascara de nuez, que se observa en la tabla:

Tabla 25. Promedio de CBR de las tres pruebas realizados con la adición de 10% de cenizas.

Identificación	95% de compactación CBR (%)			Promedio de CBR (%)
	10%	6.8	6.6	6.2

Fuente: Elaboración propio.

Se hizo una evaluación de la confiabilidad al 95%, también se consideró un nivel de significancia de 5% y una media hipotética de 6 (%).

Formulación de hipótesis

H₀: El porcentaje apropiado de cenizas de cáscara de nuez, para la estabilización de subrasante en suelos arcillosos **no** es 10%.

H_a: El porcentaje apropiado de cenizas de cáscara de nuez, para la estabilización de subrasante en suelos arcillosos es 10%.

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	6.533	0.306	0.176	6.018

μ : media de CBR más 10% de cenizas de cáscara de nuez.

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 6$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 6$
Valor T	Valor p
3.02	0.047

Distribución t

$$gl: N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t.95 = 2.920$$

Desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2}}{N - 1}$$

$$s = \frac{\sqrt{(6.8 - 6.533)^2 + (6.6 - 6.533)^2 + (6.2 - 6.533)^2}}{3 - 1}$$

$$s = 0.306$$

Cálculo de t estadístico

$$t = \frac{\bar{X} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{6.533 - 6}{\frac{0.306}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 3.02$$

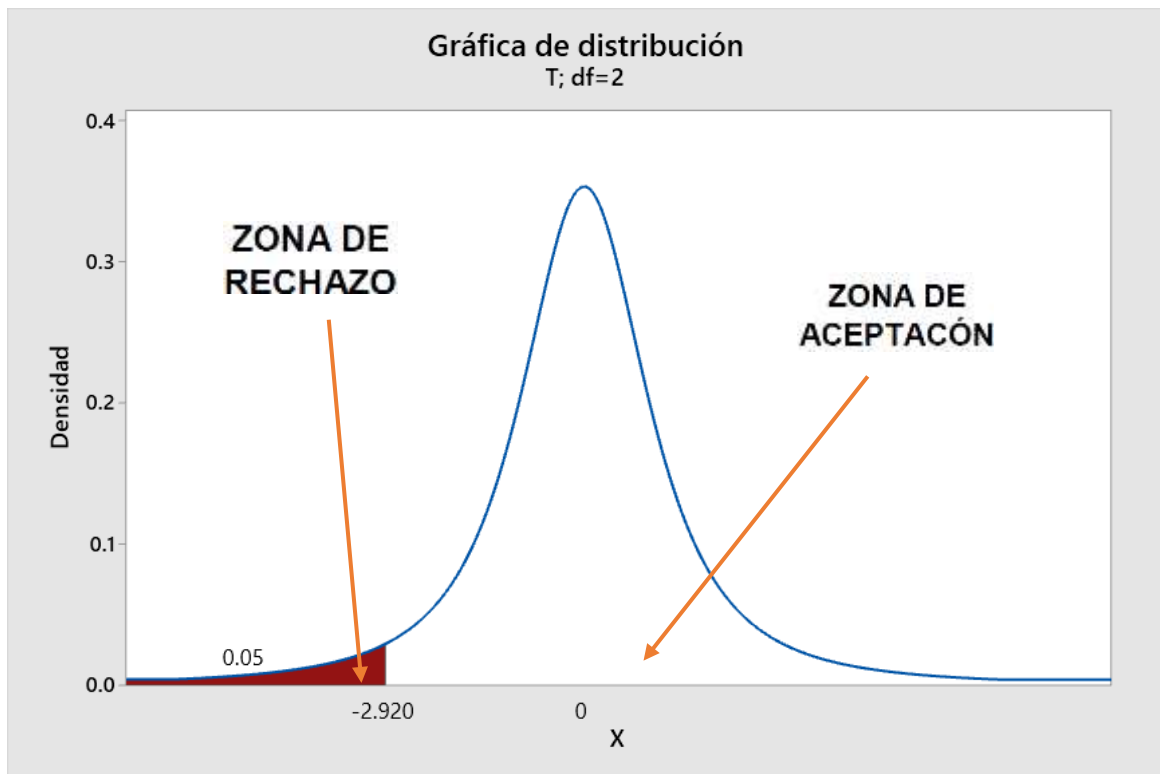


Figura 10. Gráfico de datos estadístico software Minitab 19

Interpretación de la contrastación de hipótesis 1.

De acuerdo a la prueba estadística la significancia (t) es igual a 3.02 en cuanto al CBR del suelo más 10% de cenizas, lo que nos indica que está dentro de la zona de aceptación. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. En conclusión, El porcentaje apropiado de cenizas de cáscara de nuez, para la estabilización de subrasante en suelos arcillosos es 10%.

Hipótesis específico 2, de la investigación.

Límites de consistencia

Prueba de hipótesis con el programa Minitab 19, estadístico t de student utilizando el valor P, con el fin de validar la hipótesis.

Todo en referencia al valor P en relación al nivel de significancia, el cual nos dirá si se acepta o rechaza.

- Si el valor $P >$ al nivel de significancia, Se acepta la H_0 . De lo contrario se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

H_0 : Hipótesis nula

H_a : Hipótesis alterna

Las cenizas de cascara de nuez tiene alta influencia en la alteración de límites de consistencia en suelos arcillosos.

Para validar su efectividad de las cenizas de cáscara de nuez en estabilización de la subrasante en un suelo arcilloso, para ello se realizó tres ensayos de límites de consistencia con la adición de 10% cenizas de cáscara de nuez, que se observa en la tabla:

Tabla 26. Promedio de límites de consistencia con la adición de 10% de cenizas

Identificación	Índice de plasticidad (%)			IP (promedio) (%)
	9.7	9.8	9.6	
10%	9.7	9.8	9.6	9.700

Fuente: Elaboración propio.

Se hizo una evaluación de la confiabilidad al 95%, también se consideró un nivel de significancia de 5% y una media hipotética de 18.4 (%).

Formulación de hipótesis

H₀: Las cenizas de cascara de nuez **no** tiene alta influencia en la alteración de límites de consistencia en suelos arcillosos

H_a: Las cenizas de cascara de nuez tiene alta influencia en la alteración de límites de consistencia en suelos arcillosos

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para μ
3	9.7000	0.1000	0.0577	9.8686

μ : media de IP del suelo más 10% de cenizas de cáscara de nuez.

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 18.4$

Hipótesis alterna $H_1: \mu < 18.4$

Valor T	Valor p
-150.69	0.000

Distribución t

$$gl: N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.920$$

Desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2}}{N - 1}$$

$$s = \frac{\sqrt{(9.7 - 9.700)^2 + (9.8 - 9.700)^2 + (9.6 - 9.700)^2}}{3 - 1}$$

$$s = 0.100$$

Cálculo de t estadístico

$$t = \frac{\bar{X} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{9.700 - 18.4}{\frac{0.100}{\sqrt{3}}}$$

$$t = -150.69$$

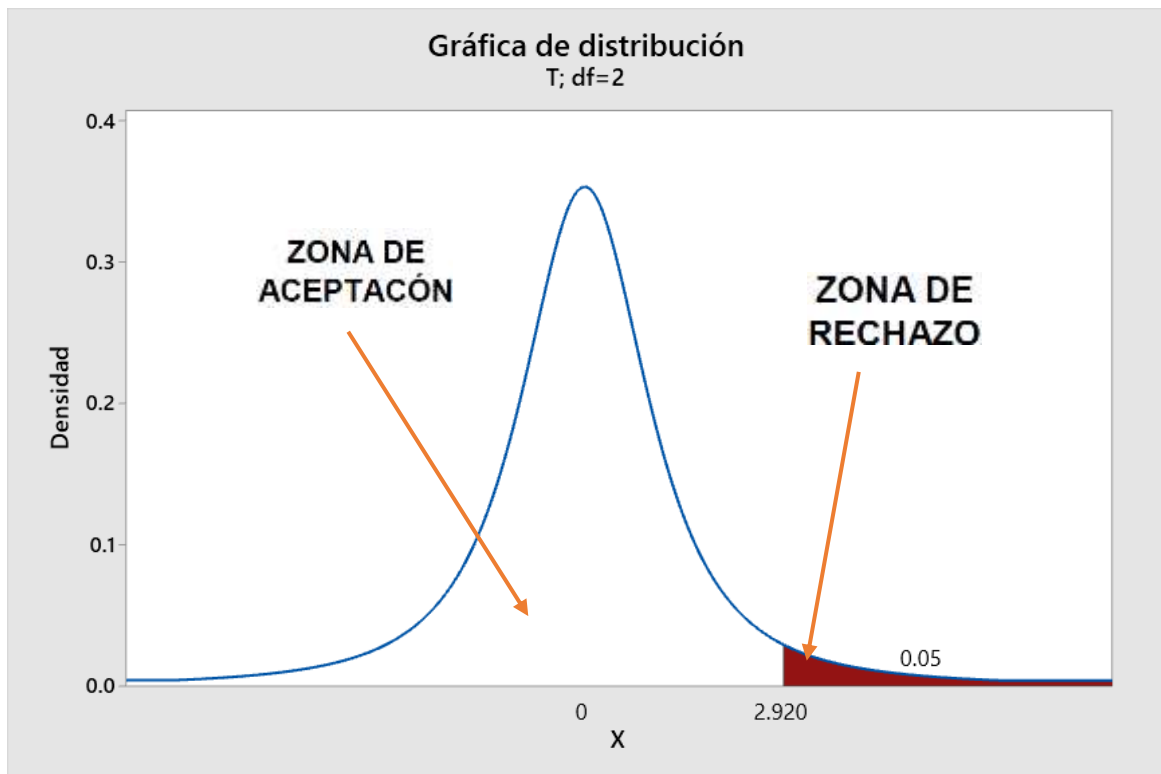


Figura 11. Gráfico de datos estadístico software Minitab 19

Interpretación de la contrastación de hipótesis 2.

De acuerdo a la prueba estadística la significancia (t) es igual a -150.69 en cuanto a límites de consistencia del suelo más 10% de cenizas, lo que nos indica que cae dentro de la zona de aceptación. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. En conclusión, Las cenizas de cascara de nuez tiene alta influencia en la alteración de límites de consistencia en suelos arcillosos.

Hipótesis específico 3, de la investigación.

CBR

Prueba de hipótesis con el programa Minitab 19, estadístico t de student utilizando el valor P, con el fin de validar la hipótesis.

Todo en referencia al valor P en relación al nivel de significancia, el cual nos dirá si se acepta o rechaza.

- Si el valor $P >$ al nivel de significancia, Se acepta la H_0 . De lo contrario se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Ho: Hipótesis nula

Ha: Hipótesis alterna

En la siguiente prueba de hipótesis se consideró como principal porcentaje, el 10% de adición de ceniza de cáscara de nuez, ya que en los resultados se observó el mejoramiento o variación en propiedades físicas y mecánicas por encima de los 6% de CBR, Con respecto al suelo en estado natural que tiene un CBR de 3.7%. Que establece el ministerio de transportes y comunicaciones.

Hipótesis específico 3, de la investigación.

La alteración de las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición de cenizas de cascara de nuez en suelos arcillosos es considerable.

Para validar su efectividad de las cenizas de cáscara de nuez en estabilización de subrasante en un suelo arcilloso, para ello se realizó tres ensayos de California Bearing Ratio (CBR), con la adición de 10% de cenizas de cáscara de nuez, que se observa en la tabla 27:

Tabla 27. Promedio de CBR de las tres pruebas realizados con la adición de 10% de cenizas.

Identificación	CBR (%)			Promedio de CBR (%)
10%	6.8	6.6	6.2	6.533

Fuente: Elaboración propio

Se hizo una evaluación de la confiabilidad al 95%, también se consideró un nivel de significancia de 5% y una media hipotética de 6 (%).

Formulación de hipótesis

Ho: La alteración de las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición de cenizas de cascara de nuez en suelos arcillosos **no** es considerable.

Ha: La alteración de las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición de cenizas de cascara de nuez en suelos arcillosos es considerable.

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	6.533	0.306	0.176	6.018

μ : media de media de CBR más el 10%

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 6$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 6$
Valor T	Valor p
3.02	0.047

Distribución t

$$gl: N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t.95 = 2.920$$

Desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2}}{N - 1}$$

$$s = \frac{\sqrt{(6.8 - 6.533)^2 + (6.6 - 6.533)^2 + (6.2 - 6.533)^2}}{3 - 1}$$

$$s = 0.306$$

Cálculo de t estadístico

$$t = \frac{\bar{X} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{6.533 - 6}{\frac{0.306}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 3.02$$

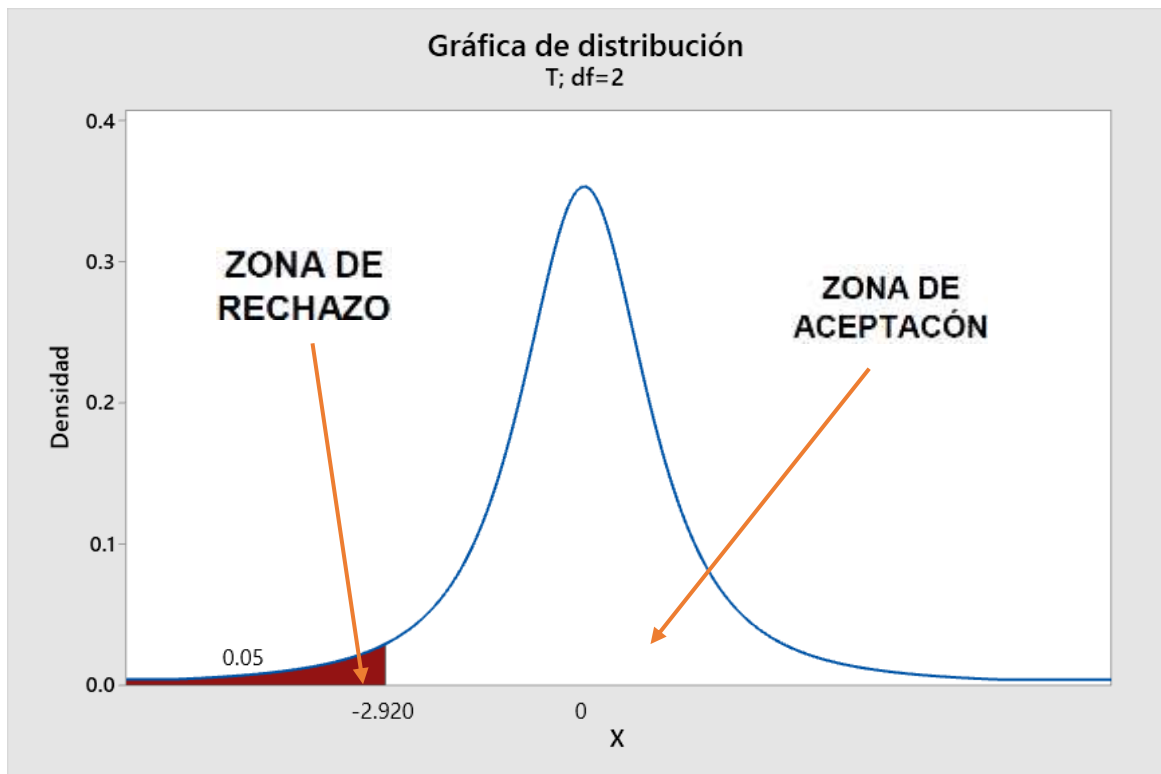


Figura 12. Gráfico de datos estadístico software Minitab 19

Interpretación de la contrastación de hipótesis 2.

De acuerdo a la prueba estadística la significancia (t) es igual a 3.02 en cuanto al CBR del suelo más 10% de cenizas, lo que nos indica que cae dentro de la zona de aceptación. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. En conclusión, La alteración de las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición de cenizas de cáscara de nuez en suelos arcillosos es considerable.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el ensayo, con adición de cenizas de cáscara de nuez, en porcentajes de 5%, 10% y 15%, cumplen con el objetivo de la investigación, ya que con la adición de 5% el Proctor modificado y CBR tiene un incremento de 3.7% a 6.8%, en cuanto a límites de consistencia la variación es mayor, el índice de plasticidad varía de 18.4% a 9.6%, reduciéndose hasta en un 46% con respecto al resultado de la muestra natural. Teniendo como antecedente la investigación de los autores, Landa, J. Torres, S. (2019). Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal. Los porcentajes de su ensayo son, 5%, 15% y 25%, de producto alternativo, respecto a la muestra, y contienen cuatro combinaciones de, 100% y 75%CBCA más 25% de cal; 50%CBCA más 50% cal; y 100%cal. La proporción de estabilizante que presenta mejora de CBR hasta en un 110.81% es 5% de material propuesto, en combinación parcial de 50% de CBCA y 50% de cal, respecto al suelo natural, no obstante, uso de más de 25% de material alternativo no es factible ya que el CBR se reduce de manera gradual de acuerdo como se incrementa el porcentaje.

Rosales, F. (2020). En su investigación titulado. Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, VMT 2019. Usa las cantidades de ceniza, de tuza de maíz, 5%, 10% y 15%, mientras para la ceniza de cáscara de maní es 3%, 6% y 9%, respecto a la muestra, los ensayos que hizo son análisis granulométrico, Proctor modificado, límites de Atterberg, y CBR, los resultados que obtuvo son los siguientes, el CBR incremento de 9.5% a 11.1%, con 5% de ceniza de tuza de maíz, y a 10.5%, con 3% de ceniza de cascara de maní, en los tres cantidades para ambos casos la aplicación de este material mejora el suelo, en cuanto a índice de plasticidad se reduce de manera general de 9.9% hasta 5.8%. Este antecedente guarda relación con esta investigación ya que los porcentajes empleados son idénticos en número al menos con uno de los materiales, como 5%, 10% y 15% de cenizas de cascara de nuez, sin embargo, los resultados son lejanos, pero ambos cumplen con el objetivo de la investigación, además con la adición de 5% el Proctor modificado y CBR tiene un incremento de 5% a 7.5%, en cuanto a límites de consistencia la variación es mayor, el índice de plasticidad varía de 18.4% a 10.3%, reduciéndose hasta en un 46% con respecto al resultado de la muestra natural.

López, J. (2021), En su tesis titulado. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín. Las cantidades empleados en los ensayos son de 5%, 10% y 15% de CCA. La resistencia obtenida en CBR al 95%. La Máxima Densidad Seca del suelo natural es de 3,96%, adicionando el 5%, la resistencia es de 6,90%, con 10%, es de 9,60% y para el 15%, es de 10,5 %. El resultado del autor anterior cumple con su objetivo que es estabilizar el suelo arcilloso, al igual que esta investigación, además con la adición de 5% de cenizas de cascara de nuez, en CBR la resistencia obtenida al 95%, sube de 3.7% que es de suelo natural a 5.9%, con adición de 10% es de 6.2% y con 15% es de 8.2%.

El artículo científico titulado, Environmental and Economic Impact of Mixed Cow Dung and Husk Ashes in Subgrade Soil Stabilization. De los autores, Fadmore, O.F., Kar, S.S., Tiwari, D. *et al* (2021). Guarda relación con esta investigación, dado que los materiales empleados y resultados cumplen con el objetivo propuesto, donde obtuvieron los siguientes resultados, al añadir 5% de la ceniza hay una pérdida de contenido de humedad óptima, y el valor del factor de carga del suelo es 15 veces mayor que el valor inicial, en la condición de maduración de 7 días, se observó un aumento del valor de 2,4 kg/cm² (suelo natural) a 6,3 kg/cm² (15% de ceniza).

En esta investigación se hicieron ensayos de límites de consistencia y CBR en la cual se obtiene lo siguiente, la variación de índice de plasticidad con adición de 5% de CCN es de 18.4% a 10.3%, y el incremento de CBR al 95% de compactación es de 5.9% a 6.2%, además se determinó que con los porcentajes de 10% y 15%, el CBR incrementa y el índice de plasticidad se reduce, también. Los autores, Mishra, B y Gupta, M (2018) En su artículo científico titulado. Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement. Realizaron varias pruebas en muestras preparadas en diferentes combinaciones, los estudios experimentales muestran mejora en la resistencia al corte, y disminución en el índice plástico, se encontró que la cantidad óptima es 1,2% de fibra PET, con 15% de cenizas volantes con respecto al peso del suelo.

En su investigación los autores, Randhawa, K y Chauhan, R (2021), titulado. *Stabilizing black cotton soil in subgrade with municipal solid waste incineration ash for lowering greenhouse gas emission*. Determinaron que la adición de 25% de ceniza de incineración de residuos sólidos municipales es la óptima, ya que el CBR incrementa de 3.38% a 9.38%, en cuanto a esta investigación la adición de los porcentajes de cenizas de cascara de nuez de 5%, 10% y 15% cumplen con el objetivo de mejorar el suelo arcilloso.

VI. CONCLUSIONES

Los objetivos propuestos en esta investigación, de mejorar la subrasante en suelos arcillosos con la adición de cenizas de cáscara de nuez en porcentajes de 5%, 10% y 15%, fueron alcanzados ya que, en los resultados, de ensayos en laboratorio de mecánica de suelos, se ve una variación de comportamiento mecánico y físico de la muestra del suelo con adición de material alternativo propuesto, por lo tanto, se determina que la influencia de dicho material es buena.

Los porcentajes de ceniza de cáscara de nuez empleados en el ensayo son 5%, 10% y 15%, y los datos numéricos obtenidos son, al 95% de compactación el CBR incrementa de 5% que es de muestra natural, al 5.9% con adición de 5% de CCN, con adición de 10% a 6.2% de CBR y finalmente con 15% a 8.2% de CBR, mientras para 100% de compactación, el CBR con adición de 5% de ceniza incrementa de 5% a 7.5%, con 10% a 8.1% y con 15% a 10.3% de CBR, en conclusión el porcentaje óptimo de CCN, para mejoramiento de la subrasante en suelos arcillosos es 10%.

La influencia de cenizas de cáscara de nuez en la alteración de límites de consistencia de suelos arcillosos, es positivo ya que el IP se reduce de 18.4% que es de suelo natural a 10.3%, con adición de 5% material propuesto.

La alteración de propiedades mecánicas de subrasante con la adición de cenizas de cáscara de nuez en suelos arcillosos, positivo porque, al 95% de compactación el CBR incrementa de 5% que es de muestra natural, al 5.9% con adición de 5% de CCN, con adición de 10% a 6.2% de CBR y finalmente con 15% a 8.2% de CBR, mientras para 100% de compactación, el CBR con adición de 5% de ceniza incrementa de 5% a 7.5%, con 10% a 8.1% y con 15% a 10.3% de CBR.

VII. RECOMENDACIONES

Para mejoramiento de la subrasante en suelos arcillosos, se recomienda la aplicación de cenizas de cascara de nuez, como material alternativo en porcentaje de 10%, además este material al ser un aditivo natural, es económico y amigable con la naturaleza, ya que uno de los factores más caros en la construcción de una infraestructura vial es encontrar suelos de mala calidad, arcillosos que no cumplen con los estándares requeridos para su empleo.

También se recomienda el uso de este material en mejoramiento de suelos arcillosos que tengan un CBR menor a 6%, ya que es un suelo que no cumple con estándar mínimo establecido por el MTC, por lo cual es necesario estabilizar, porcentaje apropiado de ceniza de cáscara de nuez para su empleo en estabilización de subrasante en suelos arcillosos es 10%.

En cuanto a las futuras investigaciones se recomienda la aplicación de cenizas de cáscara de nuez como material alternativo, para mejoramiento de subrasante en suelos arcillosos en porcentajes diferentes a lo de esta investigación ya que los resultados con porcentajes de 5%, 10% y 15%, ya están obtenidos, sin embargo, no se descarta el uso de los mismos porcentajes en combinación con otros materiales a fines, o su aplicación a otro tipo de suelos, porque los ensayos hechos en esta investigación solo aplican únicamente en suelos arcillosos.

REFERENCIAS

ANDRADE, S. R., et al. Data collection techniques and research methods. 2018, vol. 23, no 1, p. e53598. Disponible en <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/883505/53598-222654-1-pb.pdf>

Al Hattamleh, O., Aldeeky, H., Rabab'ah, S. *et al.* The effect of Dead Sea salt solution on the engineering properties of expansive subgrade clayey soil. *Arab J Geosci* **13**, 405 (2020). Disponible en <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05364-0>

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO [en línea]. lima: Universidad nacional de ingeniería, 2019 [consultado: 23 de abril de 2022]. Disponible en <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/S1.4%20Granulometria%20por%20tamizado%20LMS-FIC-UNI.pdf>

AKHTAR, Dr Md Inaam. Research design. *Research Design*, 2016. disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2862445

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4.^a ed. México: cengage learning, 2013. 636pp.

