



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en capacidad
portante de subrasante en las calles de Tarapoto**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

García Arévalo, Segundo Agustín (orcid.org/0009-0004-4006-1956)

Tanchiva Cahuaza, Reynerio Er (orcid.org/0009-0000-3095-7522)

ASESOR:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO – PERÚ

2024

Declaratoria de Autenticidad del Asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN CAPACIDAD PORTANTE DE SUBRASANTE EN LAS CALLES DE TARAPOTO", cuyos autores son TANCHIVA CAHUAZA REYNERIO ER, GARCIA AREVALO SEGUNDO AGUSTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, 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.

TARAPOTO, 26 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 12-08- 2024 10:27:00

Código documento Trilce: TRI - 0836168

Declaratoria de Originalidad de los Autores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, TANCHIVA CAHUAZA REYNERIO ER, GARCIA AREVALO SEGUNDO AGUSTIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN CAPACIDAD PORTANTE DE SUBRASANTE EN LAS CALLES DE TARAPOTO", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
REYNERIO ER TANCHIVA CAHUAZA DNI: 73227997 ORCID: 0009-0000-3095-7522	Firmado electrónicamente por: RETANCHIVACA el 26-07-2024 16:09:39
SEGUNDO AGUSTIN GARCIA AREVALO DNI: 46175735 ORCID: 0009-0004-4006-1956	Firmado electrónicamente por: SEGARCIAAR el 26-07-2024 19:09:11

Código documento Trilce: TRI - 0836169

Dedicatoria

Este proyecto de investigación dedico a mi señora madre María Cristina Vásquez Cueva, por haberme dado la oportunidad de estudiar y creer en mi persona, depositando su entera confianza, pese a que el camino no fue fácil siempre estuvo conmigo brindándome su apoyo incondicional, a mis hijos por ser un empuje principal para luchar día a día y ser mejor en cada aspecto de mi vida.

Segundo Agustín García Arévalo.

Este proyecto de investigación dedicó a mi madre, por haberme dado la oportunidad de estudiar y creer en mí depositando su entera confianza, a mi mujer por su apoyo incondicional en este proceso que me ayuda a ser mejor cada día.

Reynerio Er Tanchiva Cahuaza.

Agradecimiento

Para empezar, agradezco a Dios por haberme dado la vida, por permitirme tener una familia y por sobre todo permitirme gozar de buena salud. A mi señora esposa Jessica Cayas Valles por ser un apoyo incondicional en esta etapa de mi formación como profesional, así mismo, a mis hijos por su amor sincero y por ser mi motivación para luchar y seguir adelante.

Segundo Agustín García Arévalo.

A Dios por haberme dado la vida y guiado en todo el proceso de mi vida estudiantil; a todos los que estuvieron conmigo en mi vida universitaria en los momentos bueno y malos; a mi madre Lady Cahuaza Rinabi.

Reynerio Er Tanchiva Cahuaza.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	ii
Declaratoria de Originalidad de los Autores.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA	16
III. RESULTADOS	21
IV. DISCUSIÓN	32
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	49

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química de la ceniza de caña de azúcar	12
Tabla 2: Propiedades físicas del suelo - Ensayo granulométrico.....	21
Tabla 3: Resultados del límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad Limite atterberg	21
Tabla 4: Clasificación de suelos de las muestras extraídas	22
Tabla 5: Contenido de humedad del suelo	23
Tabla 6: Máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso	24
Tabla 7: Muestras del suelo natural - CBR	25
Tabla 8: Resultados del ensayo proctor modificado suelo – adición de CBCA.....	26
Tabla 9: Resultado del ensayo de límite de atterberg con adición de CBCA	26
Tabla 10: Resultados del ensayo CBR suelo – adición de CBCA	26
Tabla 11. Influencia de la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la capacidad portante de subrasante	27
Tabla 12 Cuadro de Análisis de la Varianza del índice de plasticidad	28
Tabla 13 Cuadro de tratamientos y significancia	28
Tabla 14 Cuadro de Análisis de la Varianza del índice de M.D.S	28
Tabla 15 Cuadro de tratamientos y significancia	29
Tabla 16 Cuadro de Análisis de la Varianza del índice de O.C.H.....	29
Tabla 17 Cuadro de tratamientos y significancia	29
Tabla 18 Cuadro de Análisis de la Varianza del índice de CBR 95%	30
Tabla 19 Cuadro de tratamientos y significancia	30
Tabla 20 Cuadro de Análisis de la Varianza del índice de CBR 100%	30
Tabla 21 Cuadro de tratamientos y significancia	31

Índice de figuras

Figura 1: Ecuación de CBR	13
Figura 2: Procedimiento de las variables de investigación	16

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar la influencia de la adición de CBCA en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023. Trabajo con metodología aplicada a nivel experimental con un método cuantitativo, la muestra fue designado el Jr. Ricardo Palma, cdas. 9, 10, 11 y 12. Los resultados indican que el suelo es arcilloso de poca plasticidad, I.P de 16.70% y agregando 5%,10% y 20% de CBCA mejoró a 12.26%, 13.98% y 10,50% del P.I. respectivamente. La densidad seca máxima y contenido de humedad óptimo del suelo arcilloso con la adición de 5% de CBCA alcanzó un valor de 1.661gr/cm³ con un contenido de humedad óptimo de 9%. El suelo arcilloso logra su estabilización con 20% de CBCA. Se alcanzó un CBR con un 5% un CBR de 11.85%, con 10% de 10.77% y con 20% se logró un CBR de 15.77%. Se concluyo que la adición de CBCA influye significativamente en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023. Donde los tratamientos de I.P, M.D.S, O.C.H, CBR encuentran sin p-valor<0.0001.

Palabras clave: Ceniza de caña de azúcar, CBR, proctor modificado, capacidad portante, contenido de humedad.

Abstract

The objective of the study was to determine the influence of CBCA addition on the bearing capacity of the subgrade in the streets of Tarapoto 2023. The work employed an experimental methodology with a quantitative method; the sample site was designated as Jr. Ricardo Palma, blocks 9, 10, 11, and 12. The results indicate that the soil is clayey with low plasticity, with an initial Plasticity Index (I.P) of 16.70%, which improved to 12.26%, 13.98%, and 10.50% I.P when 5%, 10%, and 20% CBCA were added, respectively. The maximum dry density and optimal moisture content of the clayey soil with the addition of 5% CBCA reached a value of 1.661gr/cm³ with an optimal moisture content of 9%. The clayey soil achieves stabilization with 20% CBCA. A CBR of 11.85% was achieved with 5%, 10.77% with 10%, and 15.77% with 20% CBCA. It was concluded that the addition of CBCA significantly influences the bearing capacity of the subgrade in the streets of Tarapoto 2023, where treatments of I.P, M.D.S, O.C.H, and CBR find a p-value <0.0001.

Keywords: Sugar cane ash, CBR, modified proctor, bearing capacity, moisture content.

I. INTRODUCCIÓN

Abarcando la problemática a **nivel internacional**, en Ecuador se ejecutó diversos estudios que empelan el bagazo de azúcar en forma de ceniza como aditivo para que mejorar la subrasante, dado que las vías desempeñan un rol elemental para el desarrollo de cada país, porque es prácticamente el medio que permite el movimiento de la economía, por lo que se manifiesta que los problemas en las infraestructuras viales, se convierten en el principal inconveniente que se interpone para la economía de un estado. Según estadísticas el suelo predominante es el arcilloso que abarca un aproximado del 25.7% de su territorio, cabe señalar que hay un sinnúmero de problemas que se presenta en la infraestructura, entre asentamientos y baches en distintas partes de las vías provocadas principalmente por el nivel bajo de capacidad portante del suelo (Gallo, 2022, p.13).

A **nivel nacional**, en Lima se ha realizado una investigación a cerca de la utilización de la caña de azúcar, es decir el restante excedente que es el bagazo en ceniza para una mejora de las condiciones de la subrasante de la superficie arcilloso, todo con la finalidad de evaluar las influencias que produce en el pavimento. Se mencionó en el manual de carreteras la existencia de 8 estabilizadores, dependientes de las cualidades físico mecánicas del suelo respecto a su utilización. Últimamente se viene observando la diversidad de problemas que presentan los suelos arcillosos por su misma composición, como su alta plasticidad, limitada capacidad de soporte, inestabilidad, entre otros (Salas, 2022, p.57).

Por tanto, a **nivel local**, en distrito de Juan Guerra se desarrolló un análisis sobre la incorporación del residuo resultante que CBCA cercenado para aumentar la capacidad portante de los suelos. El estudio nace a raíz de la necesidad de mejorar los problemas que se vienen suscitando como las calles en mal estado, pésimas condiciones para la transitabilidad, hundimientos, etc. Es así que se plantea este material por ser un material compuesto por silicatos, óxidos, y aluminios que contribuyen a la acción puzolánica del suelo (Cheros, Garcia 2021,p.14). Para llevar a cabo se ha determinado el lugar de estudio por lo que se realizó la visita correspondiente al Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12 de la localidad de Tarapoto, se observó que la zona de estudio muestra arcilla en el suelo, en el que se señala conflictos como los asentamientos, baches, hundimientos, pésima transitabilidad tanto de personas como de vehículos automotores, quejas por parte de los

conductores y accidentes de tránsito. Se ha evaluado las posibles causas de estos problemas del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12 de la ciudad de Tarapoto y son: presencia de arcilla en el suelo, compactación muy baja, inapropiado diseño, falta de mantenimiento, aumento de la transitabilidad, y el clima variante. El estudio se enfoca en desarrollar las propiedades del suelo, a través del adicionamiento CBCA al terreno de la sub - rasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12 del barrio Huayco de la ciudad de Tarapoto.

Con la problemática identificada se formula el **problema general**: ¿Cuál es la influencia de la adición de la CBCA en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023?

Posteriormente se dio pasó a la elaboración de la **justificación teórica**: El estudio plantea la inclusión de un material desechable como es el bagazo de la caña en un estado cercenado como aditivo, debido a que la superficie predominante encontrado en el área de estudio esta principalmente conformado por arcilla, es importante mencionar que se tendrá como sustenta las normas peruanas. Como **justificación práctica**: El estudio es propuesto con el fin de brindar mejoras a la subrasante mediante un aditivo en este caso se optó por la ceniza del material residual para dar una mayor estabilidad a este tipo de suelos mediante una serie de procesos a fin de mejorarlo, sometiéndolo la combinación tanto entre el suelo natural y un componente diferente con la finalidad de ayudar a que sus propiedades mejoren. La **justificación metodológica**: Para el desarrollo del trabajo investigativo es de vital importancia emplear los estudios de laboratorio para identificar composición del suelo y verificar el cumplimiento con los estándares que se establecen en las normativas, caso contrario de acudir a los diversos métodos de mejoras que se enfoquen en su características y resistencias. Por último, la **justificación social**: Se pretende la adición del material mencionado para enriquecer el intelecto de la mecánica de suelos y de ese modo decidir las propiedades mecánicas del residuo industrial de la CBCA como elemento de estabilización para enriquecer las características físico – mecánicas, además se de utilidad a un componente que es contaminante en el medio ambiente, con el fin de ser empleado en la subrasante de los suelos de arcilla de nuestra región.