ISBN: 9781111576752

BUSTAMANTE, A. Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil. (Tesis de Master en Ingeniería en Vialidad y Transportes). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2016. Disponible en https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54468033/123321-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1650668843&Signature=U6qsFNxt-uBeaA3P7aa6lLEp3SwZnfEOff3h7gM22Ic8yn6hDvT5eindh~JlzNcwCfwPNC09CTqPCm9Jcubm0fjrrSIZRCwgXbPgxDpqQutwEJyz8vqS8fxs9ZWC0~jSAvK~LxwaCBrheAUj8JeYefLA-buIRheh4KKIKdPIBtxe2wfQpplOg5IkNsu0V4nOmhivFdh020BCEbV07KcoaFR7C1fszHLnIAGblWkbfRe58W8lQA2~5Ccn3r~z6mlmx9b7yyQEjH4whUs70yKDa9t7hsvYKpg7gBkCbq6GmErATs63R0PKRJdJje-LTLnFC8TwnQb7lZWzKOq3Ftj0Q_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

CASTRO, Axel. Estabilización De Suelos Arcillosos Con Ceniza De Cascara De Arroz Para El Mejoramiento De Subrasante. (tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). lima: universidad nacional de ingeniería, 2017. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

Comex Perú. (2020). Infraestructura vial: gobiernos subnacionales estancados [en línea]. [fecha de consulta: 22 de abril 2022]. Disponible en <https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados>

DESIGN MANUAL SUBGRADE DESIGN AND CONSTRUCTION [en línea]. Edición: [6]. [fecha de consulta: 21 de abril 2022]. Disponible en <https://intrans.iastate.edu/app/uploads/sites/15/2020/03/6E-1.pdf>

ESPINOZA FREIRE, Eudaldo Enrique. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Conrado*, 2019, vol. 15, no 69, p. 171-180. disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442019000400171&script=sci_arttext&tlng=pt

FADMORO, Oluwafemi Festus, et al. Environmental and economic impact of mixed cow dung and husk ashes in subgrade soil stabilization. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 2021, p. 1-12. <https://doi.org/10.1007/s42947-021-00056-8>

HASSAN, H.J.A., Rasul, J. & SAMIN, M. Effects of Plastic Waste Materials on Geotechnical Properties of Clayey Soil. *Transp. Infrastruct. Geotech.* **8**, 390–413 (2021). Disponible en <https://doi.org/10.1007/s40515-020-00145-4>

IMPROVEMENT OF BEARING CAPACITY OF CLAY SOIL USING FLY ASH [en línea]. Edición [9]. [fecha de consulta: 21 de abril 2022].

Disponible en <https://ajse.aiub.edu/index.php/ajse/article/view/85/68>

IOP CONFERENCE SERIES: Materials Science and Engineering, 2020. Study of stabilized soil clay soil characteristics using Vulcanic ash and tailing as subgrade layers [en línea]. [fecha de consulta: 22 de abril 2022]. Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/830/2/022043/pdf>

JIMÉNEZ, María. OTÁLVARO, Gustavo. Estudio comparativo del comportamiento de cimentaciones superficiales en suelos blandos, al implementar rellenos granulares como

técnica de mejoramiento. (Trabajo de Grado). Colombia: Universidad católica de Colombia, 2020. Disponible en <https://hdl.handle.net/10983/24797>

LÓPEZ, Junior. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín. (tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad peruana de ciencias aplicadas, 2021. Disponible en <http://hdl.handle.net/10757/654616>

LANDA, Jacques. TORRES, Sergio. F. Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal. (tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. Disponible en <http://hdl.handle.net/10757/626177>

MARÍA DEL MAR, colas. ANDRÉ, Jesús. JACINTO, Santiago. LUCIA, José. MARÍA DEL CARMEN, Angel. JAVIER, Marisol. (2022) asfaltos y pavimentos. (7ma edición). España: prensa técnica, S.L. Disponible en https://issuu.com/editorialprensatecnica/docs/revista_asfalto_y_pavimentaci_n_44

MUKHERJEE, S., Ghosh, P. SOIL. Behavior and Characterization: Effect of Improvement in CBR Characteristics of Soil Subgrade on Design of Bituminous Pavements. *Indian Geotech J* **51**, 567–582 (2021).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos. Lima, Perú.

MISHRA, Brajesh; GUPTA, Mohit Kumar. Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement. *Construction and Building Materials*, 2018, vol. 190, p. 95-107. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.074>

Moon SW, Vinoth G, Subramanian S et al (2020) Effect of fine particles on strength and stiffness of cement treated sand. *Granul Matter* 22:1–13. [consultado: 25 de mayo de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10035-019-0975-6>

NOROUZIAN, K., Abbasi, N. & ABEDI Koupai, J. Use of Sewage Sludge Ash and Hydrated Lime to Improve the Engineering Properties of Clayey Soils. *Geotech Geol Eng* **36**, 1575–1586 (2018). Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10706-017-0411-9>

Noolu V, HL M, Pillai RJ (2018) Resilient modulus of clayey subgrade soils treated with calcium carbide residue. *Int J Geotech Eng* 00:1–10. [consultado: 25 de mayo de 2022]. Disponible en. <https://doi.org/10.1080/19386362.2018.1512230>

NIKIFOROVA, Aleksandra. FLEIS, María. a universal soil classification system from the perspective of the general theory of classification: a review, 2020. Disponible en <https://sciendo.com/downloadpdf/journals/bgeo/14/1/article-p5.xml>

ISSN 2080-7686

Oluwatuyi OE, Ojuri OO, Khoshghalb A (2020) Cement-lime stabilization of crude oil contaminated kaolin clay. *J Rock Mech Geotech Eng* 12:160–167. [consultado: 25 de mayo de 2022]. Disponible en. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2019.07.010>

PASTOR, Blanca Flor Robles. Población y muestra. *Pueblo continente*, 2019, vol. 30, no 1, p. 245-247. Disponible en <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1269/1099>

PARODI, D. (2018). Material compuesto a partir del residuo cáscara de nuez Juglans regia. *RChD: creación y pensamiento*, 3(5), 1-13.

DOI: 10.5354/0719-837X.2018.49472

RANDHAWA, Karanbir Singh; CHAUHAN, Rajiv. Stabilizing black cotton soil in subgrade with municipal solid waste incineration ash for lowering greenhouse gas emission: A review. *Materials Today: Proceedings*, 2021. Disponible en. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.037>

ROSALES, Frank. (2020). Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, VMT 2019. (tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad cesar vallejo, 2020.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77646>

REVISTA Médica Sanitas (2018). Colombia: DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE CORTE TRANSVERSAL [en línea]. edición [21]. [fecha de consulta: 27 de abril de 2022]. disponible en https://www.researchgate.net/profile/Fredy-Mendivelso/publication/329051321_Diseño_de_investigación_de_Corte_Transversal/links/5c1aa22992851c22a3381550/Diseño-de-investigación-de-Corte-Transversal.pdf

Saldanha RB, Scheuermann Filho HC, Mallmann JEC et al (2018) Physical–mineralogical–chemical characterization of carbide lime: an environment-friendly chemical additive for soil stabilization. *J Mater Civ Eng* 30:06018004. [consultado: 25 de mayo de 2022]. Disponible en. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0002283](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002283)

SERRANO, E. PADILLA, E. “Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados”, *Revista Ingeniería Solidaria*, vol. 25, n.º 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2019.01>.

SENGUPTA, A., Mukherjee, S. & GHOSH, A. Improvement of Bearing Ratio of Clayey Subgrade Using Compacted Flyash Layer. *Geotech Geol Eng* **35**, 1885–1894 (2017). Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10706-017-0179-y>

SHARMA, R.K., Hymavathi, J. Effect of fly ash, construction demolition waste and lime on geotechnical characteristics of a clayey soil: a comparative study. *Environ Earth Sci* **75**, 377 (2016). Disponible en <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4796-6>

Sivapriya S.V, Gokul Krishnan J, Bijivemula Sruthi Reddy, Roshan R, Syed Mohammed. Experimental study on properties of mechanical resistance of polyamide in clay soil. *ITECKNE*, 78(1), 2021 pp. 39 -45. DOI: <https://doi.org/10.15332/iteckne.v18i1.2538>

Siddiqua S, Barreto PNM (2018) Chemical stabilization of rammed earth using calcium carbide residue and fly ash. *Constr Build Mater* 169:364–371. [consultado: 25 de mayo de 2022]. Disponible en. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.209>

TIRADO JIJÓN, Pablo Andrés. Estudio de compactación de la cáscara de nuez para mejorar la calidad de briquetas de biomasa. 2015. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10366>

UCO, Yarizma. HERNANDEZ, Eric y QUEN, Mauricio. (2018). Diseño de Pavimento Mixto. En Revista de Ingeniería Civil, (4) pág. 18 – 21. Universidad Autónoma de Campeche, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Civil y Administración.

Disponible en [https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista de Ingenieria Civil/vol2num3/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V2_N3_4.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol2num3/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V2_N3_4.pdf)

XII COLOQUIO BIENAL EN CIENCIAS DE MATERIALES [en línea]. mexico: universidad de sonora, 2017 [consultado: 26 de abril de 2022]. Disponible en http://www.coloquiodipm.unison.mx/memorias/memorias_coloquio2017.pdf#page=34

Zhu, F., Li, Z., Dong, W. *et al.* Geotechnical properties and microstructure of lime-stabilized silt clay. *Bull Eng Geol Environ* **78**, 2345–2354 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10064-018-1307-5>

ANEXOS

Estabilización de subrasante en suelos arcillosos con la adición de cenizas de cáscara de nuez, Ayacucho – 2022						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores			Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Tipo de estudio: Aplicada
¿Cómo influye la aplicación de cenizas de cáscara de nuez en estabilización de la subrasante en suelos arcillosos?	Determinar la influencia de cenizas de cáscara de nuez en estabilización de la subrasante en suelos arcillosos.	La aplicación de cenizas de cáscara de nuez influye positivamente en estabilización de la subrasante en suelos arcillosos.	Ceniza de cascara de nuez	Porcentaje	Adición de 5%, 10% y 15% de ceniza de cascara de nuez	
						Nivel: Explicativo
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Metodología de investigación:
¿Qué porcentaje de cenizas de cáscara de nuez será apropiado para estabilización de subrasante en suelos arcillosos?	Especificar el porcentaje apropiado de cenizas de cascara de nuez, entre 5%, 10% y 15%. Para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos.	El porcentaje apropiado de cenizas de cascara de nuez, para la estabilización de subrasante en suelos arcillosos es 10%.	Propiedades de un suelo arcilloso	Propiedades mecánicas	Proctor modificado y CBR	Metodología de investigación: Hipotético - Deductivo
¿Cuál es la influencia de cenizas de cáscara de nuez en la alteración de límites de consistencia de suelos arcillosos?	Analizar la influencia de cenizas de cáscara de nuez en alteración de límites de consistencia de suelos arcillosos.	Las cenizas de cáscara de nuez tiene alta influencia en la alteración de límites de consistencia en suelos arcillosos.				Propiedades físicas
¿De qué manera altera las propiedades mecánicas de subrasante la adición de cenizas de cáscara de nuez en suelos arcillosos?	Evaluar la alteración de propiedades mecánicas de subrasante con la adición de cenizas de cáscara de nuez en suelos arcillosos.	La alteración de las propiedades mecánicas de la subrasante con la adición de cenizas de cáscara de nuez en suelos arcillosos es considerable.		Análisis granulométrico	Muestra: Calicata con la muestra más desfavorable	

ANEXO 1. Certificado de calibración de
laboratorio.



Laboratorio 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-062-2021

Página: 1 de 3

Expediente	: T 040-2021
Fecha de Emisión	: 2021-02-18
1. Solicitante	: GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
Dirección	: AV. CENTRAL NRO 624 SC. 1, GR. B - VILLA EL SALVADOR - LIMA
2. Instrumento de Medición	: BALANZA
Marca	: OHAUS
Modelo	: TAJ602
Número de Serie	: 7128460365
Alcance de Indicación	: 600 g
División de Escala de Verificación (e)	: 0,01 g
División de Escala Real (d)	: 0,01 g
Procedencia	: CHINA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2021-02-16

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-D11 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 GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. B - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.P05 / Diciembre 2010 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 663 - LIMA 42. Telf. 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



Región 4 02-054

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-062-2021

Página 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	26,4	26,4
Humedad Relativa	59,3	59,8

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)	PC21-C-0064-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 606,06 g para una carga de 600,00 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			
ALISTE DE USAR	TIENE	ESCALA	NO TIENE
ISOLACION LINEA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	RECT. DE TRABAJO	NO TIENE
RELACION	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 26,4			Final 26,4		
	Carga L1* 200,00 g			Carga L2* 600,00 g		
	I (g)	A (g)	E (g)	I (g)	A (g)	E (g)
1	200,30	0,002	-0,005	600,30	0,005	-0,005
2	200,30	0,006	-0,002	600,30	0,006	-0,000
3	200,30	0,003	-0,006	600,30	0,004	-0,000
4	200,30	0,002	-0,007	600,30	0,006	-0,004
5	200,30	0,003	-0,006	600,30	0,006	-0,002
6	200,30	0,006	-0,002	600,31	0,006	-0,005
7	200,30	0,006	-0,004	600,31	0,006	-0,006
8	200,30	0,009	-0,000	600,31	0,007	-0,007
9	200,30	0,009	-0,004	600,35	0,006	-0,004
10	200,30	0,006	-0,004	600,36	0,009	-0,002
Diferencia Máxima				0,007		
Error máximo permitido	± 0,03 g			± 0,03 g		



PT-06-P01 / Diciembre 2018 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 162531

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Tel: 292-5196

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

PROGRAMA DE Acreditación Nacional de Entidades de Metrología por el Organismo Peruano de Acreditación



Punteo 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-062-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Desviaciones (en g)				Desviaciones del Eje (en g)				
	Carga mínima (g)	H (g)	R (g)	E (g)	Carga L (g)	H (g)	A (g)	R (g)	E (g)
1	0,10	0,10	0,097	-0,002	200,90	200,00	0,007	-0,002	0,000
2		0,10	0,090	-0,001		199,99	0,003	-0,008	-0,007
3		0,10	0,098	-0,003		199,99	0,002	-0,007	-0,004
4		0,09	0,093	-0,000		199,98	0,002	-0,017	-0,000
5		0,09	0,092	-0,007		199,99	0,000	-0,000	-0,001
Error máximo permitido					± 0,03 g				

El valor está en g

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				Error (g)
	H (g)	A (g)	R (g)	E (g)	H (g)	A (g)	R (g)	E (g)	
0,120	0,08	0,000	-0,000						
0,220	0,13	0,000	-0,007	0,001	0,19	0,001	-0,006	0,002	0,31
5,000	4,99	0,001	-0,006	0,000	4,99	0,001	-0,006	0,002	0,31
20,000	19,99	0,000	-0,006	0,000	19,99	0,002	-0,007	0,001	0,31
50,000	49,99	0,001	-0,006	0,000	49,99	0,001	-0,006	0,002	0,31
100,000	99,99	0,001	-0,006	0,000	99,99	0,001	-0,006	0,002	0,32
150,000	149,99	0,000	-0,006	0,000	149,99	0,000	-0,007	0,001	0,32
200,000	199,98	0,000	-0,013	-0,011	200,00	0,006	-0,001	0,007	0,32
400,001	399,99	0,000	-0,011	-0,000	400,00	0,006	-0,001	0,007	0,32
500,000	499,97	0,000	-0,020	-0,000	499,99	0,001	-0,005	0,000	0,32
600,001	599,99	0,000	-0,011	-0,000	599,99	0,000	-0,011	-0,003	0,33

El m.p. está en g

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{correctada}} = R + 2,26 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_p = 2 \sqrt{8,30 \times 10^{-4} \times R^2 + 7,66 \times 10^{-4} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza A: Carga nominal E: Error absoluto L_p: Error en peso R_p: Error corregido

R en g



P1-00-P00 / Diciembre 2010 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Cepeda
Reg. OP N° 162631

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

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

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



Punto de Precisión S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 076 - 2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 053-2021
 Fecha de emisión : 2021-02-11

1. Solicitante : GEOSUR GEOFISICA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 524 SC. 1, GR. B - VILLA EL SALVADOR - LIMA

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 : PRESA CSR

Marca de Prensa : TAMBUROFF
 Modelo de Prensa : TCP016
 Serie de Prensa : 885
 Código de identificación : NO INDICA

Marca de Celda : ZENEC
 Modelo de Celda : H3-C2-S 20-68
 Serie de Celda : J382538
 Capacidad de Celda : 51

Marca de indicador : NO INDICA
 Modelo de indicador : A12
 Serie de indicador : 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 creación 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:

Av. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. B - VILLA EL SALVADOR - LIMA
18 - FEBRERO - 2021

4. Método de Calibración:

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E8

5. Trazabilidad:

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	EVAN	CCP - 0543 - 065 - 20	ELCROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales:

	INACAL	IRATA
Temperatura °C	20,4	21,1
Humedad %	55	57

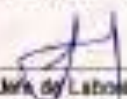
7. Resultados de la Medición:

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

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 Loeyza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - Lima 42 Telf. 292-8106 898 0620

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

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



TABLA Nº 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	502.70	510.85	-1.54	-2.12	510.15	-1.99	-0.18
1000	1007.15	1007.80	-0.71	-0.79	1007.53	-0.75	-0.07
1500	1503.50	1504.10	-0.25	-0.27	1503.80	-0.25	-0.06
2000	2000.20	2001.25	-0.91	-0.06	2000.73	-0.04	-0.05
2500	2498.30	2498.80	0.07	0.13	2497.55	0.50	0.08
3000	2992.50	2991.70	0.25	0.28	2992.15	0.26	0.03
3500	3495.50	3493.85	0.30	0.32	3495.18	0.31	0.02
4000	3996.75	3995.15	0.33	0.35	3995.45	0.34	0.01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = (A-B) / B * 100 \quad Rp = |Error(2) - Error(1)|$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan al 1.0 %

3.- Coeficiente de Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $y = 1,0071x - 14,386$

Donde: x: Lectura de la pantalla
y: Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO Nº 1

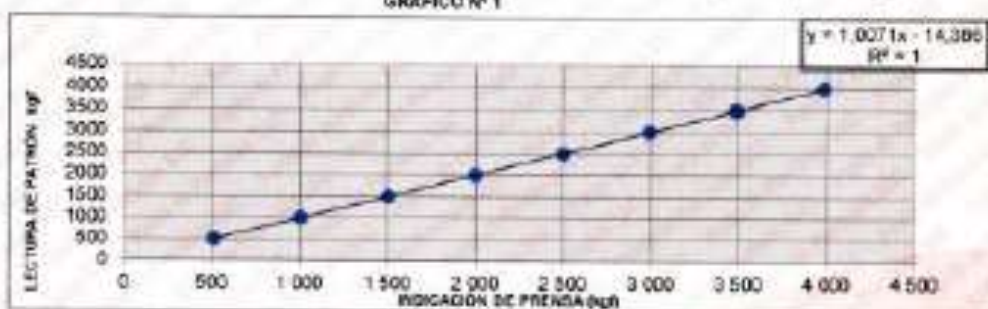


GRÁFICO DE ERRORES



FECHA DOCUMENTO

JL
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Cepeda
Reg. CP N° 152631



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 661 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : T 053-2021
Fecha de emisión : 2021-02-17

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. B - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : ANALÓGICO

Marca del Equipo : RR
Modelo del Equipo : H2356
Serie del Equipo : 226814
Capacidad del Equipo : 58 L
Código de identificación : NO INDICA

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de indicador : NO INDICA
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

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.

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

AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. B - VILLA EL SALVADOR - LIMA
16 - FEBRERO - 2021

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28,5	28,5
Humedad %	55	55

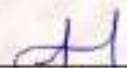
7. Conclusiones

La estufa se encuentra fuera 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 Esayza Cepcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 603 - LIMA 42 - Tel: 292-5108 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 CALIBRACION N° LT - 661 - 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	110	126,2	129,1	137,0	135,3	127,5	122,7	132,0	113,4	114,2	115,6	125,3	23,6
2	110	125,5	128,2	136,5	130,6	126,5	122,3	132,1	116,1	115,2	116,5	125,0	21,3
4	110	125,8	127,2	137,0	129,2	126,3	122,5	130,0	115,5	116,2	114,3	124,4	22,7
6	110	123,2	125,7	135,7	127,6	127,5	121,4	130,2	115,1	115,9	113,2	123,8	22,5
8	110	129,1	124,5	133,6	129,3	125,0	120,5	126,2	114,9	115,4	115,4	123,1	18,7
10	110	121,0	122,7	130,8	123,9	125,6	119,3	122,3	114,0	114,4	115,5	121,0	16,8
12	110	119,3	120,3	127,3	121,4	126,5	117,4	119,7	113,2	112,9	115,2	119,3	14,4
14	110	119,3	122,5	130,2	121,3	119,5	120,5	122,2	113,2	112,6	114,2	119,5	17,7
16	110	125,5	127,5	130,2	121,5	120,5	120,5	132,5	115,2	112,6	112,5	121,9	20,0
18	110	126,6	126,6	136,2	129,3	121,5	122,3	132,6	113,5	115,3	112,6	123,7	23,7
20	110	125,6	126,5	137,0	130,2	126,3	122,6	132,6	113,6	115,2	113,2	124,5	23,8
22	110	126,5	128,3	135,0	135,6	126,5	122,5	132,4	113,2	115,8	112,5	124,8	23,1
24	110	126,6	127,5	135,3	139,2	121,2	120,3	132,5	113,2	114,5	113,5	124,0	22,1
26	110	123,5	127,4	133,2	135,6	120,5	120,4	132,6	114,6	114,5	114,2	123,7	21,4
28	110	123,6	125,3	130,6	121,5	126,5	120,6	122,5	114,5	114,5	115,5	121,5	16,1
30	110	129,5	126,4	133,5	121,5	126,5	117,2	126,3	114,5	115,9	116,6	122,5	19,0
32	110	121,3	125,6	130,2	123,6	127,5	119,6	126,6	113,2	115,3	112,2	121,5	18,6
34	110	118,5	127,3	127,6	123,5	127,5	119,5	122,5	113,5	115,6	112,2	120,9	15,4
36	110	119,6	122,5	127,6	126,4	127,3	120,3	119,0	115,2	112,5	112,5	120,3	15,1
38	110	123,3	122,5	130,2	126,3	121,5	122,5	119,8	116,5	112,5	113,4	120,5	17,7
40	110	126,4	120,3	130,6	123,5	122,6	122,3	122,2	116,3	112,5	114,5	121,1	18,1
42	110	126,5	120,5	135,4	121,6	123,5	117,5	130,2	113,2	112,5	115,6	121,7	22,9
44	110	125,3	122,6	135,6	130,2	126,5	120,3	130,6	113,4	113,5	115,4	123,3	22,2
46	110	123,5	127,5	130,5	135,8	126,6	120,6	130,2	113,5	114,6	115,6	123,8	22,3
48	110	129,4	129,6	136,3	135,2	127,5	121,2	132,4	114,6	115,0	115,4	125,7	21,7
50	110	123,5	128,5	136,4	130,2	120,5	119,6	132,6	114,5	116,5	115,6	123,6	21,9
52	110	119,5	127,5	135,2	121,4	119,5	120,3	132,5	114,5	116,5	114,5	122,1	20,7
54	110	119,5	122,6	135,2	121,5	121,2	120,3	130,2	113,2	114,5	115,5	121,4	22,0
56	110	121,3	122,4	130,2	130,2	123,5	121,5	126,6	113,5	116,5	114,3	122,0	16,7
58	110	121,5	120,3	127,5	121,3	124,5	121,3	132,5	113,5	114,6	113,2	121,0	19,3
60	110	126,3	122,5	127,7	129,6	126,3	119,5	122,5	115,5	112,5	114,3	121,7	17,1
T. PROM	110,0	123,9	125,2	132,8	127,3	124,5	120,6	128,0	114,3	114,5	114,3	122,5	
T. MAX	110,0	129,5	129,6	137,0	135,8	127,5	122,7	132,6	116,5	116,5	116,5		
T. MIN	110,0	119,3	120,3	127,3	121,3	119,5	117,3	119,0	113,2	112,5	112,2		
DTT	0,0	10,2	9,3	9,7	14,5	8,0	5,4	13,6	3,3	4,0	4,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	137,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	112,2	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	14,5	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	18,5	0,3
Estabilidad Medida (±)	7,25	0,02
Uniformidad Medida	24,6	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada 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 dada 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

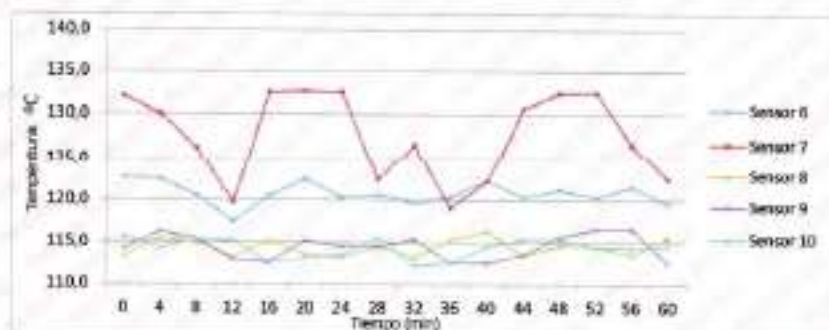
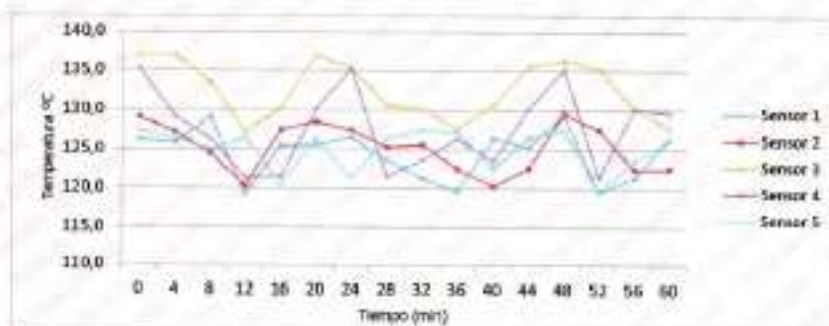
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 951 - 2021

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Caspe
Reg. OIP N° 152631

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

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



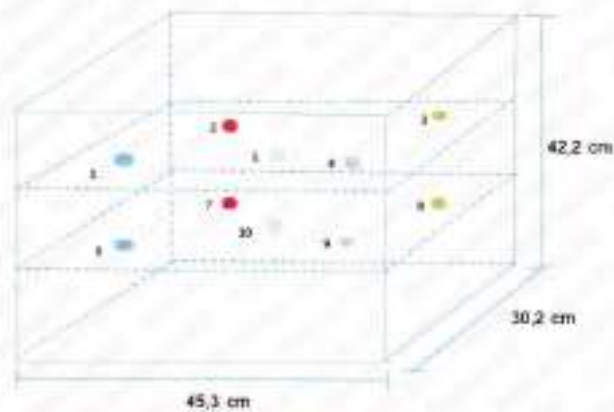
Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 001 - 2021

Página : 4 de 4

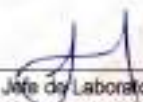
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- 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 perilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




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

**ANEXO 2. Resultados de los ensayos en
laboratorio de mecánica de suelos.**



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep.-2022

UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REFERENCIAS

CALICATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA 0%

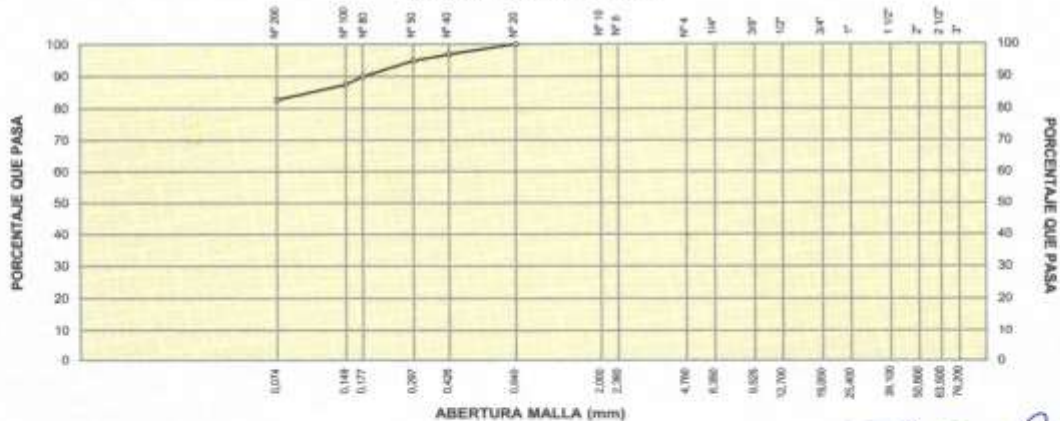
GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERT. (mm)	RETENIDOS			PASA (%)	Arcilla inorgánica de baja compresibilidad . Un 17.3% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 82.7%, plástico (LL= 38.5%, IP= 18.4%); poco húmedo.
		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	75.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.750					
N° 8	2.380					
N° 10	2.000					
N° 20	0.840				100.0	
N° 40	0.425	17.7	3.2	3.2	96.8	
N° 60	0.250	10.9	2.0	5.2	94.8	
N° 80	0.177	27.5	5.0	10.2	89.8	
N° 100	0.149	13.4	2.4	12.6	87.4	
N° 200	0.074	26.2	4.7	17.3	82.7	
- N° 200	-	457.0	82.7	100.0	-	

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	38.5
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	20.1
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	18.4
Clasificación SUICS	NTP 339.135 (99) :	CL
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-6 (15)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (99) :	3.3

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	552.9 g
- ARENA	17.3 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	82.7 %	- PESO ARENA, g	552.9 g
		- ARENA EMPLEADA, g	552.9 g

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia: ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117



Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
UBICACIÓN : AÇOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2702022.GEOSUR
TÉCNICO : G.B.S
FECHA : 10-sep.-2022

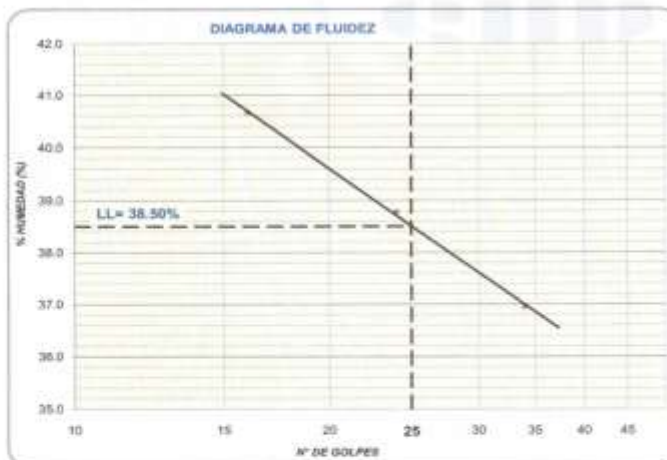
REFERENCIAS

CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA 0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.01	29.42	29.41	23.14	19.95
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	4.42	3.82	4.59	1.45	1.26
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	40.66	38.78	36.96	20.06	20.16
NÚMERO DE GOLPES	16	24	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	38.5
LÍMITE PLÁSTICO, %	20.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	18.4

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
JUAN DAVID PELÁEZ CUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117



Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y ORIENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
TÉCNICO : G.B.S
FECHA : 10-sep.-2022

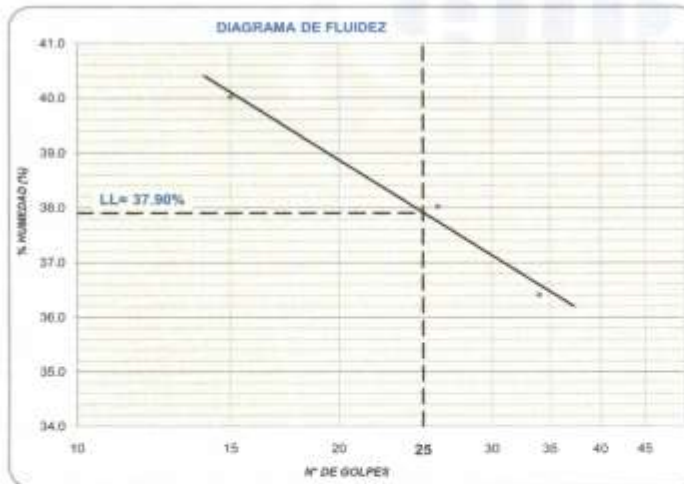
REFERENCIAS

CALICATA : C-02
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA 0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	16	14	3	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.71	32.08	27.32	21.48	22.93
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	5.09	4.95	4.06	1.15	1.32
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.90	14.11	12.11	14.72	15.17
PESO SUELO SECO, g	12.72	13.02	11.15	5.61	6.44
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	40.02	38.02	36.41	20.50	20.50
NÚMERO DE GOLPES	15	26	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	37.9
LÍMITE PLÁSTICO, %	20.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	17.4

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117



Geotecnia e Ingeniería SAC
 ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep.-2022

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CENIZA: 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5599.0	5684.0	5727.0	5681.0
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1799.0	1884.0	1927.0	1881.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.906	1.996	2.041	1.993
06 - Tarro N°	12	19	40	30
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	722.1	708.6	712.8	739.6
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	664.0	651.7	648.5	672.3
09 - Peso del agua (g)	58.1	56.9	64.3	67.3
10 - Peso del tarro (g)	188.8	187.9	186.7	186.8
11 - Peso suelo seco (g)	475.2	463.8	461.8	485.5
12 - Contenido de Humedad (%)	12.23	12.27	13.92	13.86
13 - Promedio de Humedad (%)	12.2	12.27	13.9	13.86
	1.689	1.752	1.756	1.688



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.764 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.1 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
 JUAN DAVID PELAEZ OLIVERA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117
 Vº Bº INGº

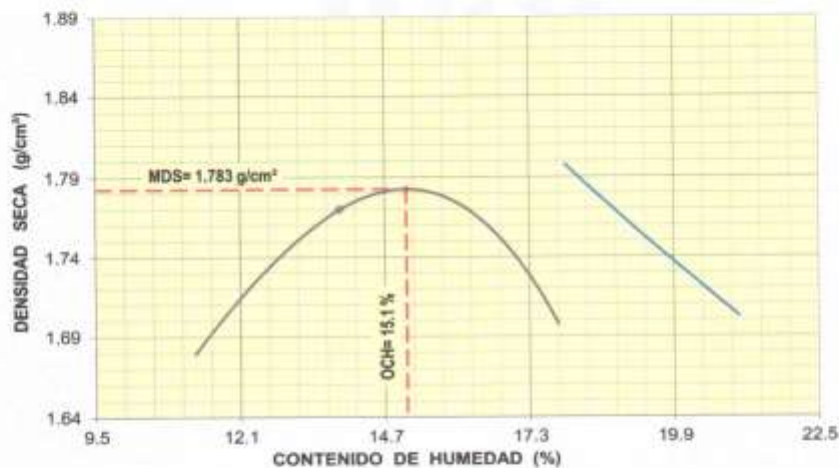


**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
 USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)**

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO FECHA : 10-sep.-2022

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03 CENIZA: 0%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5601.0	5703.0	5743.0	5699.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1801.0	1903.0	1943.0	1899.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.908	2.016	2.058	2.012				
06 - Tarro N°	18	31	14	19	20	21	15	11
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	699.2	704.2	700.9	744.1	705.2	710.2	712.3	692.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	646.2	650.6	640.3	676.3	636.7	640.3	635.1	617.2
09 - Peso del agua (g)	53.0	53.6	60.6	67.8	68.5	69.9	77.2	75.6
10 - Peso del tarro (g)	199.4	200.1	204.9	187.9	203.1	200.0	197.6	187.4
11 - Peso suelo seco (g)	446.8	450.5	435.4	488.4	433.6	440.3	437.5	429.8
12 - Contenido de Humedad (%)	11.86	11.90	13.92	13.88	15.80	15.88	17.65	17.59
13 - Promedio de Humedad (%)	11.9	13.9	15.8	17.6				
	1.705	1.770	1.777	1.711				



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.783 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.1 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117



Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

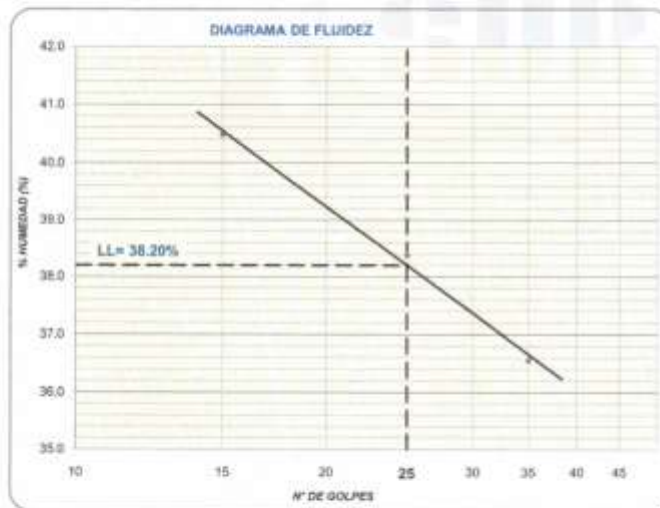
SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
UBICACION : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
TÉCNICO : G.B.S
FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

CALCATA : C-01
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
CENIZA : 0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	29.99	29.38	29.36	23.16	19.96
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	4.40	3.78	4.54	1.47	1.27
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	40.48	38.38	36.55	20.33	20.32
NÚMERO DE GOLPES	15	25	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	38.2
LÍMITE PLÁSTICO, %	20.3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	17.9

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 276/2022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep.-2022

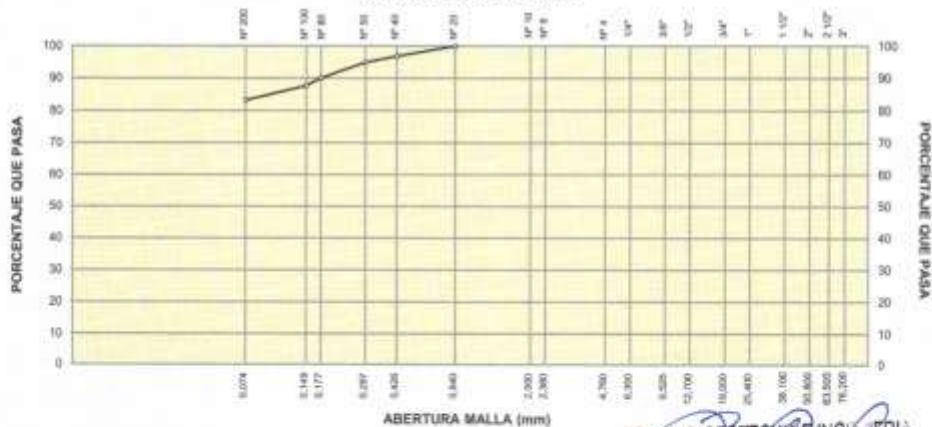
REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50
 CENIZA 0%

GRANULOMETRÍA					DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
NTP 339.128 (99)					Arilla inorgánica de baja compresibilidad . Un 16.8% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 83.2%, plástico (LL= 37.9%, IP= 17.4%); poco húmedo a húmedo.	
MALLAS		RETENIDOS			PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.750					
N° 6	2.380					
N° 10	2.000					
N° 20	0.840				100.0	
N° 40	0.425	17.3	3.2	3.2	96.8	
N° 60	0.297	10.4	1.9	5.1	94.9	
N° 80	0.177	26.7	4.9	10.0	90.0	
N° 100	0.149	12.7	2.3	12.3	87.7	
N° 200	0.074	24.5	4.5	16.8	83.2	
- N° 200	-	456.5	83.2	100.0	-	

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) :		37.9
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) :		20.5
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :		17.4
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :		CL
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :		A-6 (14)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :		5.8

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	547.2 g
- ARENA	16.8 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	83.2 %	- PESO ARENA, g	547.2 g
		- ARENA EMPLEADA, g	547.2 g

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia : ASTM D 425-03-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO REGISTRO **270/2022.GEOSUR**
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022 TÉCNICO : G.B.S.
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO FECHA : 10-sep.-2022

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02 CENIZA: 0%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

MOLDE N°		5		8		9					
CAPAS N°		5		5		5					
N° DE GOLPES POR CAPA		56		26		12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		SIN EMBEBER		EMBEBIDO		SIN EMBEBER		EMBEBIDO			
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g		9075.0		9319.5		8480.0		8807.0			
PESO DEL MOLDE, g		4935.5		4935.5		4195.0		4195.0			
PESO DEL SUELO HUMEDO, g		4139.5		4384.0		4285.0		4612.0			
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³		2039.0		2321.5		2212.0		2652.0			
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³		2.030		1.888		1.937		1.739			
DENSIDAD SECA		1.764		1.549		1.679		1.400			
TARA N°		4		14		11		9			
TARA + SUELO HUMEDO		568.9		652.8		568.8		647.9			
TARA + SUELO SECO		521.4		572.3		518.0		561.4			
PESO DEL AGUA		47.5		80.5		50.8		86.5			
PESO DE LA TARA		206.9		204.9		187.4		203.9			
PESO DEL SUELO SECO		314.5		367.4		330.6		357.5			
% DE HUMEDAD		15.10		21.90		15.37		24.20			
% PROMEDIO DE HUMEDAD		15.1		21.9		15.4		24.2			
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		
			pulg	mm	mm	%	pulg	mm	mm	%	
10/09/2022	11:18 a. m.	0	0.000	0.00	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	
14/09/2022	11:18 a. m.	4	0.610	15.49	13.66		0.950	24.13	19.89	1.400	
ABSORCIÓN											
MOLDE N°		5		8		9					
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g		11539.0		11724.0		11403.0					
Peso del plato + molde, g		7155.0		7112.0		7146.0					
Peso suelo húmedo embebido, g		4384.0		4612.0		4257.0					
Peso suelo húm. sin embeber, g		4139.5		4265.0		3835.0					
Peso del agua absorbida, g		244.5		327.0		422.0					
Peso del suelo seco, g		3596.4		3713.2		3326.1					
Absorción de agua, %		6.8		8.8		12.7					
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		13.5	13.5	0.7	11.6	11.6	0.6	7.7	7.7	0.4
1.270	0.050		33.7	33.7	1.7	23.2	23.2	1.2	15.5	15.5	0.8
1.905	0.075		51.9	51.9	2.7	34.8	34.8	1.8	24.6	24.6	1.3
2.540	0.100	70.3	69.3	69.3	3.6	48.1	48.1	2.5	35.2	35.2	1.6
3.810	0.150		104.9	104.9	5.4	70.2	70.2	3.6	52.3	52.3	2.7
5.080	0.200	105.5	125.2	125.2	6.5	92.8	92.8	4.8	64.2	64.2	3.3
6.350	0.250		142.7	142.7	7.4	106.5	106.5	5.5	74.7	74.7	3.9
7.620	0.300		155.0	155.0	8.0	116.6	116.6	6.0	82.4	82.4	4.3
10.160	0.400		171.3	171.3	8.9	130.7	130.7	6.8	92.1	92.1	4.8
12.700	0.500		179.0	179.0	9.3	138.2	138.2	7.1	95.1	95.1	4.9

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 209117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO **270/2022.GEOSUR**

TESS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep.-2022

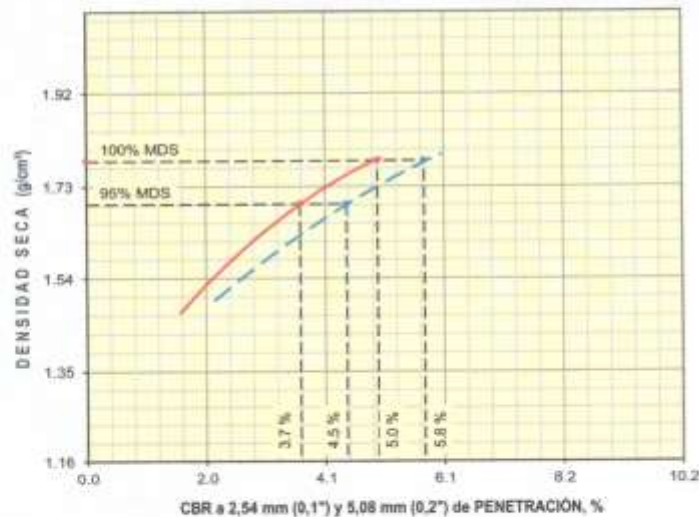
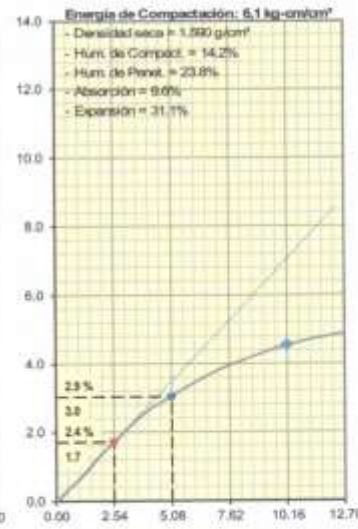
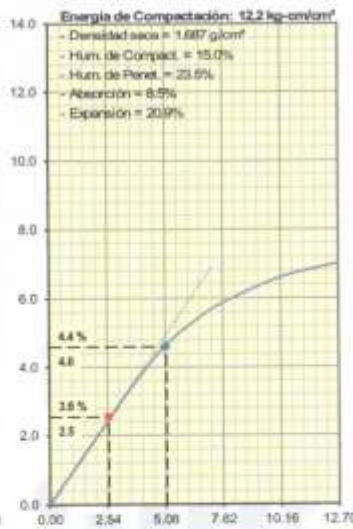
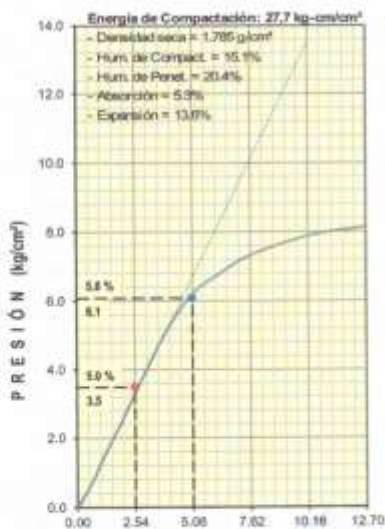
UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REFERENCIAS

CALCATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm ³	1.783
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.1

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	5.0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	5.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.5

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117
 VºBº INGº



ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 279/2022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep.-2022

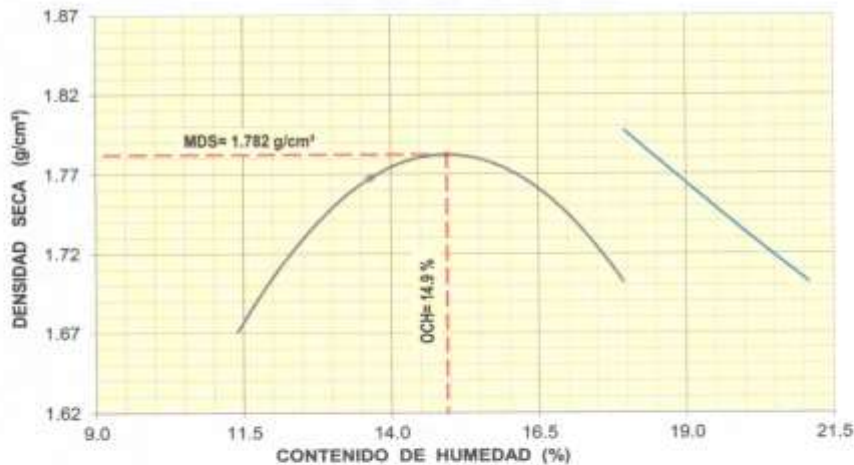
REFERENCIAS

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5603.0	5696.0	5741.0	5703.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1803.0	1896.0	1941.0	1903.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.910	2.008	2.056	2.016				
06 - Tarro N°	16	19	27	38	28	17	20	12
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	677.2	706.9	700.9	724.8	682.7	703.6	711.8	699.9
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	626.8	651.2	640.4	660.3	616.9	632.9	635.1	622.9
09 - Peso del agua (g)	50.6	55.7	60.5	64.5	65.8	70.7	76.7	77.0
10 - Peso del tarro (g)	204.6	187.9	198.0	186.8	197.3	184.8	203.1	188.8
11 - Peso suelo seco (g)	422.0	463.3	442.4	473.5	419.6	448.1	432.0	434.1
12 - Contenido de Humedad (%)	11.99	12.02	13.68	13.62	15.68	15.78	17.76	17.73
13 - Promedio de Humedad (%)	12.0		13.6		15.7		17.7	
	1.705		1.768		1.777		1.713	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.782 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.9 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