Por consiguiente, se elaboró el **objetivo general**: Determinar la influencia de la adición de la CBCA en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023. Así mismo, los **objetivos específicos**: Identificar el tipo de suelo extraído en la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023. Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso adicionando CBCA para la mejora de la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023. Establecer la capacidad de carga y resistencia del suelo arcilloso al adicionar CBCA para mejorar la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023.

Brindando soporte a nuestro estudio investigativo, los **antecedentes internacionales**, Farfán y Pastor (2019) en su artículo "*Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto*". Se investigó específicamente en mezclas diseñadas para alcanzar una resistencia de 210 kg/cm², mediante la sustitución parcial del cemento por CBCA en dosificaciones del 20% y 40%. Este estudio se caracterizó por su enfoque experimental, aplicando un diseño de posprueba con grupo control. Se emplearon 24 muestras cilíndricas de concreto de dimensiones 150x300 mm, divididas en un grupo control y dos grupos experimentales evaluados a los 7 y 28 días de curado, con cuatro pruebas por intervalo. La CBCA se incorporó en proporciones del 20% y 40% en reemplazo del cemento. Los resultados indicaron que las mezclas con 20% y 40% de CBCA alcanzaron resistencias a la compresión inferiores a la resistencia deseada, con una reducción del 43.93% a los 7 días y del 22.62% a los 28 días de curado. Significativamente, las diferencias en resistencia a la compresión se hicieron únicamente después de 28 días de curado. La sustitución del cemento por CBCA en proporciones de 20% y 40% afectó adversamente la resistencia a la compresión del concreto. Por tanto, las dosificaciones del 20% y 40% de CBCA no representan una alternativa viable para la sustitución parcial del cemento, sugiriendo la necesidad de explorar otras proporciones o combinaciones de materiales que puedan compensar la disminución en la resistencia a la compresión y contribuir a la sostenibilidad en la industria de la construcción.

Así también, Arbeláez, Delgado, Castañeda (2023), con su artículo "*Efecto de la incorporación de ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas*". Los agregados finos y gruesos fueron caracterizados por análisis granulométrico acorde

a la metodología ASTM D-422, utilizando una tamizadora eléctrica Tyler Rx-29 (Tyler, EE. UU.). La adición de ceniza de bagazo al concreto conduce a una disminución en el nivel de asentamiento. Este efecto se asocia con la forma alargada e irregular de las partículas de ceniza y su elevada actividad puzolánica, lo cual incrementa la demanda de agua necesaria para la mezcla, en contraste con las mezclas de concreto convencionales. Respecto a la densidad del concreto en su estado endurecido, los estudios no demuestran variaciones significativas en comparación con el concreto estándar, atribuible a la similitud en las densidades de los materiales cementantes alternativos empleados. La resistencia a la compresión del concreto mejora significativamente con la inclusión de ceniza de bagazo, especialmente en mezclas con una proporción de 3:1 de ceniza respecto a los desechos de vidrio, alcanzando la mayor resistencia a la compresión gracias al efecto sinérgico entre ambos materiales. La formulación con un 3:1 de ceniza logra una reducción del 14.9% en las emisiones de CO₂ por metro cúbico de concreto fabricado en comparación con el concreto tradicional, representando una estrategia efectiva para minimizar el impacto ambiental asociado con la producción de concreto.

Continuando, Zea et al., (2022), en su artículo “Desempeño de la adición de ceniza de bagazo de caña como filler para producir concretos autocompactantes”. Se investigó la efectividad de utilizar CBCA como componente adicional en la formulación de concretos autocompactantes (CAC), variando su inclusión desde 0% hasta 25% en relación al peso total del cemento. Para caracterizar adecuadamente la ceniza, se aplicaron técnicas como espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR), fluorescencia de rayos X (FRX) y difracción de rayos X (DRX). La evaluación de la trabajabilidad del CAC se basó en una serie de pruebas, incluyendo mediciones de flujo de asentamiento, pruebas de anillo J, prueba de caja en L, prueba de embudo V, así como el análisis del Índice de Estabilidad Visual y la resistencia a la compresión. Este estudio demuestra la viabilidad de desarrollar un CAC utilizando recursos locales y aprovechando residuos agroindustriales como la CBC, identificando las dosis de 10%, 15% y 20% como las más adecuadas, las cuales satisfacen ampliamente los requisitos de trabajabilidad de un CAC, incluyendo la capacidad de relleno, fluidez y resistencia a la segregación. Estas proporciones fueron evaluadas mediante diversas pruebas como el flujo de asentamiento, tiempo de flujo a 50 cm (T50cm), prueba de anillo J, prueba de caja en L, prueba de embudo V y el análisis de estabilidad visual

a los 5 minutos. La proporción con un 20% de CBC mostró el mejor rendimiento general. En cuanto a la resistencia a la compresión, la incorporación de CBC como componente adicional en proporciones de 10%, 15% y 20% mostró un incremento significativo en la resistencia comparada con la mezcla de control. La utilización de CBC no solo optimiza el uso de cemento y permite ajustar la proporción de la mezcla para lograr relaciones agua/cemento más bajas, sino que también contribuye a reducir el impacto ambiental mediante la reutilización de un subproducto agroindustrial. Así, mejora no solo la sostenibilidad del material, sino también las propiedades de consistencia, trabajabilidad y fortaleza del concreto producido.

Continuando, en su artículo Gupta et al., (2021), "*Examen de la microestructura de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y del mortero de cemento mezclado con CBCA*". Tuvo como objetivo investigar las características microestructurales de la (CBCA) y la viabilidad de sustitución del cemento por CBCA (0-25% en intervalos de 5%). Se observó que la muestra con contenido de agua constante da una mezcla seca cuando se reemplaza el cemento por encima del 10 % de CBCA. Debido a la mezcla seca, el proceso de hidratación no pudo completarse y la fuerza comienza a disminuir al aumentar el porcentaje de CBCA. Cuando se prepararon las muestras para verificar la consistencia del cemento con diferentes cantidades de CBCA, se encontró que la consistencia aumentaba continuamente con el aumento del porcentaje de CBCA. Se observó que la resistencia a la compresión fue aumentando hasta un 10% del CBCA y más allá de este porcentaje también tuvo mejores resultados que las muestras correspondientes con consistencia constante. La variación en el contenido de sílice se observó a una temperatura de 400 °C, 500 °C, 600 °C, 700 °C y 800 °C utilizando la técnica de análisis XRF. Los picos en el patrón XRD del SCBA mostraron cuarcita, minerales de coesita que poseen una naturaleza cristalina que indica el contenido de sílice. Se realizó un análisis termogravimétrico (TGA) de SCBA para investigar el porcentaje de pérdida de peso, y la transformación de fase DSC entre 600 y 1000 °C. También se realizaron análisis FESEM y EDS para estudiar las microestructuras en mortero de cemento mezclado CBCA curado hasta 3, 7 y 28 días.

Como **antecedentes nacionales**, se muestra a los autores, Millones, Perez, Villanueva (2023), con su artículo titulado "*La ceniza de bagazo de caña de azúcar como aditivo estabilizador en suelos arcillosos con fines de pavimentación*". El

objetivo de este artículo de revisión es evaluar de manera sistemática el papel de la CBCA como un aditivo puzolánico en un enfoque novedoso y sostenible para la estabilización de suelos. Se concluye que la inclusión de ceniza de bagazo disminuye el índice de plasticidad y el porcentaje de expansión, mientras incrementa la densidad seca máxima del suelo. Es imprescindible llevar a cabo investigaciones adicionales para determinar la proporción ideal de ceniza de bagazo que debe ser empleada como estabilizador, así como para explorar su uso en combinación con otros materiales aditivos, tales como escoria de alto horno y residuos plásticos, entre otros. La ceniza de bagazo, siendo rica en sílice, tiene el potencial de mejorar la eficacia de los suelos arcillosos utilizados como bases para pavimentación y, al mismo tiempo, posee un potencial aún por explorar para incrementar la durabilidad y la aceptabilidad de bloques de suelo estabilizado/sinterizado para aplicaciones comerciales. Se observó una mejora significativa en los valores de CBR con un aumento en las proporciones de CBCA de 0 a 25%, alcanzando hasta un 83%. En general, la mezcla de CBCA utilizada para estabilizar suelos expansivos podría cumplir con la mayoría de las especificaciones requeridas para materiales de subrasante o incluso subbase en la construcción de carreteras, basándose en los criterios de CBR.

Continuando, con Neira, Rojas (2023), en su artículo *“Bloques de concreto con adición de ceniza de caña de azúcar y concreto reciclado en Lambayeque, Perú”*. El propósito del estudio consistió en analizar el comportamiento y las características en términos de resistencia a la compresión, flexibilidad y tensión de bloques de concreto tanto en su forma tradicional como aquellos enriquecidos con ceniza de caña de azúcar combinada con residuos de construcción y demolición (RCD); se experimentó con variaciones de esta adición en pesos correspondientes a 0%, 5%, 10% y 15%. Adoptando un enfoque experimental, se fabricaron 180 unidades de bloques de concreto, empleando para ello moldes y equipamiento especializado de laboratorio de suelos. Los hallazgos revelaron que, a los 28 días, la resistencia a la compresión se registró en 51.08, 42.58, 53.79 y 46.23 Kg/cm² para cada proporción mencionada, respectivamente; en cuanto a la resistencia a la flexión, se observaron valores de 5.80, 4.44, 6.19 y 5.22 kg/cm², respectivamente, y para la resistencia a la tensión, se obtuvieron mediciones de 1.03, 0.91, 1.09 y 0.96 kg/cm², correspondientes a cada porcentaje de adición. Se determinó que la incorporación de ceniza y escombros de construcción ejerce una influencia positiva, especialmente al 10%. En conclusión, la

inclusión de un 10% de esta mezcla de ceniza y RCD mejora las propiedades del bloque estándar (0% de adición), alineándose además con los estándares de la normativa E.070 para mampostería, lo que permite su aplicación tanto en elementos estructurales como no estructurales.

Además, se tiene al autor, Salas (2022), en su proyecto de investigación titulada: *“Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Abancay Apurímac 2022”*, tuvo como principal objetivo diagnosticar los efectos que produce la incorporación de la CBCA en cuanto a la mejora de la subrasante, el presente proyecto de indagación contiene un diseño cuasi experimental aplicada, ya que se emplea estudios anteriores para tratar de mejorar las cualidades de la subrasante, en este análisis se empleó la adición de 5%, 10% y 15% de CBCA, para luego ser enyesados en laboratorio tomando en cuenta los criterios de CBR, los datos señalados en dicha averiguación nos muestra que con la implementación del aditivo mejora la humedad del modelo natural, así mismo la adición del 15% aplica directamente a la plasticidad, llegando finalmente que el aditivo interviene como un agente importante que logra mejorar las características físico mecánicas de terreno arcillosos al aumentar el CBR, 4 veces mayor a su dureza mecánica normal. Este estudio resalta la importancia de utilizar recursos sostenibles en la construcción. La CBCA, como subproducto de la industria azucarera, es una opción ambiental que se desarrolla reduciendo la huella climatológica. Además de los beneficios ambientales, el uso de CBCA podría ofrecer una opción económica para mejorar la infraestructura vial, particularmente en regiones con acceso limitado a materiales de construcción convencionales o donde la producción e CBCA es prominente. Es pertinente seguir con las investigaciones del uso de CBCA con respecto a las carreteras, especialmente en diferentes climas y condiciones de tráfico. Sería valioso expandir la investigación para incluir diversos tipos de suelo, ya que la efectividad de la CBCA puede variar según las características específicas del suelo en diferentes ubicaciones. el estudio de Salas (2022) representa un importante avance en la indagación de soluciones eficientes en el campo de cimentación de carreteras.