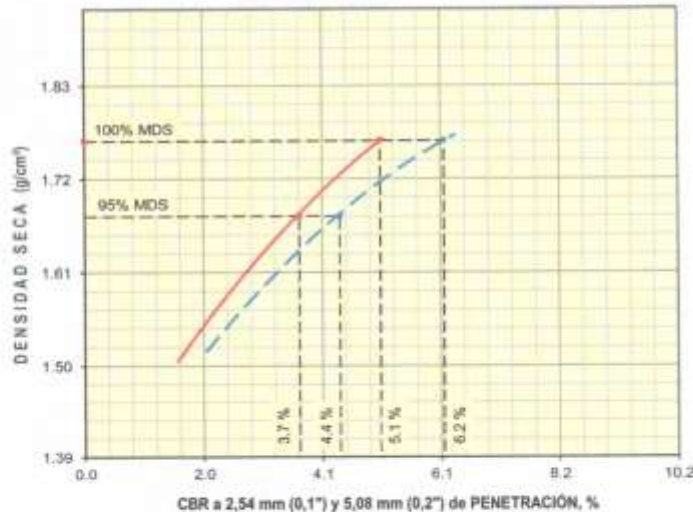
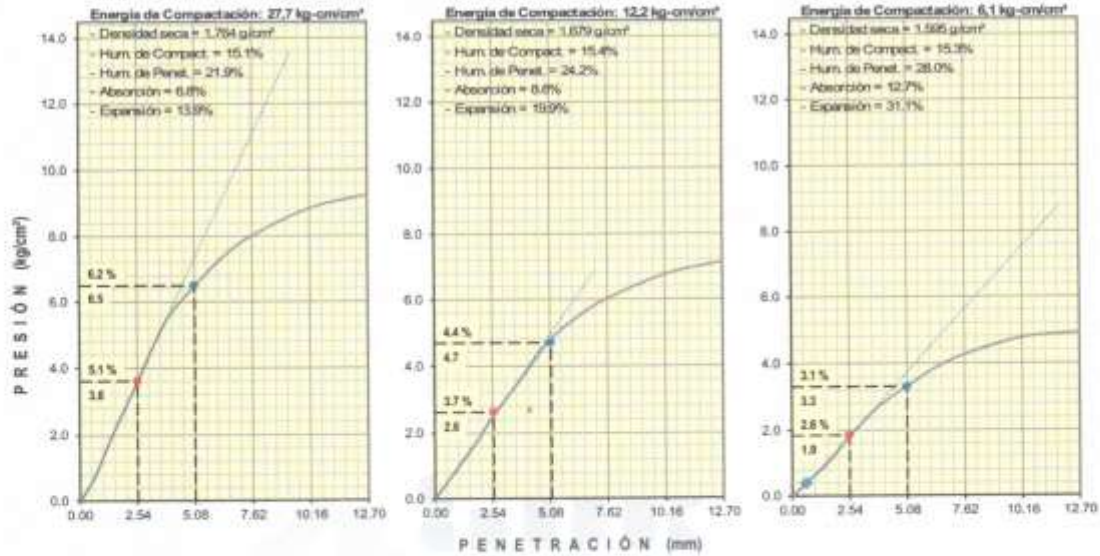
SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYAQUCHO 2022
 UBICACIÓN : ADOCS VINCHOS- AYAQUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep.-2022

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS	
Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.764
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.1
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	5.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	6.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.4
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(14)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117
 VºBº INGº



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCA YA SOTO

REGISTRO **270/2022.GEOSUR**

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ A YA CUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep.-2022

UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REFERENCIAS

CALICATA : C-03

CENIZA: 0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

MOLDE N°	20		21		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9402.0	9598.0	9013.0	9315.0	8940.0	9259.0
PESO DEL MOLDE, g	5145.0	5145.0	4923.0	4923.0	5154.0	5154.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4257.0	4453.0	4090.0	4392.0	3786.0	4105.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2072.0	2354.5	2108.0	2548.0	2085.1	2733.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	2.055	1.891	1.940	1.724	1.816	1.502
DENSIDAD SECA	1.785	1.571	1.687	1.396	1.590	1.213
TARA N°	1	18	13	11	6	19
TARA + SUELO HUMEDO	586.8	584.2	526.9	703.6	562.8	650.0
TARA + SUELO SECO	535.0	519.0	486.4	605.4	515.8	561.2
PESO DEL AGUA	51.8	65.2	42.5	98.2	47.0	88.8
PESO DE LA TARA	192.4	199.4	203.1	187.4	184.0	187.9
PESO DEL SUELO SECO	342.6	318.6	283.3	416.0	331.8	373.3
% DE HUMEDAD	15.12	20.40	15.00	23.50	14.17	23.80
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.1	20.4	15.0	23.5	14.2	23.8

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
			pulg	mm	%	S/E	pulg	mm	%	
11/09/2022	12:00 a. m.	0	0.000		0.00		0.000	0.00	0.00	0.00
15/09/2022	12:00 a. m.	4	0.610	15.49	13.64		0.950	24.13	20.87	1.400

ABSORCIÓN

MOLDE N°	20	21	9
Peso suelo humedo, + plato + molde, g	11608.0	11504.0	11251.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo humedo embebido, g	4453.0	4392.0	4105.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4257.0	4090.0	3786.0
Peso del agua absorbida, g	196.0	302.0	319.0
Peso del suelo seco, g	3696.5	3556.5	3315.2
Absorción de agua, %	5.3	8.5	9.6

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		13.5	13.5	0.7	11.6	11.6	0.6	7.7	7.7	0.4
1.270	0.050		31.0	31.0	1.6	23.2	23.2	1.2	15.5	15.5	0.8
1.905	0.075		46.5	46.5	2.4	34.8	34.8	1.8	25.2	25.2	1.3
2.540	0.100	70.3	63.9	63.9	3.3	46.5	46.5	2.4	32.9	32.9	1.7
3.810	0.150		96.8	96.8	5.0	69.7	69.7	3.6	50.3	50.3	2.6
5.080	0.200	105.5	120.0	120.0	6.2	90.0	90.0	4.7	61.9	61.9	3.2
6.350	0.250		132.0	132.0	6.8	103.5	103.5	5.3	71.6	71.6	3.7
7.620	0.300		141.7	141.7	7.3	113.7	113.7	5.9	79.4	79.4	4.1
10.180	0.400		152.5	152.5	7.9	127.7	127.7	6.6	89.0	89.0	4.6
12.700	0.500		157.6	157.6	8.1	135.5	135.5	7.0	94.6	94.6	4.9

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRESNA DE CELDA DIGITAL.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
JUAN DAVID BELAËZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117



Geotecnia e Ingenieria SAC

ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

UBICACION : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep.-2022

REFERENCIAS

CALCATA : C-01

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 0%

MOLDE N°	2		4		7	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9390.0	9652.0	9119.0	9430.0	8568.0	9009.0
PESO DEL MOLDE, g	5079.0	5079.0	5006.0	5006.0	4832.0	4832.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4311.0	4573.0	4113.0	4424.0	3736.0	4177.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2102.0	2384.6	2118.0	2566.2	2075.0	2723.4
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.051	1.916	1.942	1.729	1.800	1.534
DENSIDAD SECA	1.782	1.571	1.680	1.399	1.567	1.194
TARA N°	1	5	12	4	11	15
TARA + SUELO HUMEDO	545.5	633.4	577.8	702.0	570.6	691.7
TARA + SUELO SECO	499.1	556.1	527.3	603.9	521.0	587.3
PESO DEL AGUA	46.4	77.3	50.5	98.1	49.6	104.4
PESO DE LA TARA	192.4	206.2	188.8	206.9	187.4	197.6
PESO DEL SUELO SECO	306.7	349.9	338.5	397.0	333.6	389.7
% DE HUMEDAD	15.13	22.10	14.92	24.70	14.87	26.80
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.1		22.1		14.9	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			DIAL pulg	EXPANSION mm	% S/E	DIAL pulg	EXPANSION mm	%	DIAL pulg	EXPANSION mm	%
11/09/2022	12:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
15/09/2022	12:15 p. m.	4	0.610	15.49	13.45	0.950	24.13	20.78	1.400	35.56	31.25

ABSORCION

MOLDE N°	2	4	7
Peso suelo humedo. + plato + molde, g	11726.0	11536.0	11323.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo humedo embebido, g	4573.0	4424.0	4177.0
Peso suelo hum. sin embeber, g	4311.0	4113.0	3736.0
Peso del agua absorbida, g	262.0	311.0	441.0
Peso del suelo seco, g	3745.4	3579.6	3251.5
Absorcion de agua, %	7.0	8.7	13.6

PENETRACION

PENETRACION		PRESION PATRON kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		13.5	13.5	0.7	11.6	11.6	0.6	7.7	7.7	0.4
1.270	0.050		31.0	31.0	1.6	23.2	23.2	1.2	18.2	18.2	0.9
1.905	0.075		46.5	46.5	2.4	34.8	34.8	1.8	27.9	27.9	1.4
2.540	0.100	70.3	66.6	66.6	3.4	49.2	49.2	2.5	38.3	38.3	2.0
3.810	0.150		96.8	96.8	5.0	69.7	69.7	3.6	53.0	53.0	2.7
5.080	0.200	105.5	120.0	120.0	6.2	87.3	87.3	4.5	64.6	64.6	3.3
6.350	0.250		134.7	134.7	7.0	100.6	100.6	5.2	71.6	71.6	3.7
7.620	0.300		144.4	144.4	7.5	110.9	110.9	5.7	79.4	79.4	4.1
10.160	0.400		155.2	155.2	8.0	125.0	125.0	6.5	89.0	89.0	4.6
12.700	0.500		160.3	160.3	8.3	132.6	132.6	6.9	94.8	94.8	4.9

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACION EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JOAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 268217



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep.-2022

REFERENCIAS

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA 0%

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
SERIE AMERICANA	MALLAS	ABERT. (mm)	RETENIDOS		PASA (%)	Arcilla inorgánica de baja compresibilidad . Un 17.6% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 82.4%, plástico (LL= 38.2%, IP= 17.9%); poco húmedo.
			PESO (g)	PARCIAL (%)		
	3"	76.200				
	2 1/2"	63.500				
	2"	50.800				
	1 1/2"	38.100				
	1"	25.400				
	3/4"	19.050				
	1/2"	12.700				
	3/8"	9.525				
	1/4"	6.350				
	N° 4	4.750				
	N° 8	2.380				
	N° 10	2.000				
	N° 20	0.840			100.0	
	N° 40	0.426	20.0	3.5	3.5	96.5
	N° 50	0.297	12.5	2.2	5.7	94.3
	N° 80	0.177	30.4	5.3	11.0	89.0
	N° 100	0.149	12.8	2.2	13.2	86.8
	N° 200	0.074	25.6	4.4	17.6	82.4
	- N° 200	-	475.8	82.4	100.0	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	38.2
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	20.3
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	17.9
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	CL
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-6 (14)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	3.5

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	577.2 g
- ARENA	17.6 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	82.4 %	- PESO ARENA, g	577.2 g
		- ARENA EMPLEADA, g	577.2 g

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia: ASTM D 422-63-02. Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.

GEOSUR GEOTECNIA S.A.
 JUAN DAVID PELAEZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep.-2022

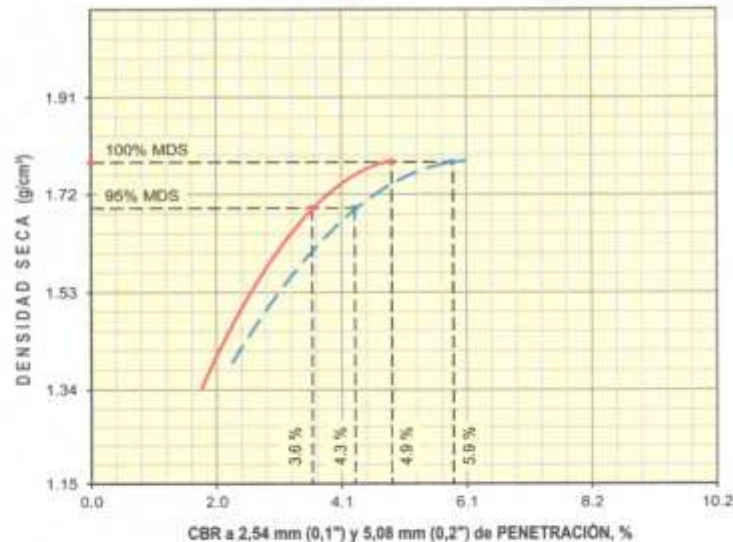
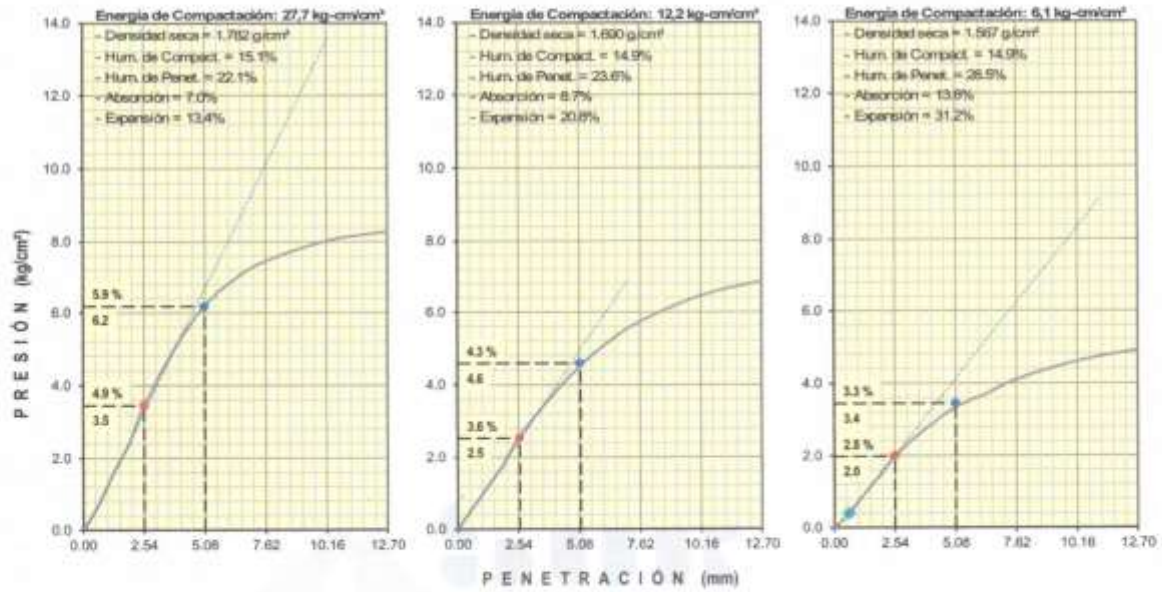
REFERENCIAS

CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.782
- Óptimo Cont. de Humedad, %	14.9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	4.9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.6
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	5.9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.3

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(14)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA
 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

VB° INQ°



ASTM D1883-07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYA CUCHO 2022
 UBICACION : ACCOS VINCHOS- AYACUCHO

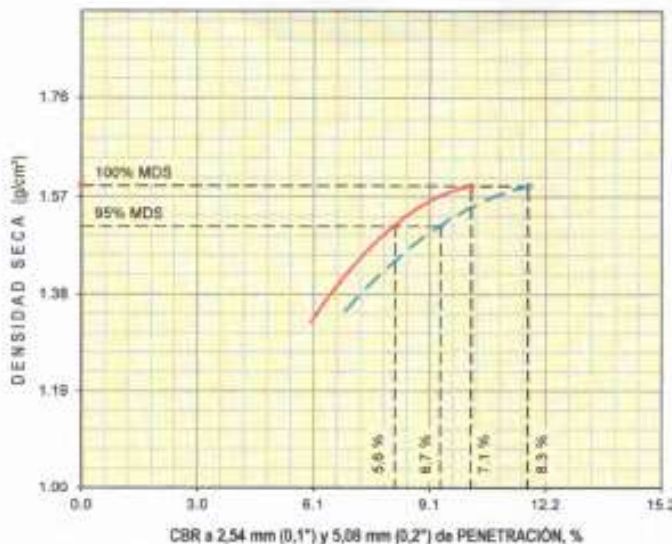
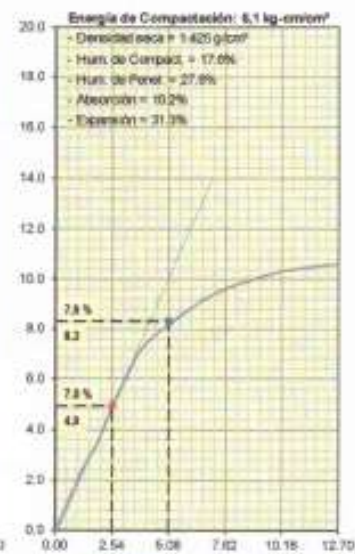
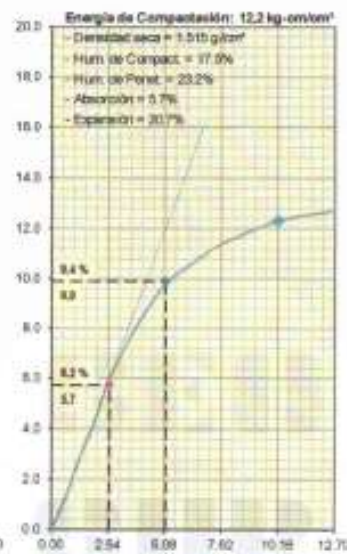
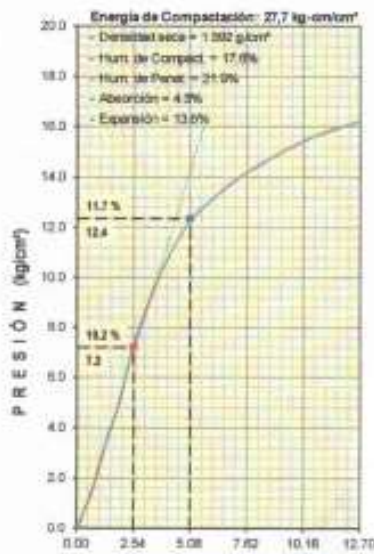
REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S.
 FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

CALCATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: F 15.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS
 Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.592
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.6

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1'') de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	10.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.2
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2'') de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	11.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.4

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELÁEZ QUIJPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYA CUCHO 2022
 UBICACION : ACOS VINCHOS- AYA CUCHO
 REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA: 15.0%

MOLDE N°	9		11		15						
CAPAS N°	5		5		5						
N° DE GOLPES POR CAPA	50		25		12						
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO					
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9068.0	9201.0	8879.0	9063.0	8424.0	8725.0					
PESO DEL MOLDE, g	5154.0	5154.0	5096.0	5096.0	4920.0	4920.0					
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	3904.0	4047.0	3783.0	3967.0	3474.0	3775.0					
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2085.1	2367.7	2126.0	2565.1	2073.0	2721.9					
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.872	1.709	1.780	1.547	1.676	1.587					
DENSIDAD SECA	1.592	1.402	1.515	1.255	1.425	1.085					
TARA N°	4	9	15	17	7	11					
TARA + SUELO HUMEDO	587.8	558.4	584.5	619.8	585.1	584.5					
TARA + SUELO SECO	530.7	527.5	527.3	537.9	508.9	576.4					
PESO DEL AGUA	57.1	70.9	57.3	81.9	56.5	108.1					
PESO DE LA TARA	206.9	203.9	199.4	184.8	188.4	187.4					
PESO DEL SUELO SECO	323.8	323.6	327.9	353.1	320.2	388.0					
% DE HUMEDAD	17.63	21.90	17.47	23.20	17.65	27.80					
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.6	21.9	17.5	23.2	17.6	27.8					
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/09/2022	12:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
30/09/2022	12:15 p. m.	4	0.610	15.40	13.55	0.950	24.13	20.71	1.400	35.56	31.30
ABSORCIÓN											
MOLDE N°	9		11		15						
Peso suelo humedo. + plato + molde, g	11202.0		11079.0		10621.0						
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0						
Peso suelo humedo embebido, g	4147.0		3947.0		3774.0						
Peso suelo hum. sin embeber, g	3904.0		3783.0		3474.0						
Peso del agua absorbida, g	143.0		184.0		301.0						
Peso del suelo seco, g	3319.7		3219.6		2954.1						
Absorción de agua, %	4.3		5.7		10.2						
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		26.7	26.7	1.4	24.8	24.8	1.3	24.8	24.8	1.3
1.270	0.050		65.0	65.0	3.4	56.1	56.1	2.8	49.6	49.6	2.6
1.905	0.075		97.9	97.9	5.1	82.5	82.5	4.3	68.5	68.5	3.5
2.540	0.100	70.3	141.7	141.7	7.3	113.8	113.8	5.9	94.8	94.8	4.9
3.810	0.150		199.8	199.8	10.3	157.2	157.2	8.1	138.6	138.6	7.2
5.080	0.200	195.6	227.2	227.2	12.2	189.1	189.1	9.8	168.8	168.8	8.2
6.350	0.250		258.6	258.6	13.4	206.5	206.5	10.7	174.6	174.6	9.0
7.620	0.300		274.9	274.9	14.2	220.5	220.5	11.4	186.2	186.2	9.6
10.160	0.400		298.9	298.9	15.4	238.5	238.5	12.3	199.8	199.8	10.3
12.700	0.500		314.3	314.3	16.2	246.2	246.2	12.7	205.6	205.6	10.6

NOTAS: (1) UNIDADES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRESIÓN DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELÁEZ QUIJSE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.R. Nº 203117



ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

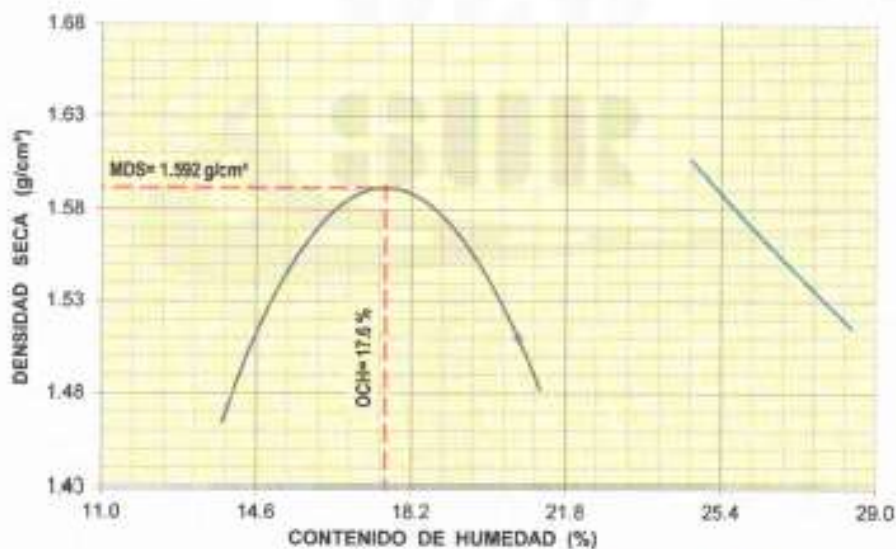
SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2702022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50
 CENIZA: 15.0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5430.0	5541.0	5573.0	5521.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1630.0	1741.0	1773.0	1721.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.727	1.844	1.878	1.823				
06 - Tarro N°	5	9	12	14	19	13	28	29
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	606.0	680.1	680.5	710.5	701.2	711.0	701.5	707.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	634.7	627.7	618.3	638.6	621.0	631.7	615.1	620.8
09 - Peso del agua (g)	62.2	61.4	71.2	71.9	80.2	79.3	86.4	86.3
10 - Peso del tarro (g)	206.2	203.9	188.8	204.9	187.9	203.1	197.3	204.3
11 - Peso suelo seco (g)	428.5	423.8	429.5	433.7	433.1	428.6	417.8	416.5
12 - Contenido de Humedad (%)	14.53	14.50	16.58	16.57	18.52	18.61	20.67	20.71
13 - Promedio de Humedad (%)	14.5	14.5	16.6	16.6	18.5	18.6	20.7	20.7
	1.508	1.581	1.585	1.510				



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.592 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.6 %

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TEMA : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYAUCUCHO 2022