Siguiendo con, Huaraca (2022), en su tesis *“Evaluación de la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto elaborado con CBCA como sustituto parcial del cemento en Abancay, 2019”*. Se prepararon muestras con sustituciones de

cemento por CBCA en proporciones del 10%, 15% y 20%. Estas muestras se sometieron a pruebas de resistencia a diferentes intervalos de tiempo: 7, 14, 21 y 28 días, con el fin de comparar su rendimiento con el de muestras de concreto tradicional. Los resultados de la investigación revelaron que la integración de aditivos derivados de fuentes naturales mejora considerablemente las propiedades mecánicas del concreto, demostrando una mayor resistencia en comparación con las mezclas tradicionales. Se observó específicamente que la inclusión de aditivos como el mucílago de nopal, Aloe Vera, fibras de coco y CBCA beneficia de manera significativa tanto la resistencia a la compresión del concreto en su estado endurecido como su trabajabilidad en estado fresco frente a las muestras de control sin adiciones. Este estudio destaca el valor de incorporar materiales naturales y subproductos agroindustriales como aditivos en el concreto, no solo para potenciar sus características técnicas sino también para promover prácticas de construcción más sostenibles. La utilización de estos aditivos naturales se presenta como una solución innovadora para optimizar las prestaciones del concreto mientras se minimiza el impacto ambiental derivado del uso extensivo de cemento convencional. En consecuencia, este enfoque abre caminos hacia el desarrollo de materiales de construcción más verdes, eficientes y sostenibles, alineándose con los objetivos globales de sustentabilidad y reducción de la huella ecológica en la industria de la construcción.

Por tanto, como **antecedentes locales**, se tiene a los autores, Balladares y Ramírez (2020) en su estudio denominado: *“Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020”* propone diseñar un concreto más resistente en la prueba a compresión con la inclusión de CBCA, así mismo llegar a un diseño óptimo de resistencia $f_c=210$ kg/cm². El presente proyecto contiene una metodología pre experimental, de tipo aplicada, la modelo empleada fue de 24 especímenes de concreto, de las cuales 8 serán ara cada diseño y día de curado. Para poder llegar a realizar el diseño se añadió el aditivo en porcentajes de 5%, 10% y 15% de bagazo con 7, 14 y 28 días de curado respectivamente, posteriormente a ello se ejecutará comparaciones entre un hormigón control, obteniendo resultados que con el 5% logro un aguante de 237.3 kg/cm², con 10% 226.3 kg/cm² y con 15% una fuerza de 220.2 kg/cm², finalmente llegando a la conclusión que este material se comporta adecuadamente con el

mazacote ya que con cualquiera de los porcentajes mencionado supera la resistencia respecto al concreto patrón 210kg/cm^2 , además se obtuvo la mejor variación siendo el 5% de colocación del aditivo. El estudio realizado por Balladares y Ramírez en 2020 marca un hito significativo en el campo de la ingeniería de materiales, demostrando cómo la CBCA puede ser utilizada para mejorar la resistencia a la compresión del concreto. La investigación, que adoptó un enfoque pre experimental y aplicado, incluyó el análisis de 24 especímenes de concreto con distintos porcentajes de CBCA y períodos de curado. Los resultados revelaron que la adición de un 5% de CBCA resultó en la mayor resistencia a la compresión, superando significativamente la resistencia del patrón concreto de 210 kg/cm^2 . Este estudio subraya la creciente necesidad de innovar en el campo de los materiales de construcción, enfocándose en soluciones sostenibles. La utilización de subproductos industriales como la CBCA no solo mejora las propiedades mecánicas del concreto, sino que también contribuye a la gestión eficiente de residuos y reduce la huella de carbono en la construcción. Los hallazgos de este estudio podrían informar el desarrollo de nuevas directrices y estándares para la incorporación de materiales sostenibles en el diseño de concreto, asegurando la calidad y la sostenibilidad en las prácticas de construcción.

También se tiene a los autores, Hidalgo y Saavedra (2020) en su estudio de investigación denominada: *“Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín”* tuvo como fin estudiar la adición de la ceniza de cascara de arroz y el bagazo de caña para un suelo compuesto de arcilla para su funcionamiento como subrasante en pavimentos, ya que estos aditivos son productos de los residuos de la caña y del arroz, ambos son de fácil adquisición, en dicho estudio se establecerán muestras, que tendrán medidas de aproximadamente de 1m^2 y la altura oscila entre 15 a 20cm, en base al diseño fue considerado experimental porque los resultados se probaran con pruebas ejecutadas en laboratorio, los porcentajes añadidos fueron de 5%, 7.5% y 10% del aditivo CBCA. La investigación resalta la importancia y el potencial de reutilizar residuos agrícolas en aplicaciones de ingeniería civil. El uso de estos materiales no solo reduce la cantidad de desechos, sino que también proporciona una alternativa sostenible a los aditivos convencionales. Utilizar residuos agrícolas como la CBCA es una solución potencialmente rentable, especialmente en regiones donde estos subproductos son

abundantes y de fácil acceso. Aunque los resultados preliminares son prometedores, es crucial realizar estudios a mayor escala y en una variedad más amplia de tipos de suelo. Esto ayudará a validar la eficacia de estos aditivos en diferentes condiciones y entornos. Se debe investigar el impacto a largo plazo de estos aditivos en el medio ambiente, especialmente en lo que respecta a la lixiviación de compuestos y su interacción con el agua subterránea y los ecosistemas circundantes. Basándose en los hallazgos de este estudio, es crucial desarrollar guías y normativas específicas que sirva para cimentación. Esto asegurará que su uso sea seguro, efectivo y en línea con las mejores prácticas de ingeniería. Sería beneficioso investigar cómo la combinación de ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar con otros materiales puede mejorar aún más las propiedades de los suelos arcillosos. el estudio de Hidalgo y Saavedra abre un camino prometedor para el uso de materiales sostenibles en la construcción y mejora de infraestructuras viales. Su enfoque en la reutilización de subproductos agrícolas no solo ofrece beneficios económicos y ambientales, sino que también fomenta la innovación en la ingeniería de suelos y pavimentos.

Una vez mostrados los antecedentes se procede a indagar sobre las teorías que conceptualizan las variables, y entre ellas tenemos:

Con respecto a la variable independiente, podemos definir que la **adición de CBCA**, es señalada como producto proveniente de un desecho. Es también utilizada como combustible a fin de colaborar con el calentamiento de las calderas que permiten la obtención del azúcar. Este material tiene propiedades cementantes que contribuyen con el mejoramiento de un diseño para una subrasante (Bendezú, 2019, p.14). Así también, la inclusión de CBCA en el concreto se refiere al proceso de integrar este subproducto agrícola como un componente adicional en la mezcla de concreto. Su objetivo principal es mejorar las propiedades mecánicas del concreto, tales como la resistencia a la compresión y la durabilidad, mediante la acción puzolánica de la CBCA, que reacciona químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos cementantes adicionales (Cheros y Garcia, 2021, p.33). La adición de CBCA en la fabricación de concreto se caracteriza por reemplazar una cierta proporción del cemento Portland convencional por ceniza de bagazo. Este enfoque no solo busca conservar recursos y reducir costos, sino también disminuir la

huella de carbono asociada con la producción de cemento, ofreciendo una alternativa más sostenible para la industria de la construcción (Llanos y Quispe, 2022, p.16).

De acuerdo con la caracterización del CBCA, este subproducto derivado de la industria azucarera se origina de dos fuentes distintas: la primera es la ceniza resultante de la quema de hojas de caña, una práctica común en los campos para simplificar la recolección eliminando las hojas o para limpiar el terreno, aunque esta aplicación ha captado limitada atención científica hasta el momento. La segunda fuente es el bagazo, el residuo fibroso que queda tras el prensado de la caña para extraer su jugo. Este residuo se utiliza tanto en la fabricación de papel como en la generación de energía, proceso durante el cual se produce la ceniza de bagazo. Se estima que de cada tonelada de bagazo procesado resultan aproximadamente 25 kg de ceniza (Castañeda, 2023, p.7).

A nivel mundial, con una producción de caña estimada en 1.5 mil millones de toneladas, esto se traduce en la generación de 375 millones de toneladas de bagazo y, después de su incineración, cerca de 15 millones de toneladas de ceniza cada año. La caracterización química de ambas variantes de ceniza, tras ser calcinadas a 800 °C, muestra altos contenidos de sílice (SiO_2), alúmina (Al_2O_3), óxido de hierro (Fe_2O_3) y óxido de calcio (CaO), que sumados representan más del 85% de su composición total. Los otros óxidos presentes no superan el 3,5% de la composición (Castañeda, 2023.p.6).

De acuerdo a su uso el CBCA, como gasolina que ayuda a facilitar el calentamiento de las calderas para la producción de azúcar. Propiedad, funciona como un aglutinante y puede emplearse como componente puzolánico, mejora las características de los productos con los que se mezclan o forma parte. Constituye aproximadamente un 40 a 50% del volumen total de la planta. Rincón, L y Cortes A. (2020). En cuanto a sus características, en términos de sus características, debido a su composición química, la CBCA contiene altos niveles de materiales puzolánicos, incluyendo el dióxido de silicio (SiO_2) y otros óxidos, los cuales son responsables de su actividad puzolánica. Esto permite que la CBCA sea utilizada como un agente cementante en la estabilización de suelos o en la elaboración de morteros. Las puzolanas, por sí mismas, carecen de la capacidad de actuar hidráulicamente, por lo que es necesario mezclarlas con activadores alcalinos para formar compuestos con

propiedades. de aglutinación, resultando en cementos hidráulicos como la cal (Barrantes, 2021, p.15).

Tabla 1. Composición química de la ceniza de caña de azúcar

Tipo de ceniza	Óxidos en porcentaje										
	SiO ₂	Al ₂ O ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	SO ₃	LOI
Hoja	70,2	1,93	2,09	12,2	1,95	0,5	3,05	1,4	0,02	4,1	1,81
Bagazo	58,6	7,32	9,45	12,6	2,04	0,92	3,22	2,09	0,34	0,53	2,73

Fuente: Barrantes, 2021

La ceniza resultante del bagazo se caracteriza por contener una menor proporción de sílice y significativamente mayores cantidades de alúmina y óxido de hierro en comparación con la ceniza obtenida de las hojas de caña. La variabilidad en la composición química de CBCA puede atribuirse tanto al origen específico del bagazo como a las diferencias en el método de calcinación empleado (Ccansaya y Tello. 2022, p.53).

Con respecto a sus **propiedades físicas**, en el análisis realizado por Huayllapuma y Saldivar (2020), se identificaron valores característicos tales como una densidad de 2,530 kg/m³, una superficie específica según el método de Blaine de 196 m²/kg, un diámetro medio de las partículas de 76.3 µm y un 67.4% del material capaz de atravesar un tamiz de 45 µm. Investigaciones posteriores realizadas por Zareei y colaboradores en 2018 arrojaron datos complementarios sobre este material, reportando una densidad de 1,510 kg/m³, una superficie específica de 260 m²/kg según Blaine, un módulo de finura de 1.04 y una tasa de absorción del 0.8%, según lo documentado por Rojas M. en 2019. Estas mediciones subrayan la variabilidad en las características físicas del CBCA, resaltando su potencial diverso en aplicaciones de construcción dependiendo de su origen y tratamiento.

Por consiguiente, se da paso a la **variable dependiente: Capacidad portante**, se define de acuerdo al nivel de carga que soporta un terreno. De tal forma menciona que la subrasante es aquella que aguanta las cargas que transmiten el pavimento. En cuanto a la capacidad de carga se justifica en la función de la tipología del suelo, el nivel de compactación y de la humedad. En tanto, el pavimento tiene como función permitir la transitabilidad tanto de peatones como de vehículos. Cabe señalar que la subrasante debe ser capaz de soportar un peso la mayor cantidad de veces sin sufrir

ningún tipo de deformación. De tal manera la capacidad portante desempeña un factor importante en las construcciones de las vías porque tomarlo en cuenta evita los fallos como los asentamientos, según, manifiesta en su análisis de investigación que la capacidad portante no es más que la mayor presión entre el contacto del cimiento y el terreno, de modo que no se presente asentamiento diferencial excesivo o fallas en el suelo, dicho esto existe un ensayo más adecuado y utilizado para definir la capacidad portante que es la prueba de CBR, ensayo de punzamiento o penetración (Rocca, 2020, p.31).

La evaluación de la capacidad de carga de la subrasante, conocida como el índice de California Bearing Ratio (CBR), es un indicador crucial obtenido a través de ensayos de laboratorio o in situ que mide la capacidad de resistencia y soporte de suelos y agregados compactados frente a esfuerzos de corte. Este procedimiento toma en cuenta factores críticos como la humedad y la densidad del suelo, los cuales deben ser rigurosamente controlados para determinar con precisión el índice de resistencia del suelo expresado en porcentaje (Zapata, 2021, p.41).

El procedimiento de CBR se compone de tres pruebas específicas: inicialmente, se evalúan la humedad y la densidad óptimas del suelo mediante el Ensayo Proctor; seguidamente, se examinan las propiedades expansivas del material; y finalmente, se mide la resistencia del suelo a la penetración. Este último paso implica la aplicación de una carga específica sobre un pistón estandarizado que penetra en el suelo compactado a una velocidad y profundidad definidas, todo ello para determinar la capacidad de soporte del suelo bajo condiciones controladas de humedad y densidad (Zapata, 2021, p.4).

La metodología CBR es fundamental para calcular la resistencia y estabilidad de la subrasante, proporcionando una base sólida para el diseño y construcción de pavimentos y otras estructuras de soporte sobre el suelo.

La expresión del método de CBR es:

$$\%CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100$$

Figura 1: Ecuación de CBR

Fuente: Zapata (2021).

Consecuentemente **las dimensiones**, a las **propiedades físicas y mecánicas** del suelo, al índice de plasticidad del suelo arcilloso, como también a la densidad seca y óptimo contenido de humedad, capacidad de carga y resistencia. En su indagación hace mención que el desarrollo de las pruebas en el laboratorio adecuado, como la densidad, límites de consistencia, prueba Proctor, entre otros, nos permitirán establecer las propiedades físico mecánicas suelo, así mismo comenta que el **índice de plasticidad** en los suelos arcillosos depende de la cantidad de arcilla que se puede encontrar en ella, tal que indica cuán fino es el suelo. Un IP excelso indica demasía de coloideos o arcilla en el suelo, como también pone con contexto que la **densidad seca** es un proceso mecánico a través el cual disminuye la proporción de huecos hallados en la masa de la superficie (Sanchez, Torres 2019, p.17). En cuanto a la **capacidad de carga y resistencia**, en su proyecto de estudio, Llanos y Quispe (2022) define a la capacidad y resistencia de carga de la superficie como la capacidad de para poder soportar las cargas de cimientos que exista sobre ellas, como también menciona que la presión superficial permisible es la presión a la que el suelo puede soportar de manera fácil la carga. Así mismo se presenta los **indicadores**, granulometría, tipo de suelo para la primera dimensión, también el contenido de humedad, límite plástico para la segunda dimensión, máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para la tercera dimensión y el ensayo CBR con adición de CBCAal 0%, 5%, 15% y 20% para la cuarta dimensión. Se define como análisis granulométrico al proceso mecánico o manual en la cual se logra separara las partículas de un agregado según el tamaño correspondiente, además el límite liquido se obtiene mediante la herramienta de casa grande, y se precisa como una transformación del suelo al pasar de su estado plástico a líquido. Por otro lado, los suelos que presentan similares características suelen ser agrupados justamente de acuerdo a sus propiedades mecánicas y sus comportamientos. Entre tantos métodos los más comunes son el SUCS y el AAHTO. Finalmente, el ensayo de compactación Proctor corresponde al estudio más fundamental, que sirve para llevar un control de calidad de compactación del terreno (Rentería, 2023, p.46). Con respecto a los planteamientos teóricos de la variable dependiente denominada Subrasante, esta representa la base natural que se acondiciona y consolida para la edificación de pavimentos. El papel esencial de la subrasante consiste en proporcionar un soporte homogéneo y prevenir. alteraciones abruptas en su capacidad de carga. De acuerdo con Ramos (2020) es fundamental que la subrasante asegure una fundación firme y

constante, más allá de poseer una elevada capacidad portante. **Capacidad portante**, es esencial que la subrasante posea la habilidad de resistir las cargas que le son transferidas por la estructura del pavimento. Esta resistencia o capacidad de soporte depende de la naturaleza del suelo, su nivel de compactación y el porcentaje de humedad que contiene, según lo explica (Zevallos, 2022, p. 51). **Contenido de humedad**, juega un papel crucial en su capacidad portante. Además, puede causar contracciones y expansiones no deseadas, lo que es particularmente relevante en suelos de grano fino (Cruzado, 2019, p.66). Factores como las condiciones de drenaje, la altura del nivel freático y la infiltración son los principales influenciadores del contenido de humedad. **Contracción y/o expansión**, ciertas variedades de suelo exhiben tendencias a encogerse o hincharse, influenciadas por su índice de plasticidad y su proporción de humedad. En ausencia de correctivas apropiadas, las estructuras de pavimento situadas sobre estos tipos de suelos están inclinadas a experimentar alteraciones en su forma y/o un deterioro acelerado (Flores, 2020, p.4).

II. METODOLOGÍA

El proyecto presentó un análisis aplicado, también llamada investigación empírica o práctica, y esta se caracteriza porque busca la utilización o aplicación de todos los conocimientos adquiridos, al mismo tiempo que se adquieran otros, siendo aplicados directamente y a un mediano plazo (Bernal, 2019). El presente estudio mostró un enfoque cuantitativo ya que fue netamente diseñados para investigar fenómenos que pueden ser cuantificados o medidos con exactitud. Así mismo se determina como una sucesión de acciones empíricas y sistemáticas diseñadas con el único propósito de analizar la validez de las hipótesis, ya que aplica metodología estadística para el análisis de datos (Castañeda y Mota, 2022).

Comprendió a un análisis experimental, porque los investigadores tendrán la potestad de manipular la variable independiente, dándole un cambio observado, así mismo la define como una investigación donde se logra determinar tanto la causa como el efecto de un objeto, como la variable independiente: Ceniza de bagazo de caña de Azúcar, a fin de verificar las secuelas que genera en la variable dependiente: capacidad portante (Guamán, Hernández, Lloay, 2021)

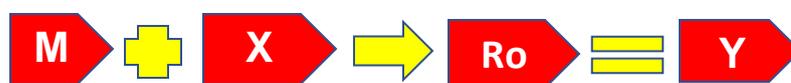


Figura 2: Procedimiento de las variables de investigación

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Donde:

M= Suelo arcillo de subrasante en Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12 de la ciudad de Tarapoto.

X= Adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar

Ro: Resultados

Y= Estabilización de suelos arcillosos

Adición de CBCA, este término se refiere al uso de ceniza resultante de la quema del bagazo de caña de azúcar como un aditivo en diversos procesos industriales, principalmente en la construcción. La CBCA se utiliza por su contenido de sílice y otras propiedades cementantes que pueden mejorar la resistencia y otras

características mecánicas del concreto y otros materiales de construcción. Su adición al concreto o a mezclas de suelo para pavimentación ayuda a reducir la cantidad de cemento necesario, lo que puede contribuir a la sostenibilidad ambiental al minimizar la producción de CO₂ y el uso de recursos naturales.

Capacidad portante, este concepto se refiere a la capacidad de carga máxima que el suelo, el cimiento o cualquier otra estructura de soporte puede sostener sin riesgo de falla. En el contexto de la ingeniería geotécnica, se usa para describir la capacidad de los suelos de soportar las cargas impuestas por las estructuras que soportan. La capacidad portante es un factor crítico en el diseño de cimientos y pavimentos, asegurando que el suelo pueda soportar la carga de la estructura sin sufrir asentamientos excesivos o fallas estructurales. En los ensayos de campo o laboratorio, como el ensayo de relación de soporte de California (CBR), se mide la resistencia del suelo a la penetración, lo que proporciona una estimación directa de su capacidad portante. La matriz de operacionalización está adjunta en el anexo 1.

Para la obtención de los objetivos propuestos en nuestra investigación la población estará constituida por todas las calles del barrio huayco. Los criterios de inclusión: condiciones del suelo, equipos adecuadamente calibrados, dosificaciones aptas, toda información se centre y se base en la variable de estudio, lugar donde se ejecutará la investigación. Los criterios de exclusión: ensayos desarrollados de manera inadecuada, materiales no aptos para su utilización en laboratorio, equipos con ausencia de certificados de calidad.

Se propuso como muestra el JR. Ricardo palma, cdra. 9,10,11 y 12, donde se sacó una muestra de calicata de cada cuadra (4 calicatas) adicionando el bagazo de caña en forma de ceniza como aditivo, en proporciones de 5%, 10%, 15% y 20% por calicata, con la finalidad de mejorar la subrasante.

El muestreo fue por conveniencia que está dentro de los no probabilísticos, donde el investigador escoge a su criterio la muestra adecuada (Hernández, Mendoza, 2018).

Definido como cosas o personas cuyas características y cualidades se van a llegar a medir, la unidad de análisis es una parte fundamental de un proyecto de investigación, es lo primero que los investigadores y estudiantes llegan a analizar en

su indagación. Además, se plantea que son componentes que pertenece a una cierta parte del universo y por supuesto a la muestra.

De acuerdo con Atoche y Montalvo (2020) se utilizará la técnica de la observación que es un método esencial ya que elabora datos en condiciones controladas por los investigadores, particularmente porque los estudiantes pueden manipular la variable o las variables que presentan. Además, menciona que la observación es vista como una gran técnica que puede emplear como herramienta las fichas de registros. Es por ello que nuestro estudio utilizó la observación como técnica, la cual a través de las pruebas desarrollados y ejecutados en laboratorio los permitirá obtener los resultados necesarios. Como técnicas se empleó, la observación, revisión documental a fin de poder tener a la mano toda la información posible sobre el objeto propuesto en el estudio de investigación.