UBICACION : ACOB VINCHOS- AYAUCUCHO

REGISTRO : 276/2022-GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

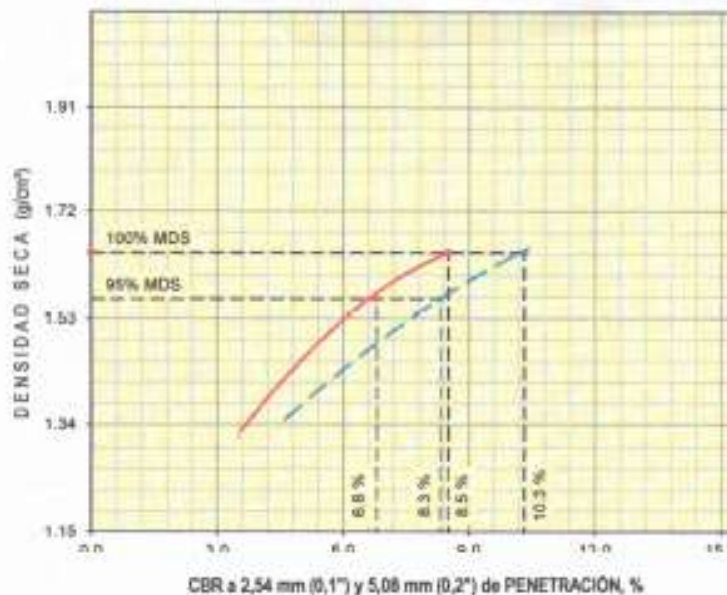
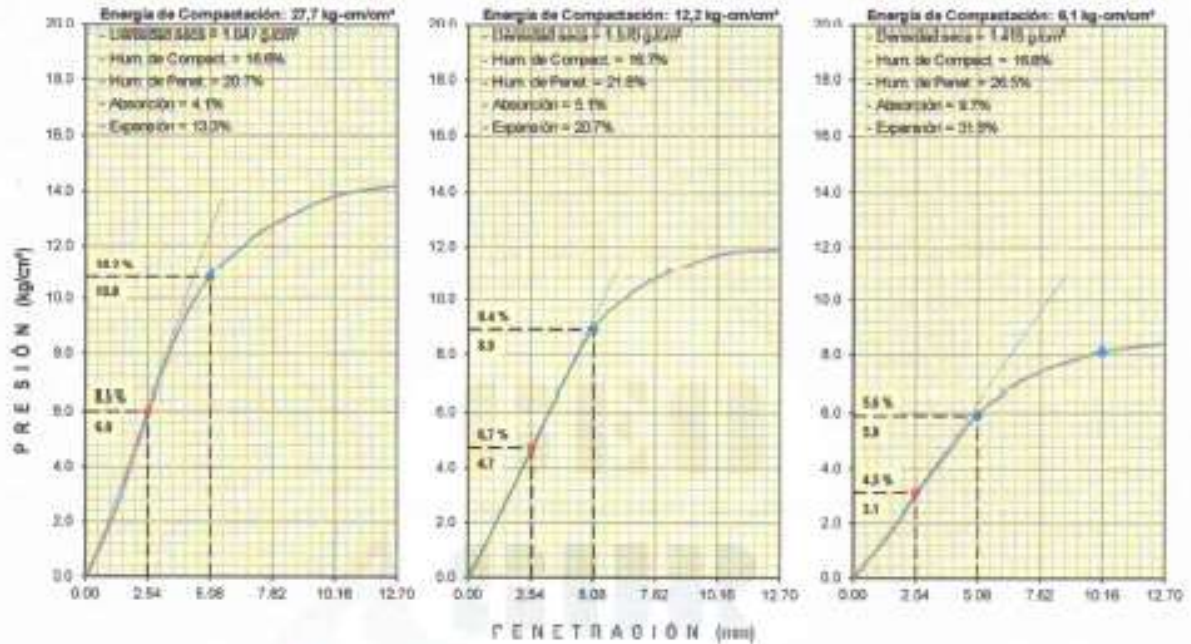
REFERENCIAS

CALCATA : C-03

MUESTRA : M-01

CENIZA: 10.0%

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1,647
- Optimo Cont. de Humedad, %	16,6

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S. %	8,5
C.B.R. al 95 % de la M.D.S. %	6,8
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S. %	10,3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S. %	8,3

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES

MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 G.B.N. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO **270/2022.GEOSUR**

TEMA : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REFERENCIAS

CALICATA : C-03

CENIZA: 10.0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 1.00

MOLDE N°	4		5		6	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER		EMBEBIDO		SIN EMBEBER	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9073.0	9216.0	8854.0	9026.0	8305.0	8584.5
PESO DEL MOLDE, g	5006.0	5006.0	4910.0	4910.0	4935.5	4935.5
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4067.0	4210.0	3944.0	4116.0	3369.5	3649.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2118.0	2400.6	2127.0	2567.2	2036.0	2687.5
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.920	1.754	1.854	1.603	1.643	1.368
DENSIDAD SECA	1.647	1.453	1.570	1.316	1.415	1.073
TARA N°	5	8	9	12	16	13
TARA + SUELO HUMEDO	549.4	594.4	548.1	652.7	581.4	690.4
TARA + SUELO SECO	500.5	527.9	499.0	569.7	526.5	586.3
PESO DEL AGUA	48.9	66.5	49.1	83.0	54.9	102.1
PESO DE LA TARA	206.2	206.8	203.9	188.8	199.4	203.1
PESO DEL SUELO SECO	294.3	321.1	295.1	380.9	327.1	385.2
% DE HUMEDAD	16.62	20.70	16.64	21.80	16.78	26.50
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.6	20.7	16.7	21.8	16.8	26.5

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		
			pulg	mm	%	mm	%	pulg	mm	%	
26/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
30/09/2022	01:15 p. m.	4	0.610	15.49	13.34	0.950	24.13	20.69	1.400	35.56	31.81

ABSORCIÓN

MOLDE N°	4	5	6
Peso suelo húmedo + plato + molde, g	11265.0	11239.0	10795.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4210.0	4116.0	3649.0
Peso suelo hím. sin embeber, g	4067.0	3944.0	3369.5
Peso del agua absorbida, g	143.0	172.0	279.5
Peso del suelo seco, g	3439.0	3370.6	3444.5
Absorción de agua, %	4.1	5.1	9.7

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		22.8	22.8	1.2	20.9	20.9	1.1	13.2	13.2	0.7
1.270	0.050		49.8	49.6	2.5	44.5	44.5	2.3	26.3	26.3	1.4
1.905	0.075		82.5	82.5	4.3	67.0	67.0	3.5	41.4	41.4	2.1
2.540	0.100	70.3	114.6	114.6	5.9	90.6	90.6	4.7	60.0	60.0	3.1
3.175	0.150		172.7	172.7	8.9	133.9	133.9	6.9	88.3	88.3	4.6
5.080	0.200	105.5	210.2	210.2	10.9	173.7	173.7	9.0	115.7	115.7	6.0
6.350	0.250		231.5	231.5	12.0	194.9	194.9	10.1	132.0	132.0	6.8
7.620	0.300		247.8	247.8	12.8	208.9	208.9	10.8	143.6	143.6	7.4
10.160	0.400		267.9	267.9	13.8	226.9	226.9	11.7	157.2	157.2	8.1
12.700	0.500		275.6	275.6	14.2	230.7	230.7	11.9	163.0	163.0	8.4

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N°:263117



ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TEMA : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

UBICACIÓN : ACCS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2702022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

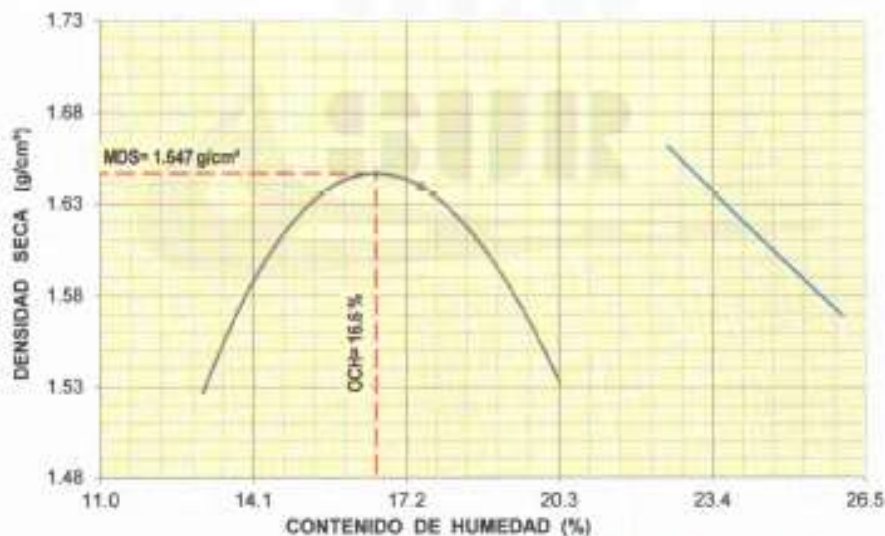
CALICATA : C-03

CENIZA: 10.0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5545.0	5638.0	5663.0	5624.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1745.0	1838.0	1863.0	1824.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.849	1.947	1.974	1.932				
06 - Tarro N°	17	18	27	41	18	19	13	11
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	706.4	696.6	711.1	696.4	694.7	711.5	693.8	706.7
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	620.4	646.4	634.2	657.1	611.0	630.2	631.8	619.0
09 - Peso del agua (g)	86.0	50.2	76.9	39.3	83.7	81.3	62.2	87.7
10 - Peso del tarro (g)	184.8	234.6	188.0	193.9	199.4	187.9	203.1	187.4
11 - Peso suelo seco (g)	435.6	441.8	436.2	463.2	411.6	442.3	428.5	431.6
12 - Contenido de Humedad (%)	19.74	11.36	17.63	8.47	20.33	18.37	14.51	20.31
13 - Promedio de Humedad (%)	15.5		13.1		19.3		17.4	
	1.601		1.721		1.655		1.646	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.647 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.6 %

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
JUAN DAVID PELAEZ QUIROPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.R. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

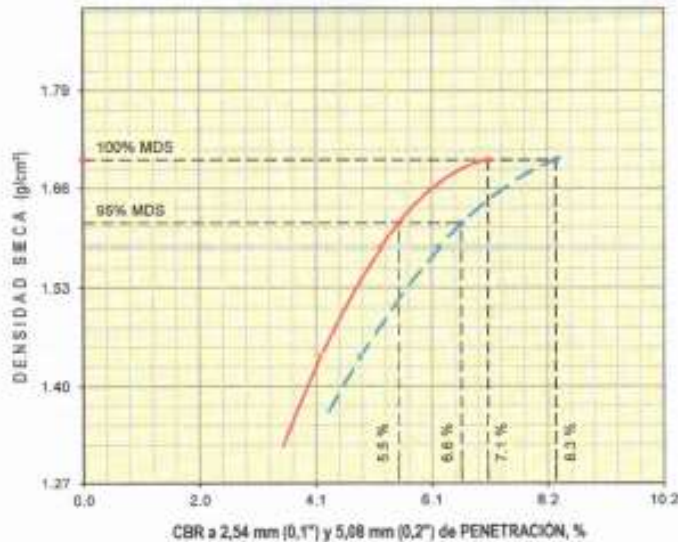
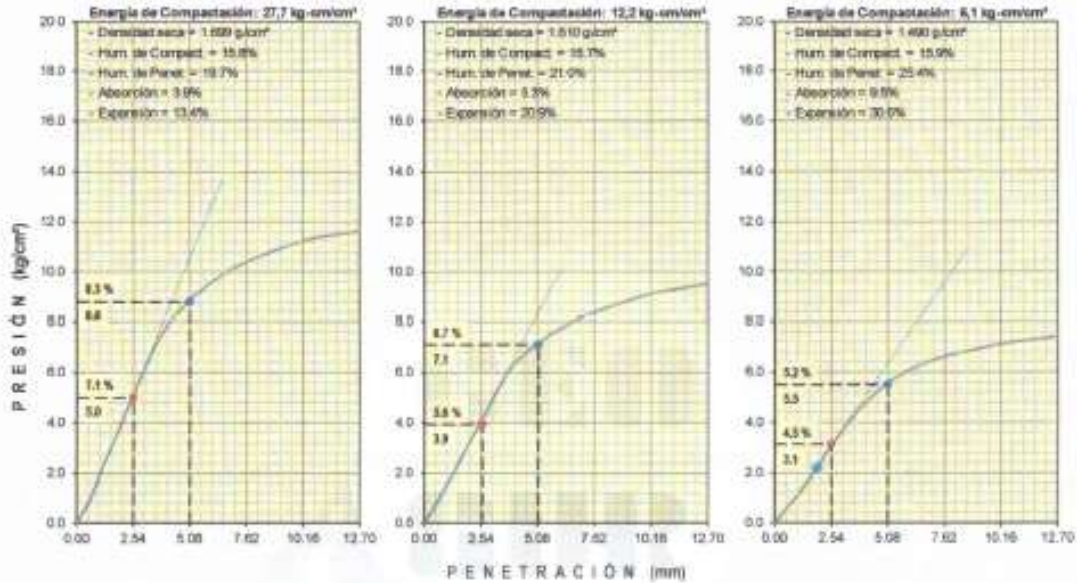
SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACION : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO 27012022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 5.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1,698
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15,8

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	7,1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	5,5
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	8,3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	6,6

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-5(15)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
MIAN DAVID PELÁEZ QUISEP
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117
 VIB° ING°



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO : **77612022-GEOSUR**

TESE : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYAUCUCHO 2022

TÉCNICO : G. D. S.

FECHA : 10-sep-2022

UBICACION : ACCO VINDHOS- AYAUCUCHO

REFERENCIAS

CALCATA : C-03

CENIZA: 8.6%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (cm): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	1		2		3	
CAPAS N°	3		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		13	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEEDO	SIN EMBEBER	EMBEEDO	SIN EMBEBER	EMBEEDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9130.0	8288.3	8948.0	9123.0	8542.0	8642.0
PESO DEL MOLDE, g	4991.0	4991.0	5079.0	5079.0	4879.0	4879.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4139.0	4277.0	3867.0	4044.0	3663.0	3763.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2704.0	2386.7	2182.0	2547.3	2121.0	2399.5
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm ³	1.897	1.792	1.840	1.591	1.727	1.431
DENSIDAD SECA	1.899	1.457	1.813	1.318	1.490	1.141
TARA N°	3	0	5	4	8	12
TARA + SUELO HÚMEDO	909.0	571.3	591.4	634.2	583.2	676.0
TARA + SUELO SECO	517.8	507.0	536.2	580.0	528.8	577.8
PESO DEL AGUA	52.1	83.7	52.2	74.2	51.8	98.8
PESO DE LA TARA	198.7	184.0	206.2	206.9	201.9	188.0
PESO DEL SUELO SECO	328.8	323.6	333.0	383.1	324.8	380.0
% DE HUMEDAD	15.85	18.70	15.88	21.00	15.94	25.40
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.8	19.7	15.7	21.0	15.9	25.4

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL (mm)	EXPANSIÓN		DIAL (mm)	EXPANSIÓN		DIAL (mm)	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/09/2022	12:15 p. m.	0	0.000	0.00	SE	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
30/09/2022	12:15 p. m.	4	0.618	16.40	13.43	0.980	24.10	30.95	1.490	36.58	30.56

ABSORCIÓN

MOLDE N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + plato + molde, g	11432.0	11156.0	11199.0
Peso del plato + molde, g	7193.0	7112.0	7148.0
Peso suelo húmedo embudo, g	4277.0	4044.0	3963.0
Peso suelo hum. en embudo, g	4139.0	3907.0	3663.0
Peso del agua absorbida, g	138.0	177.0	300.0
Peso del suelo seco, g	3074.3	3342.3	3168.2
Absorción de agua, %	3.9	5.3	8.2

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (kg/cm ²)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
mm	mm		DIAL	CARGA (kg)	PRESIÓN (kg/cm ²)	DIAL	CARGA (kg)	PRESIÓN (kg/cm ²)	DIAL	CARGA (kg)	PRESIÓN (kg/cm ²)
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.528	0.025		19.0	19.0	1.0	18.2	18.2	0.9	15.2	15.2	0.7
1.270	0.050		48.0	48.0	2.5	37.5	37.9	2.0	26.3	26.3	1.4
1.905	0.075		72.8	72.8	3.8	58.6	56.6	3.1	42.9	42.9	2.2
2.540	0.100	10.3	96.1	99.1	5.1	79.0	79.0	4.1	60.0	60.0	3.1
3.310	0.150		145.0	145.8	7.3	116.5	116.5	6.1	89.3	89.3	4.8
5.090	0.200	105.5	171.5	171.5	8.9	136.8	136.8	7.2	109.0	109.0	5.8
6.350	0.250		198.9	188.9	9.8	152.3	157.3	7.9	120.4	129.4	6.2
7.820	0.300		201.3	201.3	10.4	162.4	162.4	8.4	128.1	128.1	6.8
10.160	0.400		217.8	217.8	11.2	176.5	176.5	8.1	137.8	137.8	7.1
12.700	0.500		225.3	225.3	11.8	184.3	184.3	8.5	143.9	143.9	7.4

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRESA DE CELDA DIGITAL

ING. DAVID PELAEZ OLIVERA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

VDF 802



ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2702822.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

CALICATA : C-03

CENIZA: 5.0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5545.0	5638.0	5663.0	5624.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1745.0	1838.0	1863.0	1824.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.849	1.947	1.974	1.932				
06 - Tarro N°	1	3	2	8	7	15	20	19
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	677.2	706.9	700.9	724.8	682.7	703.6	711.8	699.9
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	620.4	646.4	634.2	657.1	611.0	630.2	631.6	619.0
09 - Peso del agua (g)	56.8	60.5	66.7	67.7	71.7	73.4	80.2	80.9
10 - Peso del tarro (g)	192.4	188.7	190.5	206.6	188.4	197.6	203.1	187.9
11 - Peso suelo seco (g)	428.0	457.7	443.7	450.3	422.6	432.6	428.5	431.1
12 - Contenido de Humedad (%)	13.27	13.22	15.03	15.03	16.97	16.97	18.72	18.75
13 - Promedio de Humedad (%)	13.2		15.0		17.0		18.7	
	1.633		1.693		1.687		1.628	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.698 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.8 %

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Peláez Quispe
 JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ A YAQUCHO 2022

UBICACION : ACOB VINCHOS- YAQUCHO

REGISTRO : 279/2022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep.-2022

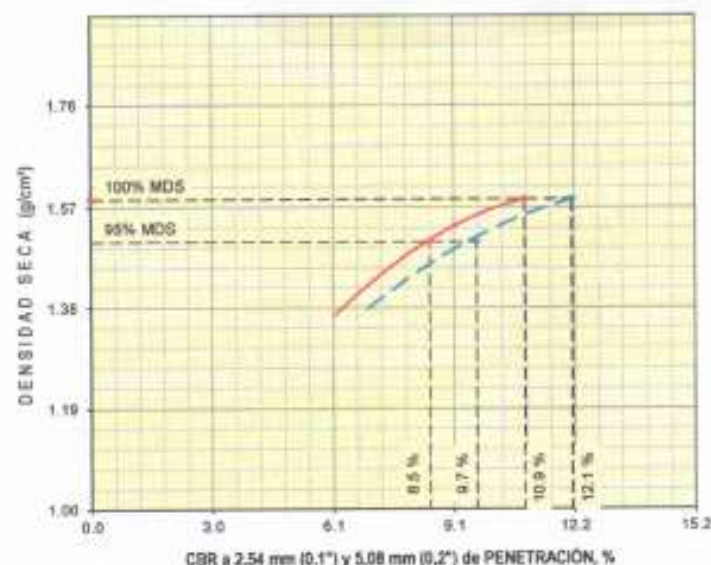
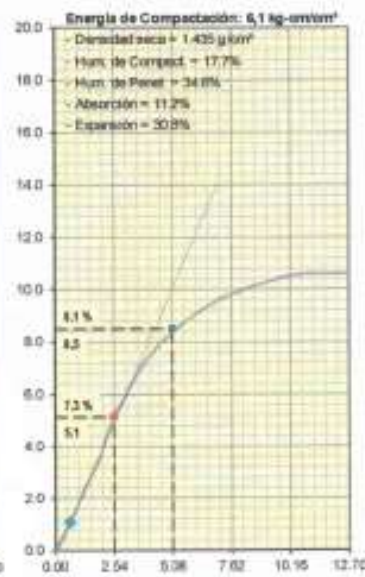
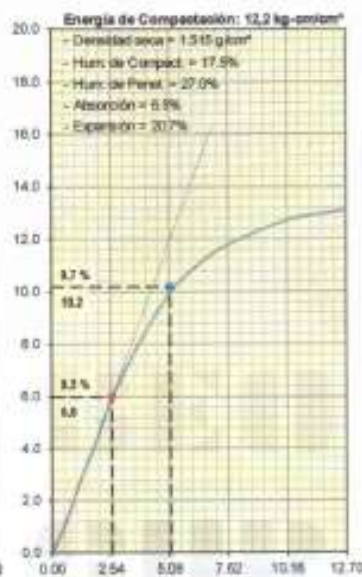
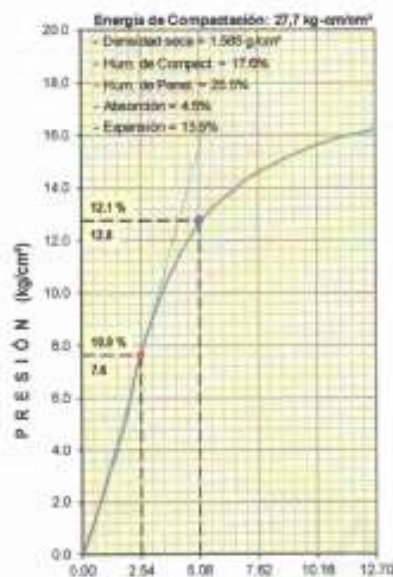
REFERENCIAS

CALCATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 15.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1,585
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17,7

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1\") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	10,9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8,5
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2\") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	12,1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9,7

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES:

MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 283117
 VºBº INGº



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO 270/2022.GEOSUR

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

UBICACION : ACOVS VINCHOS- AYACUCHO

REFERENCIAS

CALICATA : C-03

CENIZA: 15.0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	16		18		14	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	8828.0	8976.0	8802.0	9012.0	8669.0	9007.0
PESO DEL MOLDE, g	4957.0	4957.0	5009.0	5009.0	5115.0	5115.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	3871.0	4019.0	3793.0	4003.0	3554.0	3892.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2077.0	2388.5	2131.0	2571.2	2104.0	2752.9
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.864	1.703	1.780	1.557	1.689	1.414
DENSIDAD SECA	1.585	1.395	1.515	1.296	1.435	1.097
TARA N°	15	19	28	29	33	27
TARA + SUELO HUMEDO	559.6	849.0	578.7	658.3	513.0	660.9
TARA + SUELO SECO	505.4	555.3	521.9	561.8	464.3	541.9
PESO DEL AGUA	54.2	93.7	56.8	96.5	48.7	119.0
PESO DE LA TARA	197.6	187.9	197.3	204.3	188.7	188.0
PESO DEL SUELO SECO	307.8	367.4	324.6	357.5	275.6	343.9
% DE HUMEDAD	17.61	25.50	17.50	27.00	17.67	34.60
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.6	22.1	17.5	24.0	17.7	28.9

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			pulg	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%			
26/09/2022	12:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
30/09/2022	12:15 p. m.	4	0.610	15.40	13.60	0.960	24.13	20.66	1.400	35.56	30.84			

ABSORCIÓN

MOLDE N°	16	18	14
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11174.0	11115.0	11038.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4019.0	4003.0	3892.0
Peso suelo hum, sin embaber, g	3871.0	3793.0	3654.0
Peso del agua absorbida, g	148.0	210.0	338.0
Peso del suelo seco, g	3291.7	3228.1	3019.5
Absorción de agua, %	4.5	6.5	11.2

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		30.6	30.6	1.6	24.8	24.8	1.3	20.9	20.9	1.1
1.270	0.050		65.0	65.0	3.4	56.1	56.1	2.9	45.7	45.7	2.4
1.905	0.075		101.8	101.8	5.3	82.5	82.5	4.3	68.5	68.5	3.5
2.540	0.100	70.3	149.4	149.4	7.7	113.8	113.8	5.9	98.7	98.7	5.1
3.810	0.150		207.5	207.5	10.7	157.2	157.2	8.1	138.6	138.6	7.2
5.080	0.200	105.5	245.0	245.0	12.7	193.0	193.0	10.0	162.2	162.2	8.4
6.350	0.250		266.3	266.3	13.8	214.2	214.2	11.1	178.5	178.5	9.2
7.620	0.300		282.6	282.6	14.6	228.2	228.2	11.8	190.1	190.1	9.8
10.160	0.400		302.7	302.7	15.6	246.2	246.2	12.7	203.6	203.6	10.5
12.700	0.500		314.3	314.3	16.2	254.0	254.0	13.1	205.6	205.6	10.6

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRESNA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELÁEZ QUIJPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117
 V.B. ING°



Geotecnia e Ingeniería SAC

ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y ORIENTACIONES

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2792622.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

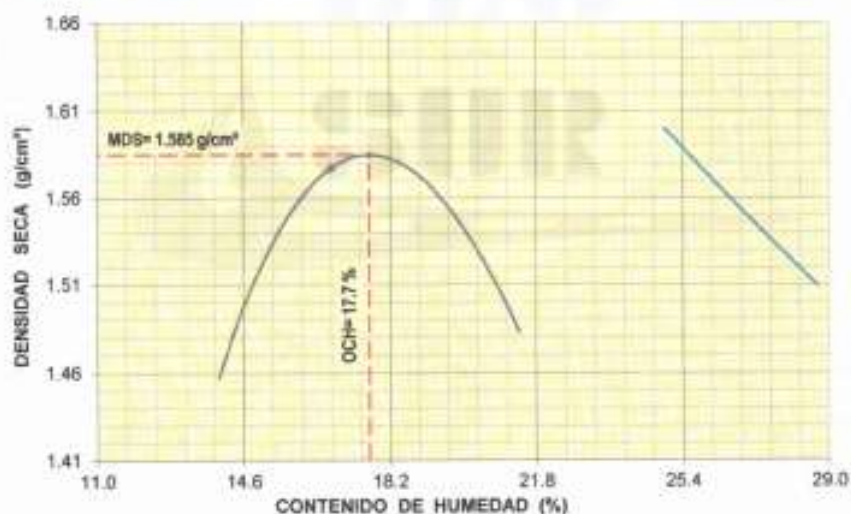
CALICATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 15.0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5427.0		5539.0		5567.0		5520.0	
02 - Peso del Molde (g)	3800.0		3800.0		3800.0		3800.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1627.0		1739.0		1767.0		1720.0	
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0		944.0		944.0		944.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.724		1.842		1.872		1.822	
06 - Tarro N°	23	1	2	8	11	15	33	37
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	698.3	696.2	703.5	710.1	694.4	689.1	697.1	696.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	633.0	631.6	629.8	638.0	614.7	611.6	608.2	611.1
09 - Peso del agua (g)	65.3	64.6	73.7	72.1	79.7	77.5	87.9	84.9
10 - Peso del tarro (g)	188.0	192.4	190.5	206.6	187.4	197.6	188.7	203.7
11 - Peso suelo seco (g)	445.0	439.2	439.3	431.2	427.3	414.0	420.5	407.4
12 - Contenido de Humedad (%)	14.68	14.72	16.77	16.73	18.65	18.73	20.90	20.88
13 - Promedio de Humedad (%)	14.7		16.7		18.7		20.9	
	1.503		1.578		1.577		1.507	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.585 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.7 %

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 283117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYAQUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

UBICACION : ACOS VINCHOS- AYAQUCHO

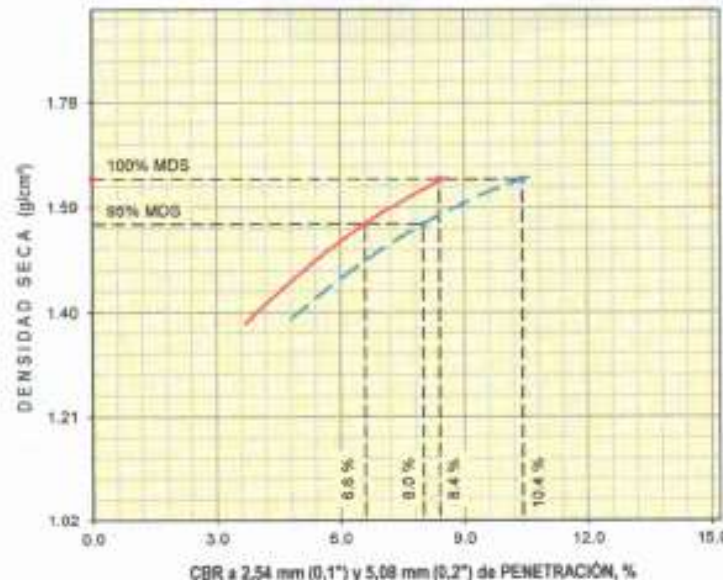
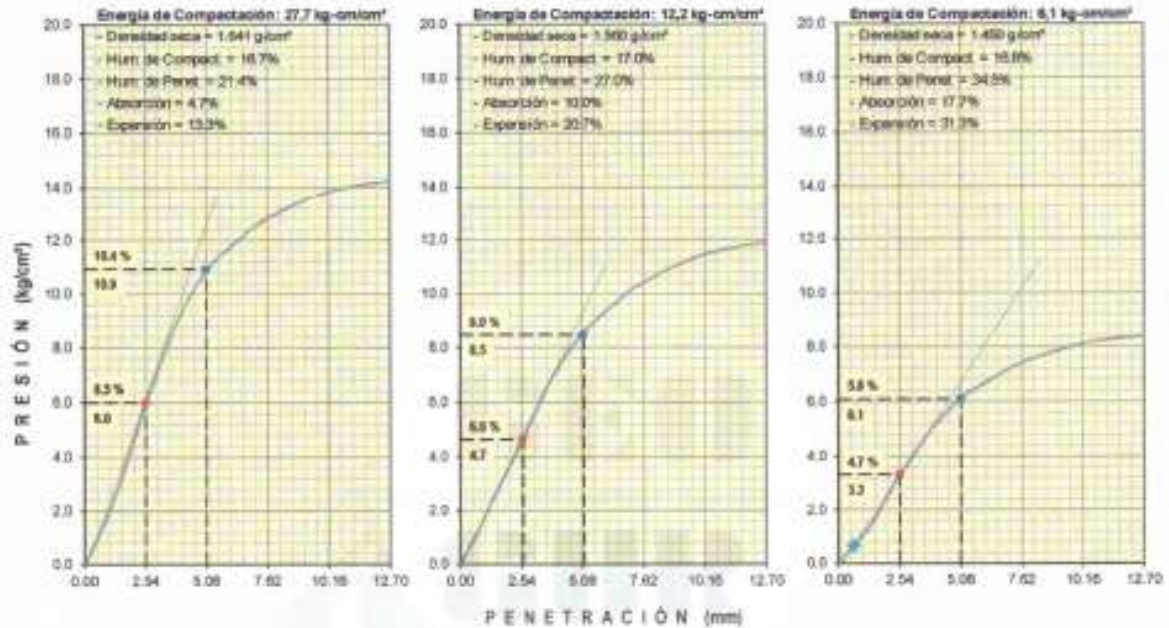
REFERENCIAS

CAUCATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 7 16.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, g/cm³	1.541
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	8.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	6.6
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	16.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.0

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
LIAN DAVID PELÁEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

VºBº INGº



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO : 276/2022.GEOSUR

TESIS : MEJORA MIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYAQUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

UBICACION : ACOB VINCHOS- AYAQUCHO

REFERENCIAS

CALICATA : C-03

CENIZA: 10.0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

MOLDE N°	18		19		20	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9090.0	9254.0	9028.0	9361.0	8654.0	9185.0
PESO DEL MOLDE, g	5009.0	5009.0	5127.0	5127.0	5145.0	5145.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4081.0	4245.0	3901.0	4234.0	3509.0	4040.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2131.0	2413.6	2127.0	2667.2	2072.0	2720.6
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.915	1.759	1.834	1.649	1.694	1.485
DENSIDAD SECA	1.641	1.449	1.560	1.299	1.450	1.104
TARA N°	13	16	9	12	22	13
TARA + SUELO HUMEDO	548.3	589.2	548.1	670.3	671.4	703.5
TARA + SUELO SECO	497.1	520.5	498.2	569.7	516.6	586.3
PESO DEL AGUA	49.2	68.7	49.9	100.6	54.8	115.2
PESO DE LA TARA	203.1	199.4	203.9	188.8	189.4	203.1
PESO DEL SUELO SECO	294.0	321.1	294.3	300.9	327.2	385.2
% DE HUMEDAD	16.73	21.40	16.96	26.40	16.75	29.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.7	21.4	17.0	27.0	16.8	34.5

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSION		DIAL pulg	EXPANSION		DIAL pulg	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
30/09/2022	01:15 p. m.	4	0.610	15.49	13.26	0.950	24.13	20.69	1.400	35.56	31.30

ABSORCION

MOLDE N°	18	19	20
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11400.0	11346.0	11186.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4245.0	4234.0	4040.0
Peso suelo húm, sin embeber, g	4081.0	3901.0	3509.0
Peso del agua absorbida, g	164.0	333.0	531.0
Peso del suelo seco, g	3497.0	3334.2	3004.3
Absorción de agua, %	4.7	10.0	17.7

PENETRACION

PENETRACION		PRESION PATRON kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		22.8	22.8	1.2	20.9	20.9	1.1	13.2	13.2	0.7
1.270	0.050		49.6	49.6	2.6	44.5	44.5	2.3	26.3	26.3	1.4
1.905	0.075		82.5	82.5	4.3	67.0	67.0	3.5	45.3	45.3	2.3
2.540	0.100	70.3	114.5	114.5	5.9	89.4	89.4	4.8	63.9	63.9	3.3
3.810	0.150		172.7	172.7	8.9	133.9	133.9	6.9	96.0	96.0	5.0
5.080	0.200	105.5	210.2	210.2	10.9	165.1	165.1	8.5	118.5	118.5	6.1
6.350	0.250		231.5	231.5	12.0	186.0	186.0	9.6	132.0	132.0	6.8
7.620	0.300		247.8	247.8	12.8	201.9	201.9	10.4	143.6	143.6	7.4
10.190	0.400		267.9	267.9	13.8	221.8	221.8	11.5	157.2	157.2	8.1
12.700	0.500		275.6	275.6	14.2	230.7	230.7	11.9	163.0	163.0	8.4

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACION EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL

[Firma]
IAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117
 V.P. INC



ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

SOLICITANTE : GABRIEL HERNANDEZ GOTO

REGISTRO : 1708881.0000UR

TEMA : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REFERENCIAS

CALICATA : C-03

CENIZA: 10.0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

D1 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5434.0	5581.0	5518.0	5574.0				
D2 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
D3 - Peso Suelo Humedo (g)	1634.0	1781.0	1718.0	1774.0				
D4 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
D5 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.734	1.887	1.825	1.879				
D6 - Tarro N°	19	22	35	18	27	37	21	10
D7 - Peso suelo humedo + tarro (g)	695.7	694.6	709.9	695.7	698.6	691.7	693.9	695.0
D8 - Peso suelo seco + tarro (g)	633.9	633.3	639.1	626.2	623.5	618.5	612.1	611.1
D9 - Peso del agua (g)	61.8	61.3	70.8	67.5	75.1	73.2	81.8	83.9
D10 - Peso del tarro (g)	187.9	189.4	189.8	199.4	198.0	203.7	200.0	189.6
D11 - Peso suelo seco (g)	446.0	443.9	449.3	428.8	425.5	414.8	412.1	421.5
D12 - Contenido de humedad (%)	13.8	13.8	15.7	15.7	17.6	17.6	19.8	19.9
D13 - Promedio de Humedad (%)	13.8		15.8		17.6		19.9	
	1.566		1.630		1.635		1.567	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.641 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.9%

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 283117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HJARCA YA SOTO

TEMA : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYAUCUCHO 2022

UBICACION : ACOS VINCHOS- AYAUCUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

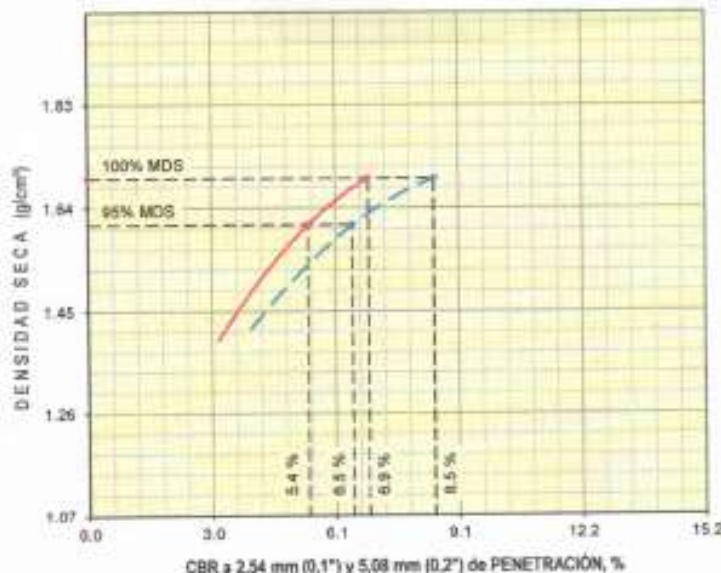
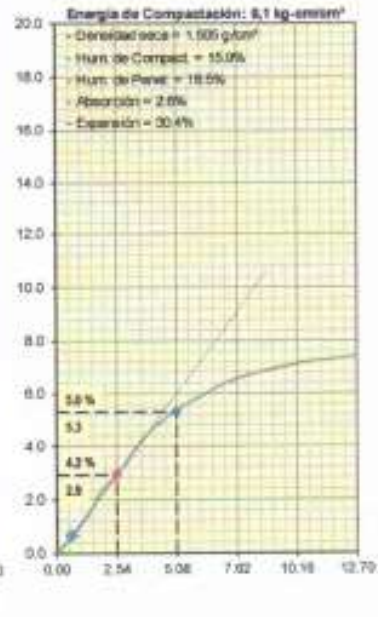
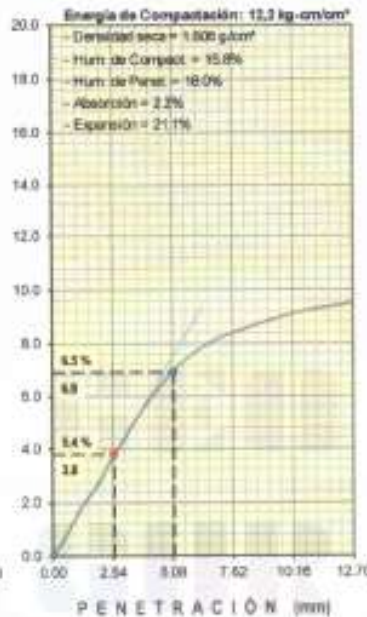
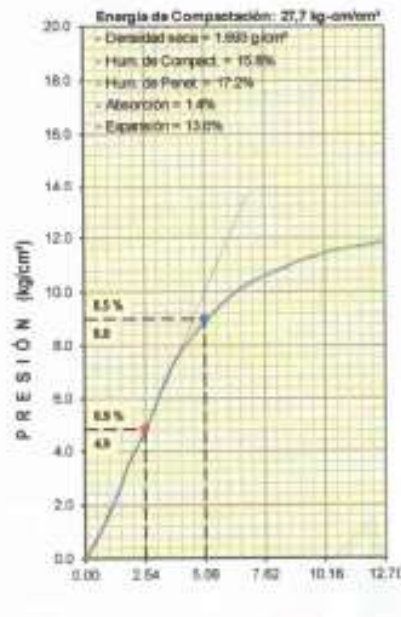
REFERENCIAS

CALCATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 5.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1,994
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15,9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	6,9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	5,4
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	8,5
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	6,5

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES:

MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 283117



ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS AHUELLADOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYA CUCHO 2022
 UBICACION : ACOB VINCHOS- AYA CUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR
 TECNICO : U.B.S
 FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CENIZA: 5.0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5540.0	5633.0	5650.0	5624.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1740.0	1833.0	1850.0	1824.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.843	1.942	1.969	1.932				
06 - Tarro N°	26	31	22	15	18	19	11	34
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	697.0	701.9	710.2	706.7	690.9	693.6	691.2	689.6
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	638.3	643.1	642.0	640.2	619.3	619.5	611.1	610.9
09 - Peso del agua (g)	58.7	58.8	68.2	66.5	71.6	74.1	80.1	78.7
10 - Peso del tarro (g)	195.1	200.1	189.4	197.6	199.4	187.9	187.4	193.2
11 - Peso suelo seco (g)	443.2	443.0	452.6	442.6	419.9	431.6	423.7	417.7
12 - Contenido de Humedad (%)	13.24	13.26	15.06	15.02	17.06	17.17	18.91	18.85
13 - Promedio de Humedad (%)	13.3	13.3	15.0	15.0	17.1	17.1	18.9	18.9
	1.627	1.689	1.689	1.681	1.681	1.625	1.625	1.625



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.694 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.9 %

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117
 V.P. ING°



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2702022.GEOSUR
 TÉCNICO : O.B.S
 FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA: 5.0%

MOLDE N°	7		9		18	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		13	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	8902.0	8951.0	9037.0	9111.0	8726.0	8909.0
PESO DEL MOLDE, g	4832.0	4832.0	5154.0	5154.0	5009.0	5009.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4070.0	4119.0	3883.0	3957.0	3717.0	3800.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2075.0	2387.4	2085.1	2525.3	2131.0	2779.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.961	1.747	1.862	1.967	1.744	1.367
DENSIDAD SECA	1.693	1.491	1.606	1.328	1.505	1.154
TARA N°	10	19	22	27	25	28
TARA + SUELO HUMEDO	589.6	562.6	591.4	625.2	580.6	648.2
TARA + SUELO SECO	517.7	507.6	536.5	560.0	527.7	577.8
PESO DEL AGUA	51.9	55.0	54.9	65.2	52.9	70.4
PESO DE LA TARA	189.6	187.9	189.4	198.0	195.1	197.3
PESO DEL SUELO SECO	328.1	319.7	347.1	362.0	332.8	380.5
% DE HUMEDAD	15.82	17.20	15.82	18.00	15.99	18.50
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.8	17.2	15.8	18.0	15.9	18.5

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/09/2022	12:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
30/09/2022	12:15 p. m.	4	0.610	15.49	13.61	0.950	24.13	21.11	1.400	35.56	30.45

ABSORCIÓN						
MOLDE N°	7		9		18	
Peso suelo humedo. + plato + molde, g	11274.0		11069.0		10940.0	
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo humedo embebido, g	4119.0		3957.0		3800.0	
Peso suelo hum. sin embeber, g	4070.0		3883.0		3717.0	
Peso del agua absorbida, g	49.0		74.0		83.0	
Peso del suelo seco, g	3514.7		3353.2		3207.1	
Absorción de agua, %	1.4		2.2		2.6	

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		19.0	19.0	1.0	17.0	17.0	0.9	13.2	13.2	0.7
1.270	0.050		41.8	41.8	2.2	36.8	36.8	1.9	26.3	26.3	1.4
1.905	0.075		70.8	70.8	3.7	51.5	51.5	2.7	45.3	45.3	2.3
2.540	0.100	70.3	92.5	92.5	4.8	71.2	71.2	3.7	66.1	66.1	2.9
3.810	0.150	106.5	143.6	143.6	7.4	106.8	106.8	5.5	85.9	85.9	4.4
5.080	0.200		171.5	171.5	8.9	135.0	135.0	7.0	104.1	104.1	5.4
6.350	0.250		192.8	192.8	10.0	152.3	152.3	7.9	116.5	116.5	6.0
7.620	0.300		205.2	205.2	10.8	162.4	162.4	8.4	127.0	127.0	6.6
10.160	0.400		221.4	221.4	11.4	176.5	176.5	9.1	137.8	137.8	7.1
12.700	0.500		229.2	229.2	11.8	184.3	184.3	9.5	143.6	143.6	7.4

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

Juan David Peláez Quispe
JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCA Y A SOTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

UBICACION : ACCOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep.-2022

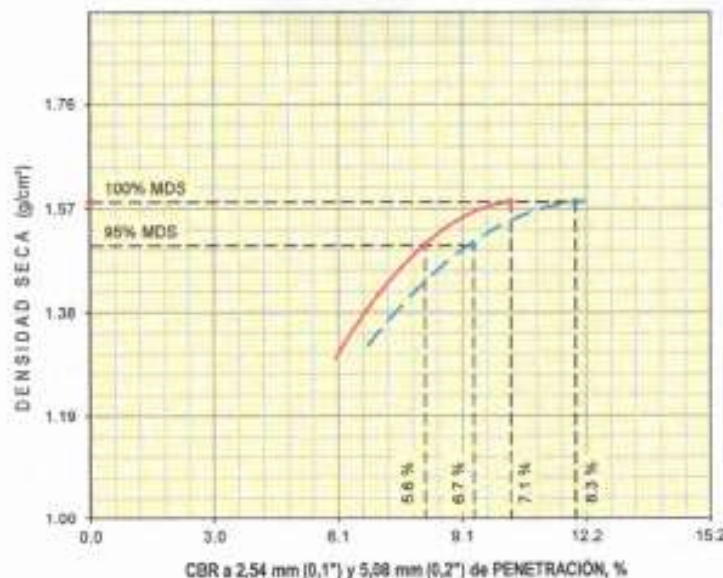
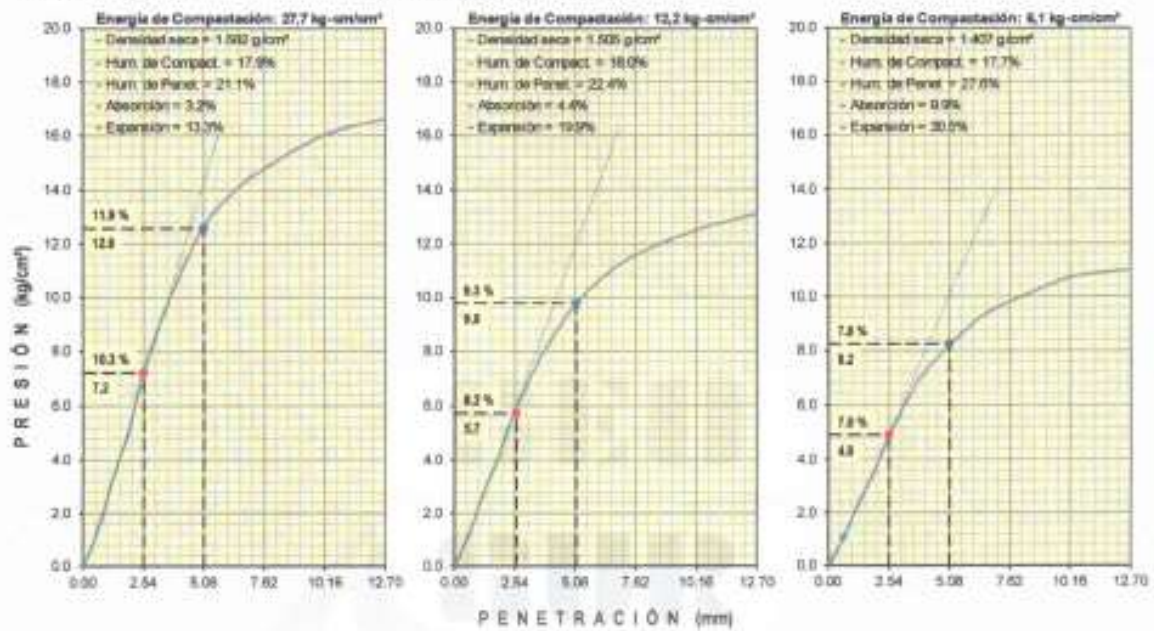
REFERENCIAS

CALICATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 15.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS
 Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.582
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	10.3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.2
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	11.9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.4

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES:

MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

VºBº INGº



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYAQUCHO 2022
 UBICACION : ACDOS VINCHOS- AYAQUCHO

REGISTRO : 279/2022.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CENIZA: F 15.0%