Atoche y Montalvo (2020) precisa al instrumento como una herramienta esencial e importante para poder ejecutar un estudio, una investigación e indagación, además se define como un recurso en la que los investigadores utilizan para obtener respuestas antes sus dudas de la problemática en estudio, de tal manera que se logre extraer información necesaria e importante.

Como instrumentos se hizo uso de las fichas de registro de datos, fichas de control, las cuales nos permitieron tomar Fuente de los datos resultantes que se fueron obteniendo de los ensayos de laboratorio (contenido de humedad, densidad máxima, CBR, entre otros).

Debido a que se utilizaron las fichas de laboratorio de uso el método convencional las cuales ya están validadas de acuerdo a las normas, sin embargo, también fueron validadas por 3 expertos, los cuales dieron su valoración, el formato está adjunto en el anexo 4.

Se define como un grado en el que la metodología de una indagación emite resultados consistentes, estables y seguros. También se refiere a si se obtiene o no la misma solución al utilizar un instrumento para tratar de medir algo más de dos veces, finalmente se deduce que es una manera de analizar la calidad del procedimiento de medición la cual fue utilizado para la recolección de datos de un proyecto de indagación, enfocando a nuestro proyecto se empleará instrumentos y equipos del laboratorio que cuenten con certificados adecuadamente calibrados.

El estudio fue iniciado bajo un proyecto de investigación, después de haber culminado la elaboración se procedió a la ejecución del mismo, iniciando así por los estudios físicos y mecánicos, donde se realizaron los ensayos de humedad, límite líquido y plástico, granulometría, los cuales fueron verificados en suelos arcillosos teniendo en cuenta los requisitos técnicos. Siguiendo, con las propiedades físicas, procedimiento que está basado en las normas del Perú, para llegar a medir la densidad - óptima y el contenido húmedo. Por último, la dosificación, donde de acuerdo a los ensayos se adicionó el 5%, 10% y 20% del aditivo, así también el contenido de humedad y el CBR, de acuerdo a los índices técnicos del NTP.

El método de análisis fue de manera descriptiva donde a través del programa Excel y Spss, se analizaron los datos obtenidos de las fichas de laboratorio y se describe de la siguiente manera; para la producción de cenizas, se recolectaron y quemaron 40 kg de residuos agrícolas (FBCA). El proceso de calcinación del bagazo se llevó a cabo durante 4 horas, alcanzando temperaturas una temperatura de 550 °C, de acuerdo a la evidencia del certificado de incineración. Posteriormente, las cenizas obtenidas del bagazo de caña se tamizaron utilizando mallas N°50, N°100 y N°200. En cuanto al análisis del suelo, se determinó su granulometría siguiendo los estándares de la NTP 400.012/ASTM C-136. Se midió el contenido de humedad de los agregados fino y grueso conforme a la NTP 339.185/ASTM C-566 y se determinó su peso unitario. Además, se evaluó el peso específico y la capacidad de absorción de los agregados. Se verificó que los agregados cumplieran con las especificaciones para su uso en hormigón, de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas aplicables. Una vez identificadas las propiedades físico-mecánicas de los agregados, se procedió a diseñar la mezcla de concreto convencional con una resistencia objetivo de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando la metodología ACI 211. Las muestras se prepararon incrementando progresivamente la adición de CBCA en porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20%. Los datos recabados se analizaron detalladamente para generar los resultados finales del estudio.

Para la elaboración de nuestro estudio se admitió como respaldo algunas normas como: la NTP 339.086 (ASTM C 494), N.T.P 400.037 (ASTM C 33), Norma N.T.P 339.034 (ASTM C 39). Cabe recalcar que los datos que se recauden se plasmaron precisa, clara y con toda honestidad. Es por ello que estuvimos bajo obligación de cumplir con legibilidad y absoluta legalidad los resultados que se

adquirieron en laboratorio. Así mismo, se respetó la guía de producto, la norma ISO y más aún el código de ética de nuestra casa de estudio RVNI N°008-2017, a fin de obtener un trabajo auténtico y verídico.

III. RESULTADOS

4.1 Identificar el tipo de suelo extraído en la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023

Tabla 2. *Propiedades físicas del suelo - Ensayo granulométrico*

MALLA		Que pasa (%)			
Tamiz	Abertura(mm)	Pozo-01	Pozo-02	Pozo-03	Pozo-04
N °4	4.750	98.4	98.1	97.8	97.6
N °10	2.000	97.8	97.5	97.1	96.8
N °20	0.850	97.2	96.8	96.5	96.2
N °40	0.425	96.1	95.3	94.6	93.8
N °60	0.250	93.2	92.3	91.5	90.7
N °140	0.106	81.9	80.6	79.9	78.6
N °200	0.075	63.1	61.5	59.8	57.7

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 2, en la evaluación de las muestras de suelo, se encontró que en la primera calicata (C-01), el porcentaje de material que atravesó la malla N° 200 fue del 63.1%. En la calicata subsiguiente (C-02), la fracción de partículas finas alcanzó el 61,5%. En la tercera calicata (C-03), el porcentaje de material que pasó a través de la malla N° 200 fue del 59,8%. Finalmente, en la cuarta calicata (C-04), se observó que el 57,7% del material pasó por dicha malla, evidenciando así la predominancia de componentes arcillosos en las muestras. Estos datos fueron fundamentales para la elaboración de la curva granulométrica, que nos facilita la identificación y cuantificación del porcentaje de los diferentes componentes del suelo, incluyendo arena, grava y limos-arcillas.

Este análisis fue crucial para clasificar las partículas del suelo según su tamaño, permitiendo una comprensión más profunda de su composición y características. Los resultados detallados del ensayo granulométrico realizado en las tres primeras calicatas se resumen en la tabla 2. Esta información es esencial para determinar las propiedades del suelo y su idoneidad para diferentes aplicaciones en la construcción, especialmente en lo que respecta a la estabilidad y soporte de estructuras.

Tabla 3. *Resultados del límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad Limite atterberg*

POZO	PRUEBA	L.L(%)	L.P(%)	I.P(%)
POZO-01	PRUEBA-01	18.75	2.10	16.70
POZO-02	PRUEBA-01	14.40	3.90	11.33
POZO-03	PRUEBA-01	14.60	4.50	10.11
POZO-04	PRUEBA-01	15.90	2.64	13.26

Fuente: Elaboración propia

Estas muestras estudiadas mostraron una plasticidad elevada. En la calicata N°1 presenta un I.P, por encima de 16.70%. por otro lado, la segunda calicata tiene un 11.33% de I.P, la tercera calicata tiene un I.P. 10.11 % y la cuarta superó el 13% en términos de IP Esto lleva a inferir que todas estas calicatas poseen un suelo predominantemente arcilloso. La Tabla 5 aglutina los hallazgos del test de límite de Atterberg, brindando datos esenciales para categorizar el tipo de suelo y elegir el agente estabilizante óptimo para su tratamiento. Los datos de la tabla destacan que la muestra de la primera calicata posee el índice de plasticidad más alto, con un 16.70%.

Tabla 4. *Clasificación de suelos de las muestras extraídas*

POZO	PRUEBA	AASHTO	SUCS
P-01	PRUEBA-01	A-6(9)	CL (arcilla de poca plasticidad)
P-02	PRUEBA-01	A-6(9)	CL (arcilla de poca plasticidad)
P-03	PRUEBA-01	A-6(9)	CL (arcilla de poca plasticidad)
P-04	PRUEBA-01	A-6(9)	CL (arcilla de poca plasticidad)

Fuente: Elaboración propia

En el proceso de clasificación según el método SUCS, se tomó en cuenta la distribución granulométrica, los porcentajes de suelo que atravesaron la malla N°4 y N°200, así como sus características de plasticidad.

De manera similar, para la clasificación según el sistema AASHTO, se considerarán aspectos como la distribución granulométrica, los porcentajes que pasaron a través de diversas mallas (N°10, N°40, N°200), el índice de grupo y las propiedades. plasticidad del suelo. La evaluación del índice de grupo es crucial a fin de determinar la calidad de un suelo destinado a ser utilizado como material en el sustrato de carreteras, dependiendo de factores como el límite de líquido (LI), el índice

de plasticidad (IP) y la proporción el elemento que fluye por la malla con numeración 200.

Con respecto a la información recopilada y analizada, se establece que todas las muestras examinadas son predominantemente arcillosas, característica que generalmente indica una capacidad de soporte de (CBR) limitada. Este hallazgo influye con respecto a la planificación y construcción de carreteras, ya que los suelos con baja capacidad de soporte CBR pueden requerir tratamientos de estabilización adicionales para garantizar una subrasante firme y confiable. El entendimiento detallado de estas características permite a los ingenieros y planificadores seleccionar o modificar el suelo de manera adecuada para optimizar la construcción y el mantenimiento de infraestructuras viales duraderas y seguras.

4.2 Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso antes de adicionar CBCA del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023

Tabla 5. *Contenido de humedad del suelo*

CONTENIDO DE HUMEDAD			
POZO	CUADRA	PROFUNDIDAD. (m)	W (%)
POZO-01	9	0.80 – 1.50	17.06
POZO-02	10	0.80 – 1.50	16.86
POZO-03	11	0.80 – 1.50	16.45
POZO-04	12	0.80 – 1.50	16.10

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Al realizar el cálculo del porcentaje de humedad presente en el suelo de cimentación, obtenemos un indicador esencial para determinar si este porcentaje se sitúa por encima o por debajo del nivel óptimo de humedad requerido para la adecuada compactación del terreno de la subrasante. Los valores específicos de contenido de humedad se presentan detalladamente en la tabla.

A partir de los datos recopilados, en tanto al contenido humedad natural en la zona del Jr. Ricardo Palma, específicamente en las cuadras 9, 10, 11 y 12 de la Ciudad de Tarapoto, es aproximadamente del 16,62%. Este valor es crucial para la planificación y ejecución de trabajos de construcción en la zona, ya que un contenido de humedad adecuado es vital para garantizar la estabilidad y la durabilidad de las

estructuras de soporte de las carreteras y otras construcciones. La correcta evaluación y ajuste del contenido de humedad del suelo no solo aseguran una compactación efectiva, sino que también previenen problemas futuros como asentamientos, hinchamientos o contracciones del suelo que podrían comprometer la integridad de las estructuras construidas. Por tanto, el análisis detallado del contenido de humedad es un paso indispensable en el proceso de preparación y mejora de la subrasante, especialmente en regiones donde las condiciones climáticas pueden afectar significativamente las propiedades del suelo.

Tabla 6. *Máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso*

POZO	PRUEBA	M.D.S	O.C.H. (%)
POZO-01	PRUEBA-01	1.686	6.50

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un análisis detallado para determinar la medición entre el contenido de humedad y la densidad seca máxima, lo cual condujo a la elaboración de la curva de compactación del suelo. En la tabla 7 se exponen los resultados del ensayo de Proctor modificado correspondientemente a la primera calicata, situada en el Jr. Ricardo Palma, cuadra 9, de la Ciudad de Tarapoto. Este ensayo se llevó a cabo exclusivamente en una calicata seleccionada, basándose en el criterio de elegir aquella con el índice de plasticidad más elevado y problemático. La realización del ensayo de Proctor modificado se fundamentó en esta selección, permitiendo un enfoque más concentrado en los elementos críticos del terreno.