MOLDE N°	3		8		11	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	8835.0	8942.0	8123.0	8269.0	8555.0	8554.0
PESO DEL MOLDE, g	4879.0	4879.0	4195.0	4195.0	5096.0	5096.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	3956.0	4063.0	3928.0	4074.0	3559.0	3558.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2121.0	2403.5	2212.0	2652.0	2125.0	2773.0
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.865	1.690	1.776	1.536	1.675	1.391
DENSIDAD SECA	1.582	1.398	1.505	1.255	1.407	1.090
TARA N°	16	25	19	10	3	4
TARA + SUELO HUMEDO	585.6	587.0	573.1	621.8	565.4	703.3
TARA + SUELO SECO	527.6	516.7	514.4	542.7	508.6	595.9
PESO DEL AGUA	57.9	68.3	58.7	79.1	56.8	107.4
PESO DE LA TARA	204.8	195.1	187.9	185.6	188.7	206.9
PESO DEL SUELO SECO	323.0	323.6	326.5	353.1	319.9	389.0
% DE HUMEDAD	17.93	21.10	17.98	22.40	17.76	27.60
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.9	21.1	18.0	22.4	17.7	27.6

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
			pulg	mm	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%		
28/09/2022	12:15 p. m.	0	0.000	0.00	SE	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
30/09/2022	12:15 p. m.	4	0.610	15.49	13.32	0.950	24.03	19.89	1.400	35.56	30.52			

ABSORCIÓN

MOLDE N°	3		8		11	
Peso suelo humedo, + plato + molde, g	11218.0		11186.0		11004.0	
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo humedo embebido, g	4063.0		4074.0		3858.0	
Peso suelo hum. sin embeber, g	3956.0		3928.0		3559.0	
Peso del agua absorbida, g	107.0		146.0		299.0	
Peso del suelo seco, g	3355.4		3328.0		3023.8	
Absorción de agua, %	3.2		4.4		9.9	

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		26.7	26.7	1.4	24.8	24.8	1.3	20.9	20.9	1.1
1.270	0.050		65.0	65.0	3.4	56.1	56.1	2.9	45.7	45.7	2.4
1.905	0.075		97.9	97.9	5.1	82.5	82.5	4.3	68.5	68.5	3.5
2.540	0.100	70.3	141.7	141.7	7.3	113.8	113.8	5.9	94.8	94.8	4.9
3.810	0.150		198.8	198.8	10.3	157.2	157.2	8.1	134.7	134.7	7.0
5.080	0.200	105.5	245.0	245.0	12.7	189.1	189.1	9.8	158.3	158.3	8.2
6.350	0.250		270.2	270.2	14.0	210.4	210.4	10.9	178.5	178.5	9.2
7.620	0.300		286.5	286.5	14.8	224.4	224.4	11.6	190.1	190.1	9.8
10.160	0.400		310.5	310.5	16.0	242.3	242.3	12.5	207.5	207.5	10.7
12.700	0.500		322.1	322.1	16.6	254.0	254.0	13.1	213.3	213.3	11.0

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL

JUAN DAVID PELAEZ QUIJPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.R. N° 263117



**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
 USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)**

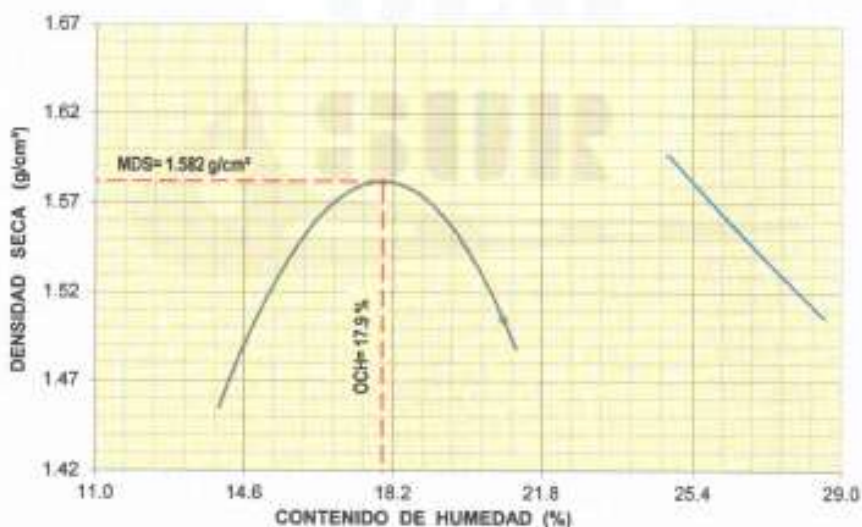
SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACIÓN : ADOCS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2792022.GEO09UR
 TÉCNICO : G.B.S.
 FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

CALCATA : C-03
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CENIZA: 15.0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5419.0	5530.0	5567.0	5517.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1619.0	1730.0	1767.0	1717.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.715	1.833	1.872	1.819				
06 - Tarro N°	51	45	47	44	41	40	39	35
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	710.5	710.3	699.1	698.0	707.3	705.5	701.9	693.5
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	646.0	645.0	626.5	625.9	626.4	623.9	616.3	606.4
09 - Peso del agua (g)	64.5	65.3	72.6	72.1	80.9	81.6	85.0	87.1
10 - Peso del tarro (g)	207.9	200.1	193.2	195.3	193.9	186.7	205.9	188.8
11 - Peso suelo seco (g)	438.1	444.9	433.3	430.6	432.5	437.2	410.4	416.6
12 - Contenido de Humedad (%)	14.71	14.68	16.75	16.75	18.71	18.67	20.86	20.90
13 - Promedio de Humedad (%)	14.7		16.7		18.7		20.9	
	1.495		1.571		1.577		1.505	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.582 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.9 %

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 283117



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TESES : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

UBICACION : ACOB VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 279/2022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

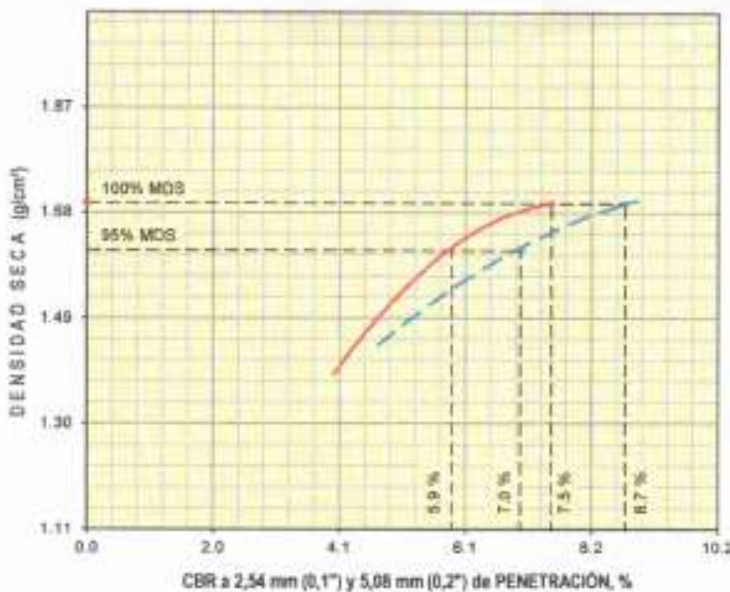
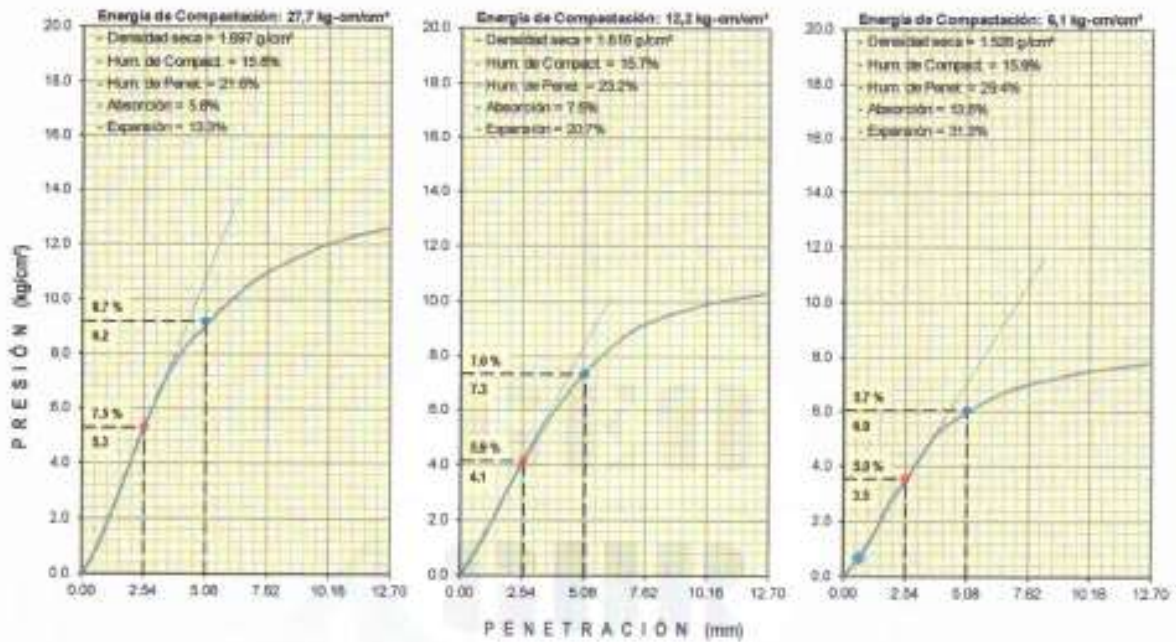
REFERENCIAS

CALICATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 5.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.697
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	7.5
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	5.9
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	8.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	7.0

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117
 VºBº INGº



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO : **270/2022.GEOSUR**

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

UBICACION : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REFERENCIAS

CALCATA : C-03


CENIZA: 5.0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

MOLDE N°	18		19		20						
CAPAS N°	5		5		5						
N° DE GOLPES POR CAPA	96		25		12						
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO					
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9197.0	9407.0	9109.0	9367.0	8814.0	9241.0					
PESO DEL MOLDE, g	5009.0	5009.0	5127.0	5127.0	5145.0	5145.0					
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4188.0	4398.0	3982.0	4240.0	3669.0	4096.0					
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2131.0	2413.6	2127.0	2587.2	2072.0	2720.6					
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.965	1.822	1.872	1.652	1.771	1.506					
DENSIDAD SECA	1.697	1.498	1.618	1.341	1.528	1.163					
TARA N°	52	38	29	27	17	19					
TARA + SUELO HUMEDO	569.6	576.9	591.4	644.0	580.6	602.4					
TARA + SUELO SECO	518.7	507.6	538.8	580.0	526.2	577.8					
PESO DEL AGUA	50.9	69.3	52.6	64.0	54.4	114.6					
PESO DE LA TARA	190.8	186.8	204.3	198.0	184.8	187.9					
PESO DEL SUELO SECO	321.9	320.8	334.5	362.0	341.4	389.9					
% DE HUMEDAD	15.81	21.60	15.72	23.20	15.93	29.40					
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.8	21.6	15.7	23.2	15.9	29.4					
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		
			pulg	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%
26/09/2022	12:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
30/09/2022	12:15 p. m.	4	0.610	15.49	13.26	0.950	24.13	20.69	1.400	35.56 31.30	
ABSORCIÓN											
MOLDE N°	18		19		20						
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11553.0		11352.0		11242.0						
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7145.0						
Peso suelo húmedo embebido, g	4398.0		4240.0		4096.0						
Peso suelo húm. sin embeber, g	4188.0		3982.0		3669.0						
Peso del agua absorbida, g	210.0		258.0		427.0						
Peso del suelo seco, g	3616.8		3441.7		3165.7						
Absorción de agua, %	5.8		7.5		13.5						
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		19.0	19.0	1.0	17.0	17.0	0.9	13.2	13.2	0.7
1.270	0.050		45.7	45.7	2.4	38.8	36.8	1.9	30.2	30.2	1.6
1.905	0.075		74.7	74.7	3.9	59.2	59.2	3.1	53.0	53.0	2.7
2.540	0.100	70.3	103.0	103.0	5.3	79.0	79.0	4.1	67.7	67.7	3.5
3.810	0.150		149.4	149.4	7.7	114.6	114.6	5.9	99.9	99.9	5.2
5.080	0.200	105.5	175.4	175.4	9.1	142.7	142.7	7.4	115.7	115.7	6.0
6.350	0.250		196.7	196.7	10.2	163.9	163.9	8.5	128.1	128.1	6.6
7.620	0.300		212.9	212.9	11.0	177.9	177.9	9.2	135.9	135.9	7.0
10.160	0.400		233.0	233.0	12.0	192.0	192.0	9.9	145.6	145.6	7.5
12.700	0.500		244.7	244.7	12.6	199.6	199.6	10.3	151.4	151.4	7.8

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.R. N° 088117



**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)**

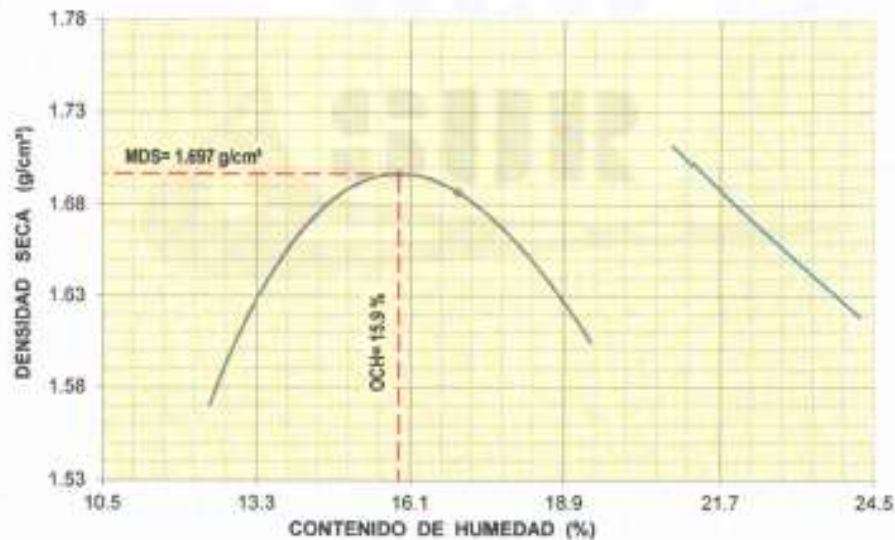
SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022
 UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2792622.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-sep.-2022

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50
 CENIZA: 5.0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5537.0	5635.0	5683.0	5628.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1737.0	1835.0	1883.0	1828.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.840	1.944	1.974	1.934				
06 - Tarro N°	22	37	34	39	40	41	48	51
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	689.8	701.2	703.2	699.7	694.5	704.0	712.1	710.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	631.2	643.1	636.5	635.2	620.8	630.0	630.8	630.2
09 - Peso del agua (g)	58.6	58.1	66.7	64.5	73.7	74.0	81.3	79.8
10 - Peso del tarro (g)	189.4	203.7	193.2	205.9	186.7	193.9	200.1	207.9
11 - Peso suelo seco (g)	441.8	438.4	443.3	429.3	434.1	436.1	430.7	422.3
12 - Contenido de Humedad (%)	13.26	13.23	15.04	15.03	16.99	16.96	18.87	18.89
13 - Promedio de Humedad (%)	13.2		15.0		17.0		18.9	
	1.625		1.690		1.667		1.627	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.697 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.9 %

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELÁEZ OJEDA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 209417



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO **279/2022.GEOSUR**

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA SUBRA SANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ A YAACUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

UBICACION : ACD S VINCHOS- AYACUCHO

FECHA : 10-sep.-2022

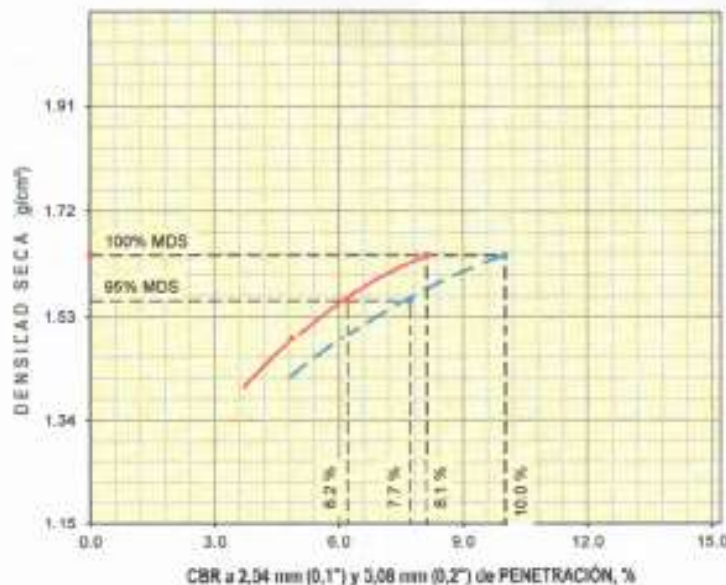
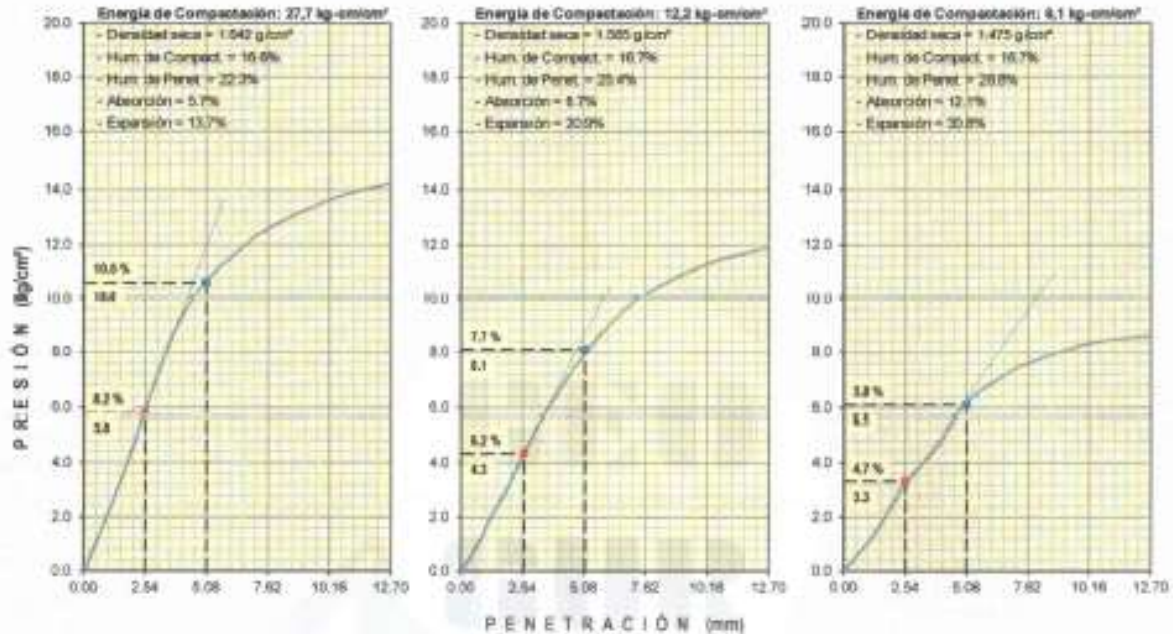
REFERENCIAS

CÁLCATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA: 16.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1,641
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16,7

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	8,1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8,2
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	10,0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	7,7

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CL
- Clasificación AASHTO	A-6(15)

OBSERVACIONES:
MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Góispé
JUAN DAVID PELAEZ GÓISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117
V.P. ING°



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

REGISTRO : 270/2022.GEOSUR

TEMA : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYAQUCHO 2022

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

UBICACION : ACOS VINCHOS- AYAQUCHO

REFERENCIAS

CALCATA : C-03

CENIZA: 10.0%

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

MOLDE N°	12		13		14						
CAPAS N°	5		5		5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12						
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO					
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9035.0	9228.0	8889.0	9175.0	8705.0	9077.0					
PESO DEL MOLDE, g	5095.0	5095.0	5045.0	5045.0	5115.0	5115.0					
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	3940.0	4133.0	3844.0	4127.0	3590.0	3962.0					
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2058.0	2340.6	2103.0	2543.1	2104.0	2752.9					
DEFINIDAD HUMEDA, g/cm³	1.914	1.765	1.826	1.623	1.706	1.439					
DENSIDAD SECA	1.642	1.444	1.585	1.294	1.475	1.117					
TARA N°	19	7	13	27	40	50					
TARA + SUELO HUMEDO	584.9	672.7	592.8	635.6	516.4	660.0					
TARA + SUELO SECO	528.4	504.4	537.1	547.1	469.9	561.7					
PESO DEL AGUA	56.5	88.3	55.7	88.7	46.5	104.3					
PESO DE LA TARA	187.9	188.4	203.1	198.0	191.9	199.7					
PESO DEL SUELO SECO	340.5	396.0	334.0	349.1	278.0	362.0					
% DE HUMEDAD	16.59	22.30	16.68	25.40	16.73	28.80					
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.6	22.3	16.7	25.4	16.7	28.8					
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
30/09/2022	01:15 p. m.	4	0.610	15.49	13.73	0.950	24.13	20.93	1.400	35.56	30.84
ABSORCIÓN											
MOLDE N°	12		13		14						
Peso suelo húmedo + plato + molde, g	11268.0		11239.0		11108.0						
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0						
Peso suelo húmedo embobido, g	4133.0		4127.0		3962.0						
Peso suelo hum. sin embobido, g	3940.0		3841.0		3590.0						
Peso del agua absorbida, g	193.0		286.0		372.0						
Peso del suelo seco, g	3379.1		3291.3		3076.3						
Absorción de agua, %	5.7		8.7		12.1						
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		26.7	26.7	1.4	17.0	17.0	0.9	13.2	13.2	0.7
1.270	0.050		53.4	53.4	2.8	40.6	40.6	2.1	26.3	26.3	1.4
1.905	0.075		82.5	82.5	4.3	59.2	59.2	3.1	45.3	45.3	2.3
2.540	0.100	70.3	114.6	114.6	5.9	82.8	82.8	4.3	63.9	63.9	3.3
3.810	0.150		172.7	172.7	8.9	122.3	122.3	6.3	88.3	88.3	4.6
5.080	0.200	105.5	206.3	206.3	10.7	154.3	154.3	8.0	119.6	119.6	6.2
6.350	0.250		227.6	227.6	11.8	179.4	179.4	9.3	135.9	135.9	7.0
7.620	0.300		243.9	243.9	12.6	197.3	197.3	10.2	147.5	147.5	7.6
10.160	0.400		264.0	264.0	13.6	219.1	219.1	11.5	161.0	161.0	8.3
12.700	0.500		275.6	275.6	14.2	230.7	230.7	11.9	166.8	166.8	8.6

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELÁEZ QUINTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 289117



ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

SOLICITANTE : GABRIEL HUARCAYA SOTO

TEGSI : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022

UBICACIÓN : ACOS VINCHOS- AYACUCHO

REGISTRO : 2702022.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 10-sep-2022

REFERENCIAS

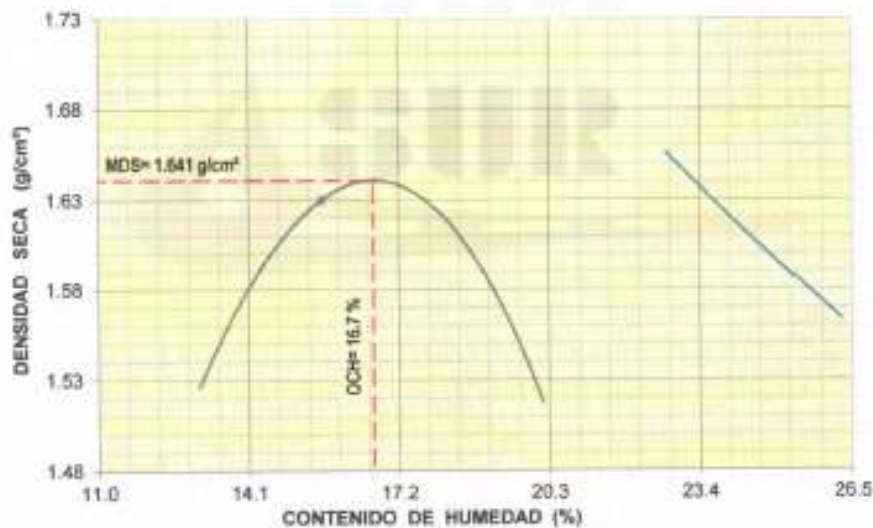
CALCATA : C-03

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA: 10.0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5545.0	5638.0	5683.0	5824.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1745.0	1838.0	1883.0	2024.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.849	1.947	1.974	1.932				
06 - Tarro N°	15	27	28	31	51	50	45	47
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	706.3	690.4	709.9	695.9	694.7	707.2	702.4	706.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	620.4	646.4	634.2	657.1	611.0	630.2	631.6	619.0
09 - Peso del agua (g)	85.9	44.0	75.7	38.8	83.7	77.0	70.8	87.3
10 - Peso del tarro (g)	197.6	198.0	197.3	200.1	207.9	199.7	200.1	193.2
11 - Peso suelo seco (g)	422.8	448.4	436.9	457.0	403.1	430.5	431.5	425.8
12 - Contenido de Humedad (%)	20.31	9.82	17.34	8.50	20.77	17.90	16.42	20.51
13 - Promedio de Humedad (%)	15.1		12.9		19.3		18.5	
	1.606		1.725		1.655		1.630	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.641 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.7 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ GÓMEZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117
V°B° ING°