El propósito de esta metodología era obtener una comprensión más profunda de las características específicas del suelo en la ubicación más desafiante, lo que proporciona valiosos conocimientos sobre cómo manejar suelos con altos índices de plasticidad en proyectos de construcción. Estos datos son cruciales para la planificación efectiva y la implementación de técnicas de estabilización y compactación adecuadas, asegurando así la integridad y durabilidad de las infraestructuras construidas sobre estos suelos. Este enfoque selectivo y detallado de las cualidades del cimiento es un paso esencial en el desarrollo de soluciones de ingeniería civil eficaces y adaptadas a las condiciones locales específicas,

contribuyendo significativamente a la calidad y seguridad de las obras de infraestructura vial.

4.3 Determinar la capacidad de carga y resistencia del suelo arcilloso antes de adicionar CBCA del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023

Tabla 7. Muestras del suelo natural - CBR

POZO	PRUEBA	EXPANSIÓN (%)	CBR 0,1 al	
			95% DE M.D.S.	100% DE M.D.S.
POZO-01	PRUEBA-01	1.47	4.91	6.61

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Con respecto al (CBR), realizado tras sumergir las muestras durante cuatro días (96 horas), en línea con el procedimiento estándar para suelos que contienen arcilla y una sobrecarga de 4,5 kg. Este análisis incluyó la determinación del porcentaje de expansión y los valores de CBR al 95% y 100% de la Máxima Densidad Seca (MDS) con una penetración de 0.1 pulgadas. Los resultados obtenidos son de gran relevancia, ya que proporcionan una base sólida para futuras comparaciones con los datos logrados tras la adición de ceniza de caña de bagazo de azúcar como estabilizante químico, aplicado al suelo de la subrasante en las cuadras 9, 10, 11. y 12 del Jr. Ricardo Palma en la Ciudad de Tarapoto.

Estos hallazgos son fundamentales para comprender la dinámica de los cimientos arcillosos bajo condiciones específicas y para evaluar la eficacia de los estabilizantes químicos en la mejora de la capacidad portante de los suelos. Contrastando la información obtenida después de la aplicación del estabilizante, se puede determinar el impacto real y la efectividad de CBCA mejorando las características mecánicas del cemento. Este tipo de análisis es esencial para los ingenieros y planificadores de proyectos viales, ya que les permite tomar decisiones informadas sobre las técnicas de estabilización del suelo más adecuadas, asegurando así la construcción de carreteras más resistentes, duraderas y seguras.

A continuación, se muestran los resultados de las pruebas después de la aplicación del CBCA:

Tabla 8. Resultados del ensayo proctor modificado suelo – adición de CBCA

POZO	PRUEBA	% ADICION DE CENZAS	M.D.S (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
POZO-01	CL	5%	1.661	9%
		10%	1.746	9%
		20%	1.836	10%

Fuente: Elaboración propia

Introducción: Mediante la realización del ensayo Proctor modificado, se pudo establecer la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo. Este análisis se aplicó a la muestra de la calicata C-01 con la inclusión de cenizas, y los resultados obtenidos se presentan en la tabla.

Tabla 9: Resultado del ensayo de límite de atterberg con adición de CBCA

POZO	PRUEBA	% ADICION DE CENZAS	L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)
POZO-01	CL	5%	14.40	2.15	12.26
		10%	15.70	1.73	13.98
		20%	11.90	1.59	10.50

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Luego de establecer y comprender las características físicas y mecánicas de cada una de las muestras de referencia, se exponen los hallazgos del análisis realizado con la incorporación del agente estabilizador químico, cenizas de bagazo de caña de azúcar, en proporciones variadas. Esta adición se efectuó exclusivamente en la muestra de la calicata C-01, dado que las restantes calicatas exhibían propiedades análogas. En relación con el análisis efectuado en la mezcla de suelo y cenizas, con el objetivo de cumplir con la meta central de esta investigación, se llevó a cabo el ensayo de límites de consistencia.

Tabla 10. Resultados del ensayo CBR suelo – adición de CBCA

POZO	PRUEBA	% ADICION DE CENZAS	EXPANSION (%)	CBR 0.1 AL	
				95 % DE M.D.S.	100% DE M.D.S.
POZO-01	CL	5%	0.54	11.85	13.09

		10%	0.60	10.77	11.86
		20%	0.24	15.77	17.83

Fuente: Elaboración propia

Introducción: En consecuencia, se ofrece un compendio de las cifras logradas mediante la realización del análisis de CBR en la composición de suelo mezclado con cenizas, aplicando el nivel de humedad ideal obtenido del experimento precedente. Dichos valores, que reflejan la relación entre la resistencia y las características del suelo enriquecido con cenizas, se encuentran detalladamente ilustrados en la tabla 11, proporcionando así una visión clara del comportamiento mecánico de la mezcla bajo estudio.

4.5 Determinar la influencia de la adición de la CBCA en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023.

Tabla 11. Influencia de la adición de la CBCA en la capacidad portante de subrasante

MUESTRA	% DE ADICIÓN	Compactación		Expansion	CBR	I.P
		M.D.S	O.C.H (%)	%	%	%
SUELO ARCILLOSO + CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	0	1.686	6.5	1.47	4.91	16.7
	5	1.661	9	0.54	11.9	12.3
	10	1.746	9	0.6	10.8	14
	20	1.836	10	0.24	15.8	10.3

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 11, se muestra los valores de mejora del CBR, con CBCA al 20% se obtiene un CBR de 15.8 proctor modificado y los límites de atterberg del suelo – ceniza con respecto a los ensayos del suelo patrón. De acuerdo a los resultados adquiridos en los ensayos con la mezcla del estabilizante químico cenizas de bagazo de caña de azúcar, se pudo corroborar la máxima densidad seca incrementan porcentualmente teniendo un 1.836 con la adición de CBCA al 20%. Así mismo se logró reducir el índice de plasticidad de la muestra analizada al 10.3% con la adición del CBCA al 20%, cumpliendo así con los parámetros mínimos que debe tener el CBR de la sub – rasante para ser usado como carpeta estructural del pavimento o afirmado.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Tabla 12. Cuadro de Análisis de la Varianza del Índice de plasticidad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	81.31	3	27.10	1439.72	<0.0001
Tratamientos	81.31	3	27.10	1439.72	<0.0001
Error	0.23	12	0.02		
Total	81.53	15			
R2	85%				
CV	9%				

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

Tabla 13. Cuadro de tratamientos y significancia

Tratamientos	Medias	n	
T1	16.50	4	A
T3	13.83	4	B
T2	12.17	4	C
T4	10.38	4	D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

Se muestra el cuadro de análisis de varianza donde los tratamientos se evidencian altamente significativos con un sig.<0.0001, por otro lado, el coeficiente de determinación es de 85% y el coeficiente de variabilidad de un 9%. Siguiendo, en el cuadro 13, se muestra la significancia entre tratamientos, donde se expresa que T1 evidencia 16.50 mostrando diferencias significativas con los demás tratamientos, así también, evidencia que el T4 obtuvo el menor promedio de 10.30 con respecto al índice de plasticidad.

Tabla 14. Cuadro de Análisis de la Varianza del índice de M.D.S

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	3	0.03	11377.48	<0.0001
Tratamientos	0.08	3	0.03	11377.48	<0.0001
Error	2.9E-05	12	2.4E-06		
Total	0.08	15			
R2	89%				
CV	8%				

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

Tabla 15. Cuadro de tratamientos y significancia

Tratamientos	Medias	n	
T4	1.83	4	A
T3	1.74	4	B
T2	1.66	4	C
T1	1.66	4	C
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)			

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

En la tabla 14, se muestra el cuadro de análisis de varianza donde los tratamientos se evidencian altamente significativos con un sig.<0.0001, por otro lado, el coeficiente de determinación es de 89% y el coeficiente de variabilidad de un 8%. Siguiendo, en el cuadro 15, se muestra la significancia entre tratamientos, donde se expresa que T4 evidencia 1.83 mostrando diferencias significativas con los demás tratamientos, así también, evidencia que el T1 y T2 obtuvo el menor promedio de 1.66 con respecto a la M.D.S.

Tabla 16. Cuadro de Análisis de la Varianza del índice de O.C.H

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24.56	3	8.19	581.49	<0.0001
Tratamientos	24.56	3	8.19	581.49	<0.0001
Error	0.17	12	0.01		
Total	24.73	15			
R2	88%				
CV	8%				

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

Tabla 17. Cuadro de tratamientos y significancia

Tratamientos	Medias	n	
T4	9.85	4	A
T2	8.85	4	B
T3	8.83	4	B
T1	6.48	4	C
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)			

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

En la tabla 16, se muestra el cuadro de análisis de varianza donde los tratamientos se evidencian altamente significativos con un sig.<0.0001, por otro lado, el coeficiente de determinación es de 88% y el coeficiente de variabilidad de un 8%. Siguiendo, en el cuadro 15, se muestra la significancia entre tratamientos, donde se expresa que T4 evidencia 9.85 mostrando diferencias significativas con los demás tratamientos, así

también, evidencia que el T1 obtuvo el menor promedio de 6.48 con respecto al O.C.H.

Tabla 18. Cuadro de Análisis de la Varianza del Índice de CBR 95%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	241.58	3	80.53	132829.48	<0.0001
Tratamientos	241.58	3	80.53	132829.48	<0.0001
Error	0.01	12	6.1E-04		
Total	241.59	15			
R2	85%				
CV	7%				

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

Tabla 19. Cuadro de tratamientos y significancia

Tratamientos	Medias	n	
T4	15.74	4	A
T2	11.83	4	B
T3	10.74	4	C
T1	4.89	4	D
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)			

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

En la tabla 18, se muestra el cuadro de análisis de varianza donde los tratamientos se evidencian altamente significativos con un sig.<0.0001, por otro lado, el coeficiente de determinación es de 88% y el coeficiente de variabilidad de un 8%. Siguiendo, en el cuadro 19, se muestra la significancia entre tratamientos, donde se expresa que T4 evidencia 15.74 mostrando diferencias significativas con los demás tratamientos, así también, evidencia que el T1 obtuvo el menor promedio de 4.89 con respecto al CBR 95%.

Tabla 20. Cuadro de Análisis de la Varianza del Índice de CBR 100%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	254.63	3	84.88	125358.34	<0.0001
Tratamientos	254.63	3	84.88	125358.34	<0.0001
Error	0.01	12	6.8E-04		
Total	254.64	15			
R2	86%				
CV	6%				

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

Tabla 21 Cuadro de tratamientos y significancia

Tratamientos	Medias	n	
T4	17.80	4	A
T2	13.07	4	B
T3	11.84	4	C
T1	6.59	4	D
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)			

Fuente. Análisis estadístico InfoStat versión 11.1

En la tabla 20, se muestra el cuadro de análisis de varianza donde los tratamientos se evidencian altamente significativos con un $\text{sig.} < 0.0001$, por otro lado, el coeficiente de determinación es de 86% y el coeficiente de variabilidad de un 6%. Siguiendo, en el cuadro 21, se muestra la significancia entre tratamientos, donde se expresa que T4 evidencia 17.80 mostrando diferencias significativas con los demás tratamientos, así también, evidencia que el T1 obtuvo el menor promedio de 6.59 con respecto al CBR 100%.