ANEXO 3. Panel fotográfico



Visita y exploración de campo. Acos Vinchos – Ayacucho



Visita y exploración de campo. Acos Vinchos – Ayacucho

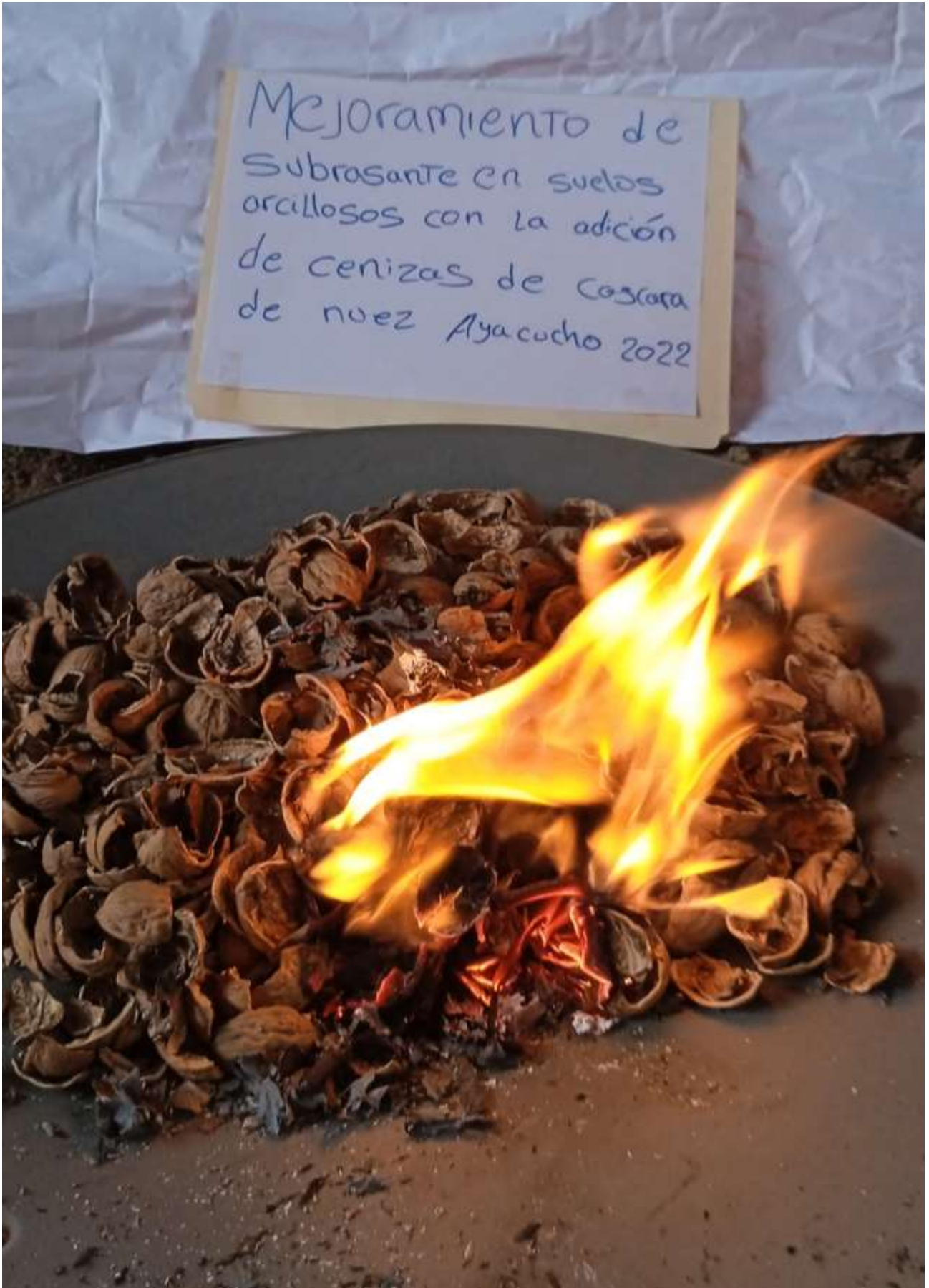
Mejoramiento de
Substrato en suelos
arcillosos con la adición
de cenizas de cáscara
de nuez Ayacucho 2022



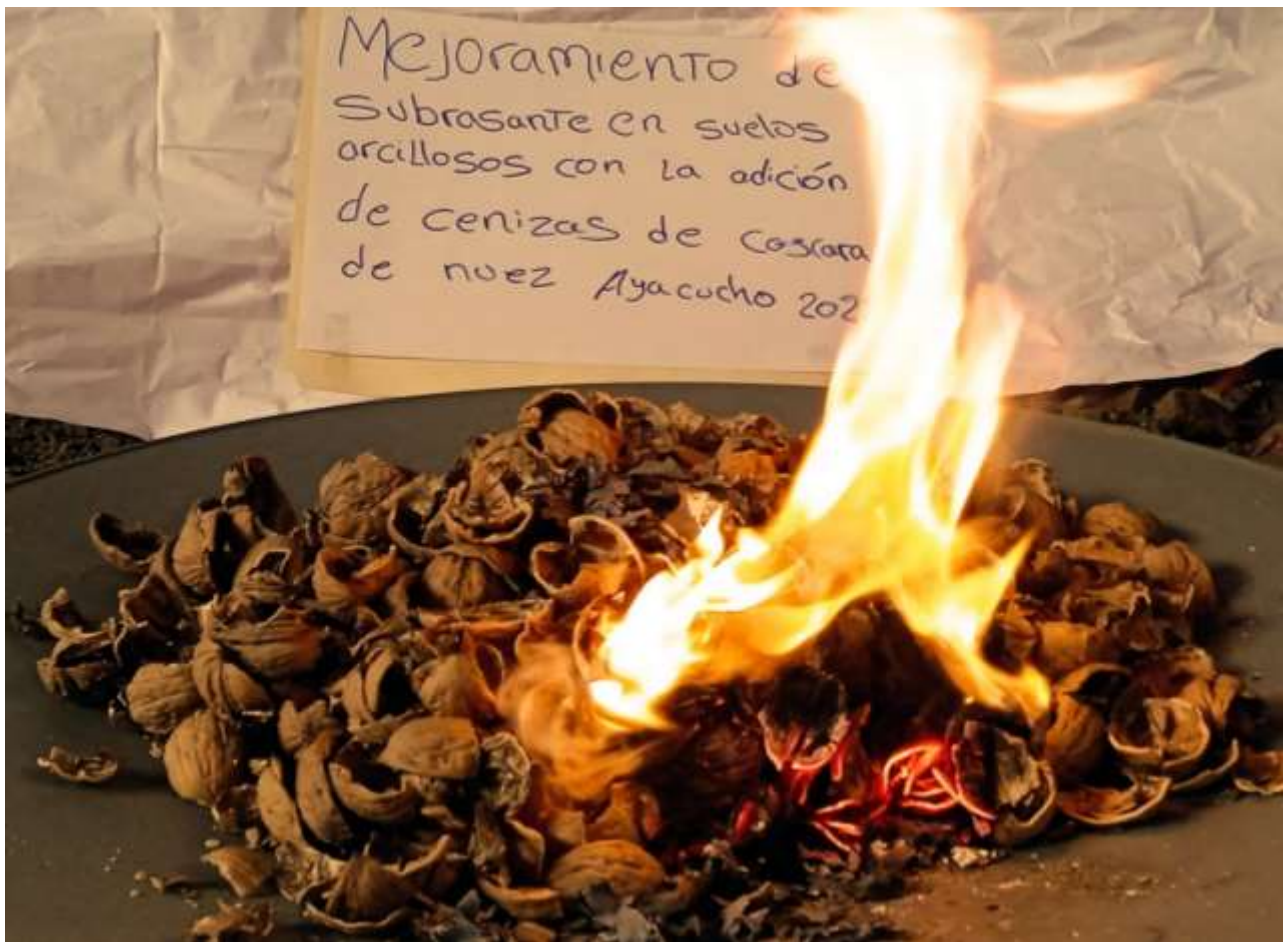
Cáscara de nuez.



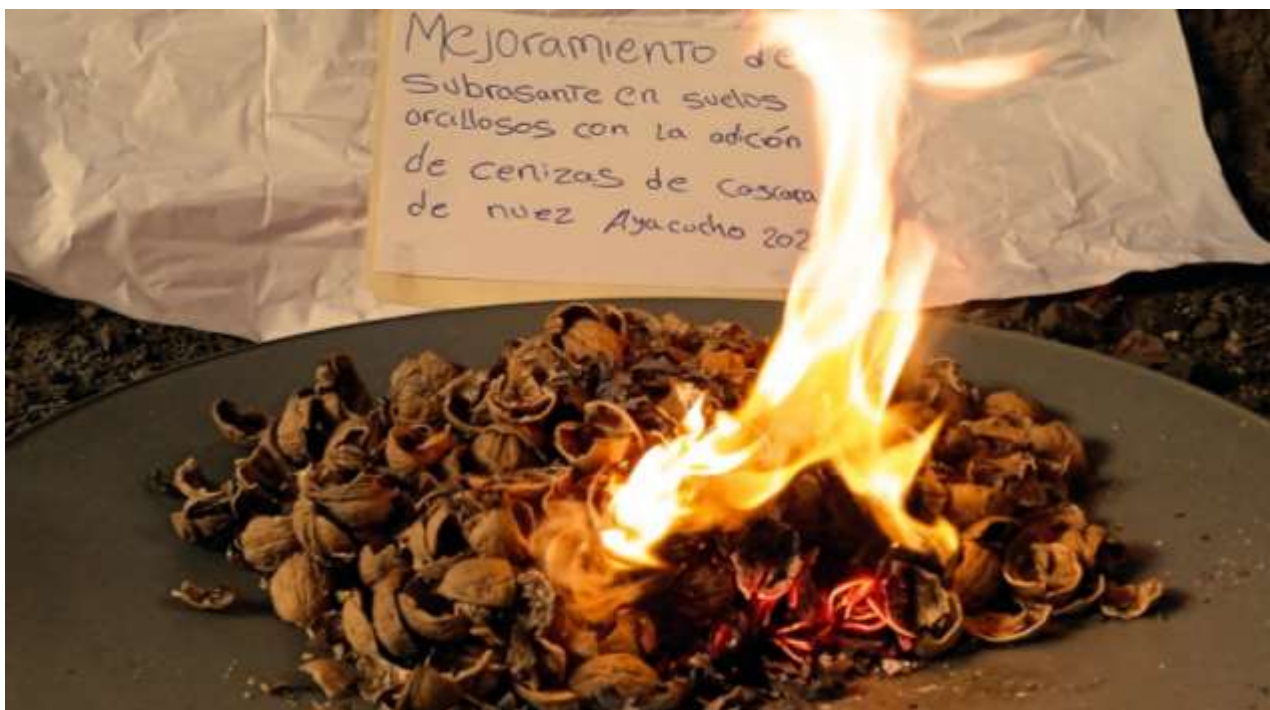
Cáscara de nuez.



Incineración de cáscara de nuez



Incineración de cáscara de nuez



Incineración de cáscara de nuez

Mejoramiento de
Substrato en suelos
arcillosos con la adición
de cenizas de cáscara
de nuez Ayacucho 2022



Ceniza de cáscara de nuez.

Mejoramiento de
Substrato en suelos
arcillosos con la adición
de cenizas de cáscara
de nuez Ayacucho 2022



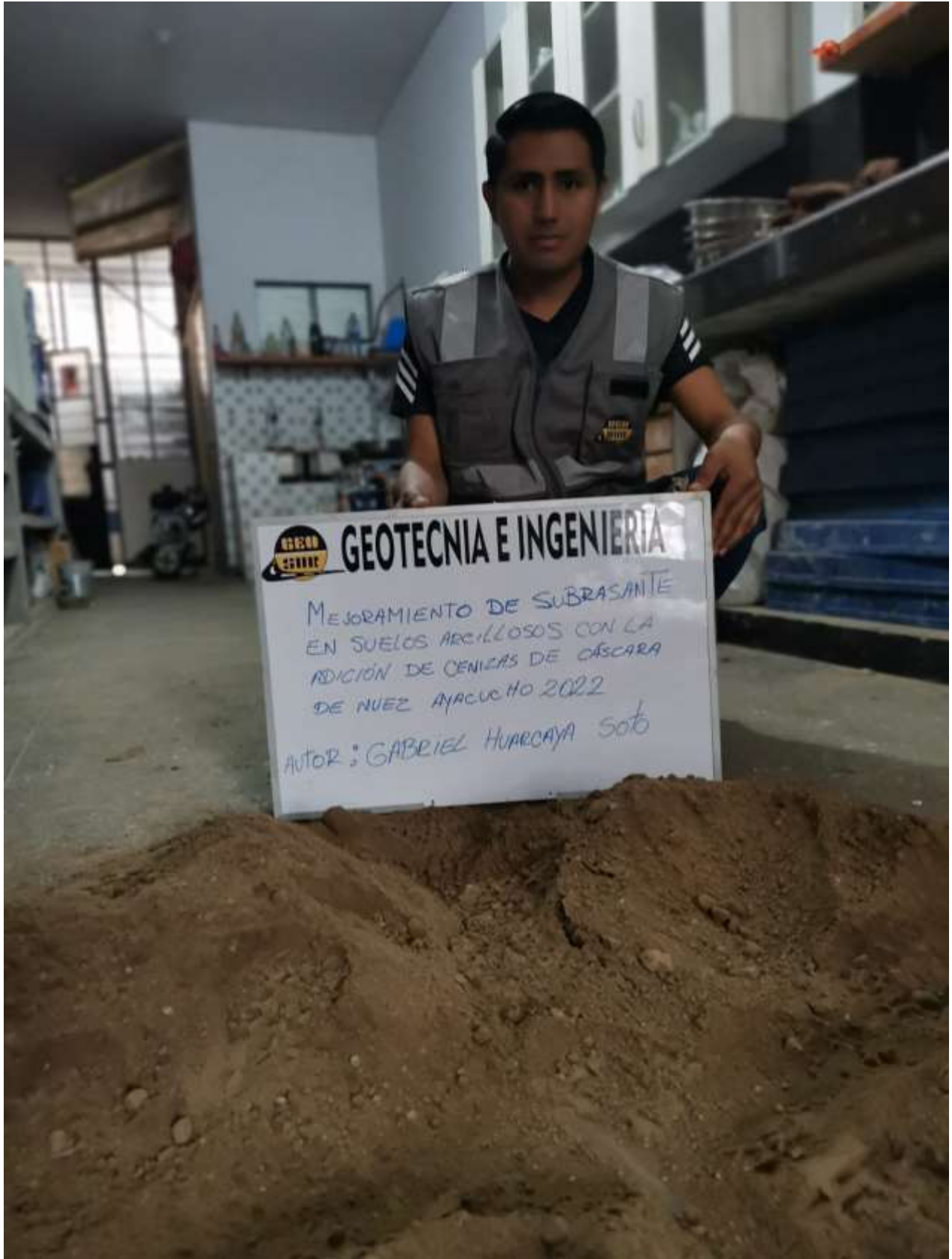
Ceniza de cáscara de nuez.



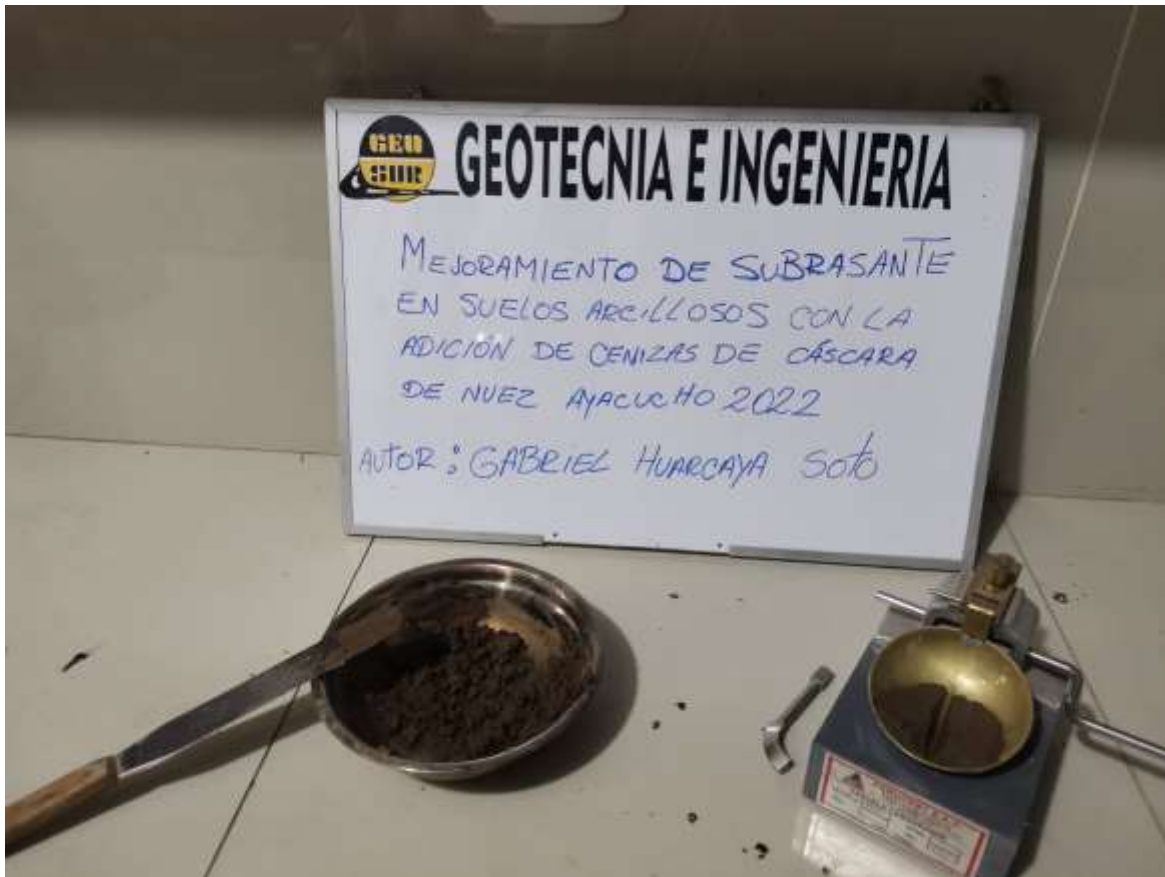
Lavando utensilio de laboratorio.



Serie de tamices para análisis granulométrico.



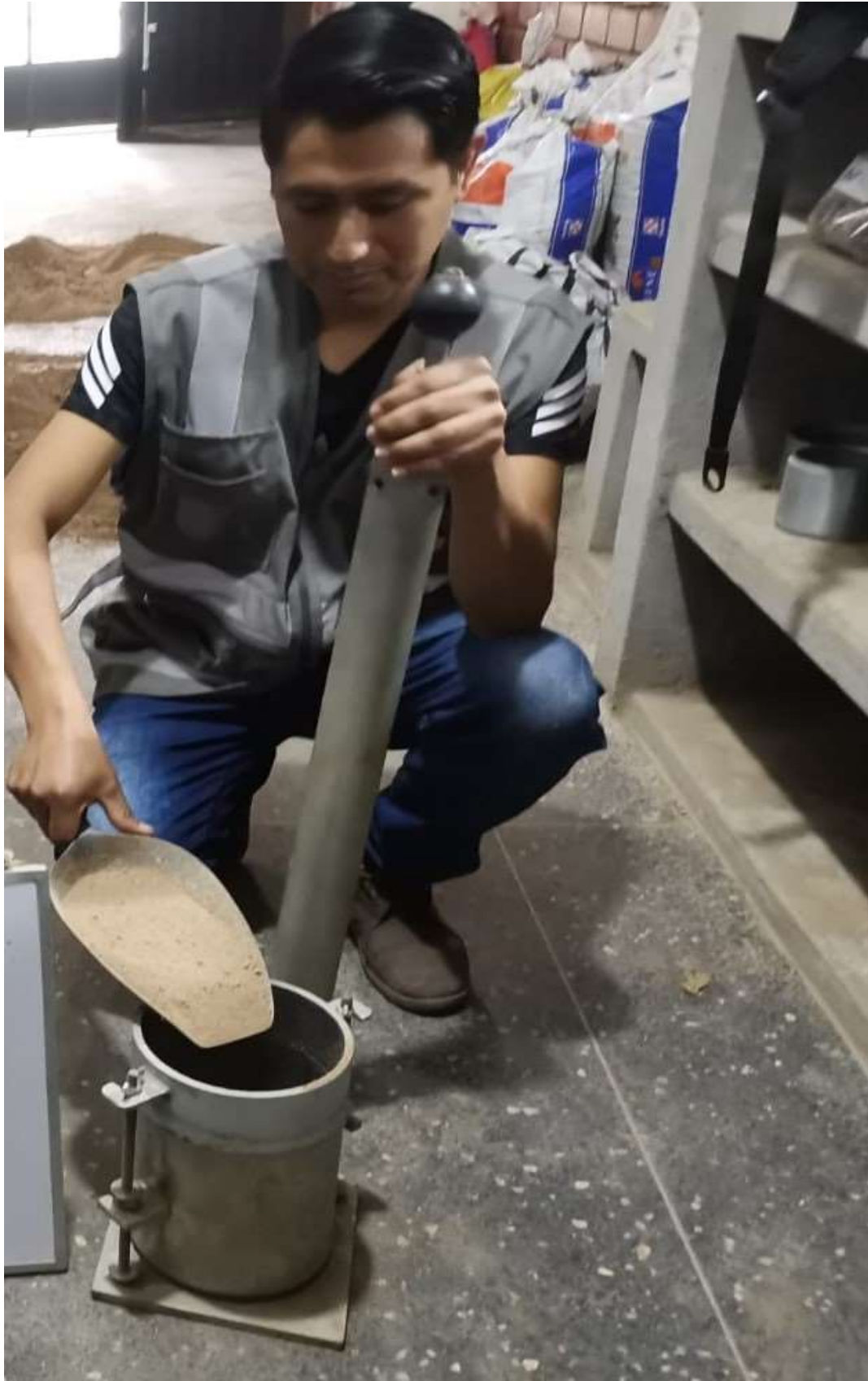
Cuartero de muestras.



Copa de Casagrande para ensayo de límites de consistencia.



Molde de compactación Proctor modificado.



Molde de compactación Proctor modificado.

**CONSTANCIA DE ENTREGA DE RESULTADOS FINALES DE
LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA TRABAJO DE
INVESTIGACION**

**EL JEFE DEL LABORATORIO GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERÍA S.A.C.
HACE CONSTAR**

Que el Sr. **HUARCAYA SOTO, GABRIEL**, identificado con **DNI N° 48018139**, código universitario **N° 6500088316**, estudiante de Ingeniería Civil De La Universidad César Vallejo sede Lima- Este, ejecutaron los ensayos de laboratorio para la investigación denominada, **MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEZ AYACUCHO 2022**, bajo la asesoría técnica de nuestros profesionales. Se realizó los ensayos de **GRANULOMETRÍA, LÍMITES DE CONSISTENCIA, PROCTOR MODIFICADO Y EL ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**. Adicionándole en 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de nuez. Se hace entrega de los resultados de cada ensayo ejecutado en el laboratorio el día 30/10/2022 y adicionalmente se otorgan los certificados de control y calibración de equipos.

Sin otro en particular se expide la presente para fines del interesado.

30, de Octubre de 2022.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID RELAZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de subrasante en suelos arcillosos con la adición de cenizas de cascara de nuez, Ayacucho – 2022", cuyo autor es HUARCAYA SOTO GABRIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 28 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO DNI: 08196873 ORCID: 0000-0003-1304-5008	Firmado electrónicamente por: LHDIAZH el 28-12- 2022 22:46:42

Código documento Trilce: TRI - 0504288