IV. DISCUSIÓN

Discusión 1, con respecto al objetivo específico 1, se identificó el tipo de suelo extraído en la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023, se encontró que los suelos son arcillosos, el porcentaje de material que atravesó la malla N° 200 fue del 63.1%. En la calicata subsiguiente (C-02), la fracción de partículas finas alcanzó el 61,5%. En la tercera calicata (C-03), el porcentaje de material que pasó a través de la malla N° 200 fue del 59,8%. Finalmente, en la cuarta calicata (C-04), se observó que el 57,7% del material pasó por dicha malla, evidenciando así la predominancia de componentes arcillosos en las muestras, estos resultados concuerdan con Millones, Perez, Villanueva (2023), donde sostienen que la ceniza de bagazo, siendo rica en sílice, tiene el potencial de mejorar la eficacia de los suelos arcillosos utilizados como bases para pavimentación y, al mismo tiempo, posee un potencial aún por explorar para incrementar la durabilidad y la aceptabilidad de bloques de suelo estabilizado/sinterizado para aplicaciones comerciales. Se observó una mejora significativa en los valores de CBR con un aumento en las proporciones de CBCA de 0 a 25%, alcanzando hasta un 83%. En general, la mezcla de CBCA utilizada para estabilizar suelos expansivos podría cumplir con la mayoría de las especificaciones requeridas para materiales de subrasante o incluso subbase en la construcción de carreteras, basándose en los criterios de CBR.

En relación a las propiedades mecánicas y físicas del suelo se logró establecer en las tablas presentadas, donde el autor Fajardo et al, (2022), explica que, para lograr determinar las propiedades estabilizantes de la CBCA, fue necesario llevar a cabo ciertos ensayos donde se pueda demostrar la estabilización del suelo con sus respectivas características, con la finalidad de realizar una comparación a la mejoría de las características con la aplicación de dicho aditivo. Finalmente se obtuvo los resultados la cual muestra mejoría en sus características con CBCA, así como también el funcionamiento de dicho aditivo en todas las variaciones incrementó el CBR, en donde se logró un tanto por ciento de ceniza de 7.15% aproximadamente para la subrasante y para el afirmado se obtuvo un 7.65%, por ende, la CBCA efectivamente ayuda a estabilizar un suelo. El estudio realizado por Fajardo y colaboradores marca un hito importante en la ingeniería geotécnica y la infraestructura vial el (CBCA) como un agente de consolidación del terreno presenta una innovación destacable que no solo augura mejoras en la firmeza y cohesión del suelo, sino que también supone una reutilización eficiente de un residuo de la

producción azucarera. No obstante, es esencial considerar factores como la heterogeneidad en la composición química de la ceniza proveniente de diversas fuentes, su interacción prolongada con distintos elementos del suelo y las consecuencias ecológicas de su uso. Además, resulta imperativo investigar la factibilidad económica y la aplicabilidad del CBCA en escenarios geográficos y climáticos diversos a gran escala. El trabajo de Fajardo y su equipo incentiva indagaciones futuras en el terreno de materiales ecológicos en el ámbito de la ingeniería civil. Sería provechoso examinar la interacción de la CBCA con diversos tipos de suelos, en particular aquellos que presentan desafíos como alta plasticidad o resistencia insuficiente. Investigaciones futuras podrían centrarse en la longevidad de suelos reforzados con CBCA en distintas condiciones de carga y ambientes climáticos, así como en el análisis de su fortaleza frente a la erosión y su respuesta ante ciclos repetidos de congelación y deshielo. Tales estudios contribuirían no solo al avance de tecnologías constructivas más ecológicas, sino también a disminuir los elementos que maltratan el ambiente relacionado a la edificación, marcando un camino hacia prácticas más sostenibles y responsables.

Discusión 2, con respecto al objetivo específico 2, determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso adicionando CBCA para la mejora de la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023. Por otro lado, Álvarez et al (2019) explica la CBCA en Tarapoto, donde el clima es húmedo y lluvioso, es crucial evaluar cómo el CBCA afecta la resistencia y durabilidad del suelo bajo estas condiciones específicas. Es importante investigar cómo la mezcla de suelo y CBCA se comporta con la alta humedad y durante episodios intensos de lluvia, así como su resistencia a las altas temperaturas. Dado que la CBCA es un subproducto agroindustrial, su uso como aditivo en la construcción puede contribuir a la reducción de la contaminación ambiental. Sin embargo, es fundamental realizar una periodicidad sobre el CBCA para asegurar que su utilización no genere impactos negativos inadvertidos en el medio ambiente. El estudio de los componentes esenciales del CBCA, especialmente en una región como Tarapoto donde las condiciones del suelo pueden variar significativamente debido a las precipitaciones y el calor. Comprender cómo la CBCA modifica estas propiedades ayudará a optimizar su uso en proyectos de construcción locales. Dada la particularidad de las propiedades climáticas y de terreno en Tarapoto, sería una ventaja desarrollar estándares y directrices locales para el uso de la CBCA en la

construcción. Esto aseguraría que las aplicaciones sean adecuadas y efectivas para las condiciones específicas de la región. Además de los beneficios ambientales y técnicos, es crucial realizar un análisis de costo-beneficio del uso de la CBCA en Tarapoto. Esto debería incluir la disponibilidad y el costo de adquisición del material, así como cualquier ahorro potencial en costos de construcción y mantenimiento.

Discusión 3, con respecto al objetivo específico 3, se encontró que el suelo arcilloso logra la estabilización con la adición al 20% en relación al peso seco de la muestra del suelo y el óptimo contenido de humedad, alcanzando un CBR al 95% de 15.77%. De acuerdo con estos resultados se guarda similitud con Baltazar et al. (2018), investigó acerca de cómo actúa la incorporación de CBCA reemplazando gradualmente al cemento para lograr beneficios en relación a las propiedades del suelo, para la cual se estudió la compactación CBR, realizando una breve comparación de un suelo natural con un suelo adicionado en proporciones del 25%, 50% y 100% en cuanto a la carga del suelo seco. Finalmente se lograron obtener los resultados mostrando mejoras en relación al CBR, de compactación y de fuerza a compresión, logrando reducir un 25% del uso de CPC. El estudio aborda un aspecto fundamental en la ingeniería civil y geotécnica: la optimización de materiales de construcción mediante la sustitución de componentes tradicionales como el cemento por alternativas más sostenibles y económicas, en este caso, la (CBCA) aunque el estudio examina proporciones de 25%, 50% y 100% de CBCA, sería beneficioso explorar proporciones menores. Esto podría revelar un punto óptimo de sustitución donde se maximizan los beneficios sin comprometer las propiedades mecánicas del suelo. La sustitución del cemento por CBCA no solo representa una estrategia sostenible al utilizar un subproducto agrícola. El cemento es uno de los componentes más costosos en la construcción de carreteras; por lo tanto, su sustitución parcial con CBCA podría tener un impacto económico positivo considerable. Utilizar CBCA en lugar de CPC reduce la huella de carbono asociada con la producción de cemento, un proceso conocido por su alta emisión de CO₂. Este cambio puede contribuir significativamente a los esfuerzos de construcción. Ciertamente es de prioridad analizar la viabilidad de implementar esta tecnología a gran escala, teniendo en cuenta la disponibilidad y el costo de producción de la CBCA, así como las posibles variaciones en su calidad. También sería importante estudiar la logística de la incorporación de CBCA en proyectos de construcción a gran escala.

Discusión 4, de acuerdo con el objetivo general se determinó que la adición de la CBCA influye significativamente en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023. Donde los tratamientos de I.P, M.D.S, O.C.H, CBR encuentran un $p\text{-valor} < 0.0001$, así también, se evidenció mejora con la adición del CBCA al 20% se obtiene un CBR de 15.8%, la máxima densidad seca incrementa porcentualmente teniendo un 1.836, así mismo se logró reducir el índice de plasticidad de la muestra analizada al 10.3% con la adición del CBCA al 20%. El estudio guarda similitud con Balladares y Ramírez (2020) quienes diseñaron un concreto más resistente en la prueba a compresión con la inclusión de CBCA, así mismo llegar a un diseño óptimo de resistencia $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La integración de CBCA en concreto representa una contribución significativa a la búsqueda de materiales de construcción sostenibles y eficientes. Este enfoque no solo utiliza un subproducto agrícola, sino que también promueve la disminución de componentes que generan malestar climático debido a las edificaciones. Mientras que el estudio se centra en la resistencia a la compresión, es esencial considerar también el impacto ambiental a largo plazo del uso de CBCA en concreto. Esto incluye la evaluación de la durabilidad del concreto con CBCA y su comportamiento bajo diversas condiciones ambientales y de carga. Además de la resistencia a la compresión inicial, sería valioso examinar la durabilidad del concreto con CBCA a lo largo del tiempo. Esto incluiría estudios sobre la resistencia a la corrosión, al desgaste y a las condiciones climáticas extremas. Dado que el estudio se realizó en Tarapoto, sería interesante replicar la investigación en diferentes regiones con distintas condiciones climáticas y tipos de suelo para verificar la generalidad de los resultados.

Así también, se concuerda con el autor Muñoz et al. (2022) quienes dan como estrategias y desarrollo el mejoramiento del suelo, es así que para la obtención de resultados se tiene que llevar a cabo ciertos ensayos y pruebas de laboratorio con porcentajes de 5%, 10% y 15%, llegando a la conclusión que, con el uso de este aditivo, el suelo arcilloso mejor con éxito. La investigación destaca la importancia de implementar prácticas de construcción sostenibles. Utilizar la CBCA no solo ayuda a reducir la dependencia de estabilizantes químicos sintéticos, sino que también promueve la reutilización de desechos agrícolas, reduciendo la acumulación de residuos y la contaminación. Si bien los resultados son prometedores, es fundamental explorar más a fondo las posibles limitaciones y desafíos en la aplicación práctica de la CBCA. Esto incluye considerar la variabilidad en la calidad de la ceniza debido a

diferencias en los procesos de producción y el impacto de esta variabilidad en los resultados de estabilización. n análisis detallado de la viabilidad económica y la escalabilidad de la utilización de CBCA en proyectos de construcción a gran escala es crucial. Se debe considerar la disponibilidad y el costo de producción de la ceniza en diferentes regiones, así como los posibles costos adicionales relacionados con su transporte y almacenamiento. Es esencial realizar estudios a largo plazo para evaluar la durabilidad y el comportamiento de los suelos tratados con CBCA bajo diversas condiciones climáticas y de carga. La investigación abre caminos para la innovación. Anima a los investigadores y profesionales a desarrollar nuevas tecnologías y métodos que incorporan materiales sostenibles, como la CBCA, en la construcción de carreteras y otras infraestructuras.

El estudio de mecánica de suelos donde se logró mejorar las características físicas y mecánicas del suelo arcilloso adicionando CBCA con los porcentajes de 5%, 10% y 20% donde tuvimos un mejor resultado de variación con el 20%. Consecuentemente se logró conocer el índice de plasticidad del suelo arcilloso con ceniza de bagazo de caña de azúcar, donde el autor Salas (2022), indagación contiene un diseño cuasi experimental aplicada, ya que se emplea estudios anteriores para tratar de mejorar las cualidades de la subrasante, en este análisis se empleó la adición de 5%, 10% y 15% de CBCA, para luego ser enyesados en laboratorio tomando en cuenta los criterios de CBR, los datos señalados en dicha averiguación nos muestra que con la implementación del aditivo mejora la humedad del modelo natural, así mismo la adición del 15% aplica directamente a la plasticidad, llegando finalmente a la conclusión que la adición de CBCA, interviene como un agente importante que logra mejorar las características físico mecánicas de terreno arcillosos al aumentar el CBR, 4 veces mayor a su dureza mecánica normal. Este estudio resalta la importancia de utilizar recursos sostenibles en la construcción. La CBCA, como subproducto de la industria azucarera, es una opción ambiental que se desarrolla reduciendo la huella climatológica. Además de los beneficios ambientales, el uso de CBCA podría ofrecer una opción económica para mejorar la infraestructura vial, particularmente en regiones con acceso limitado a materiales de construcción convencionales o donde la producción e CBCA es prominente. Es pertinente seguir con las investigaciones del uso de CBCA con respecto a las carreteras, especialmente en diferentes climas y condiciones de tráfico. Sería valioso expandir la investigación para incluir diversos tipos de suelo, ya que la efectividad de la CBCA puede variar

según las características específicas del suelo en diferentes ubicaciones. el estudio de Salas (2022) representa un importante avance en la indagación de soluciones eficientes en el campo de cimentación de carreteras. La incorporación de CBCA en la subrasante promete no solo mejorar las propiedades mecánicas del suelo sino también apoyar los esfuerzos hacia una construcción más ecológica y económicamente viable. El autor empleó la adición de 5%, 10% y 15% de CBCA, para luego ser enyesados en laboratorio tomando en cuenta los criterios de CBR, los datos señalados en dicha averiguación nos muestra que con la implementación del aditivo mejora la humedad del modelo natural, así mismo la adición del 15% aplica directamente a la plasticidad, llegando finalmente a la conclusión que la adición de CBCA, interviene como un agente importante que logra mejorar las características físico mecánicas de suelos arcillosos al aumentar el CBR, 4 veces mayor a su dureza mecánica normal. En tanto, el estudio muestra concordancia con lo señalado con anterioridad el autor puesto que el material de estudio favorece directamente a la plasticidad con el 5% un 12.26%, con el 10% un 13.95% y con el 20% un 10.50%. Este estudio de Salas aporta información valiosa al campo de la ingeniería geotécnica, resaltando cómo un subproducto de la industria azucarera puede ser aprovechado para mejorar las propiedades de suelos problemáticos.

Los autores Hidalgo y Saavedra (2020) estudió el compuesto de arcilla para su funcionamiento como subrasante en pavimentos, ya que estos aditivos son productos de los residuos de la caña y del arroz, ambos son de fácil adquisición, en dicho estudio se establecerán muestras, que tendrán medidas de aproximadamente de 1m² y la altura oscila entre 15 a 20cm, en base al diseño fue considerado experimental porque los resultados se probaran con pruebas ejecutadas en laboratorio, los porcentajes añadidos fueron de 5%, 7.5% y 10% del aditivo CBCA. La investigación resalta la importancia y el potencial de reutilizar residuos agrícolas en aplicaciones de ingeniería civil. El uso de estos materiales no solo reduce la cantidad de desechos, sino que también proporciona una alternativa sostenible a los aditivos convencionales. Utilizar residuos agrícolas como la CBCA es una solución potencialmente rentable, especialmente en regiones donde estos subproductos son abundantes y de fácil acceso. Aunque los resultados preliminares son prometedores, es crucial realizar estudios a mayor escala y en una variedad más amplia de tipos de suelo. Esto ayudará a validar la eficacia de estos aditivos en diferentes condiciones y entornos. Se debe investigar el impacto a largo plazo de estos aditivos en el medio ambiente,

especialmente en lo que respeta a la lixiviación de compuestos y su interacción con el agua subterránea y los ecosistemas circundantes. Basándose en los hallazgos de este estudio, es crucial desarrollar guías y normativas específicas que sirva para cimentación. Esto asegurará que su uso sea seguro, efectivo y en línea con las mejores prácticas de ingeniería. Sería beneficioso investigar cómo la combinación de ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar con otros materiales puede mejorar aún más las propiedades de los suelos arcillosos. el estudio de Hidalgo y Saavedra abre un camino prometedor para el uso de materiales sostenibles en la construcción y mejora de infraestructuras viales. Su enfoque en la reutilización de subproductos agrícolas no solo ofrece beneficios económicos y ambientales, sino que también fomenta la innovación en la ingeniería de suelos y pavimentos.

Es esencial abordar las fluctuaciones los componentes del (CBCA) y su impacto prolongado en las cualidades del suelo por múltiples razones, destacando especialmente las repercusiones medioambientales y la factibilidad económica de su uso en proyectos constructivos de gran envergadura: Uniformidad en las Características de la Ceniza: La composición tanto química como física de la ceniza de bagazo puede diferir basándose en el material que sale de la caña de azúcar en las técnicas utilizadas para su combustión y tratamiento. Estas diferencias pueden tener un impacto considerable en la capacidad de la CBCA para actuar como un agente estabilizador del terreno. Inconsistencias en la calidad de la ceniza pueden resultar en efectos imprevisibles en la estabilización del suelo, lo que podría comprometer la resistencia y la seguridad de las estructuras erigidas sobre él. Implicaciones a Largo Plazo en el Terreno: Comprender la interacción entre la CBCA y el suelo a lo largo del tiempo es crítico. Alteraciones en las características físicas y químicas del terreno pueden influir en su capacidad portante, su permeabilidad y su resistencia a la erosión, aspectos clave para la solidez estructural y la duración de las edificaciones. Es también primordial investigar si el CBCA tiene el potencial de liberar sustancias nocivas al entorno. Repercusiones Medioambientales: La aplicación de residuos industriales en la construcción requiere una evaluación rigurosa para asegurar que no generen impactos ambientales negativos. Aunque la reutilización de la CBCA se considera una práctica ecológica en términos de reciclaje, es vital examinar su influencia en la calidad del suelo, la salud de los ecosistemas aledaños y los recursos hídricos subterráneos. Factibilidad Económica: La implementación de la CBCA a gran escala debe ser financieramente sostenible. Esto implica considerar

no solo los costos directos de obtención y procesamiento de la ceniza, sino también los gastos a largo plazo asociados con el mantenimiento y la durabilidad de las infraestructuras construidas. La factibilidad económica también está condicionada por la disponibilidad y accesibilidad de la ceniza en distintas regiones. Versatilidad y Escala: El uso de CBCA como una técnica de estabilización del suelo en proyectos constructivos de gran magnitud exige que sea adaptable a diversos tipos de terreno y distintas condiciones ambientales. Asimismo, es crucial considerar la posibilidad de escalar este proceso y su integración con las metodologías constructivas actuales.

En definitiva, la (CBCA) en proyectos viales contribuye a la disminución de las emisiones contaminantes. Al reutilizar residuos de la industria azucarera, se reduce la necesidad de generar nuevos materiales constructivos, lo que a su vez disminuye los malestares invernales en la producción y transporte de insumos convencionales en la construcción. El aprovechamiento de CBCA en la construcción es un ejemplo de manejo responsable y eficaz de residuos. Convertir un subproducto generalmente desecado en un valioso recurso para el desarrollo de infraestructura vial no solo alivia el problema del exceso de residuos, sino que también ofrece una alternativa ecológica y sostenible para mejorar las vías de comunicación. Utilizar CBCA como material de construcción disminuye la explotación de recursos naturales limitados o de alto costo, usados comúnmente en la construcción de carreteras, tales como ciertos agregados o químicos para estabilizar el suelo. Esto no solo protege estos valiosos recursos, sino que también evita la degradación ambiental causada por su extracción. La CBCA, se enmarca en un modelo de uso sostenible. Su incorporación en la construcción de carreteras se alinea con los principios de la economía de reutilización, lo que resulta en una reducción de desechos y un impulso hacia la sostenibilidad. La inclusión de CBCA en la mejora de carreteras impulsa la innovación en el sector constructivo. Motiva la indagación de métodos de cimentación respetuosos con el medio ambiente, abriendo vías hacia prácticas de edificación más responsables y ecológicas.

El estímulo a la innovación con (CBCA), representa un campo prometedor con múltiples dimensiones y beneficios. Este análisis se centra en cómo la incorporación de CBCA como aditivo en la construcción de carreteras puede actuar como un catalizador para la innovación en la industria. La introducción de CBCA en la construcción de carreteras es un ejemplo de cómo la industria puede evolucionar hacia prácticas más sostenibles. Al reutilizar el material, se reduce la dependencia de materiales no renovables y se promueve la economía de reutilización. Este cambio

hacia materiales más ecológicos no solo beneficia al medio ambiente, sino que también sirve como modelo para futuras innovaciones en el uso de materiales sostenibles. La adopción de CBCA desafía las normativas y prácticas tradicionales para rediseñar métodos y materiales utilizados. Esto lleva a un pensamiento más crítico y creativo, que es esencial para la innovación. Los ingenieros, científicos y constructores están incentivados a explorar no solo las propiedades y aplicaciones de la CBCA, sino también a buscar otros materiales alternativos y tecnologías que puedan mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la construcción. El mundo enfrenta constantemente nuevos desafíos ambientales y económicos. La innovación impulsada por el uso de materiales como la CBCA ayuda a la industria de la construcción a adaptarse mejor a estos cambios, encontrando soluciones que son tanto económicamente viables como ambientalmente responsables. La integración de la CBCA en la construcción de carreteras no es solo una cuestión de ingeniería civil, sino que también involucra áreas como la química ambiental, la sostenibilidad y la economía. Esto promueve una colaboración multidisciplinaria, generando un intercambio de ideas y conocimientos que es fundamental para la innovación.

En el estudio sobre el empleo de (CBCA) para reforzar la subrasante en Tarapoto, nos encontramos con desafíos significativos que influyeron en la interpretación y aplicabilidad de nuestros resultados. La variabilidad en la composición de la CBCA, un subproducto agrícola, introdujo un grado de incertidumbre en nuestras conclusiones, ya que las diferencias en la calidad y las propiedades químicas del material pueden afectar su eficacia como agente estabilizante. Además, las condiciones climáticas de Tarapoto, marcadas por un ambiente húmedo y cálido, presentaron retos en cuanto a cómo la CBCA interactúa con el suelo en tales entornos y su capacidad para mantener la estabilidad y resistencia deseadas bajo estas condiciones extremas.

La naturaleza predominantemente experimental y de pequeña escala de nuestro estudio limitó nuestra capacidad de probar la efectividad del material en aplicaciones más extensas y variadas. Las pruebas de laboratorio, aunque cruciales para entender las propiedades básicas y potenciales del material, no siempre reflejan completamente su comportamiento en entornos reales y a gran escala. Por otro lado, factores como la disponibilidad y el costo de la CBCA, especialmente en regiones donde no es un subproducto combinado desechado, plantean preguntas sobre la viabilidad económica y logística de su uso a gran escala en proyectos de

infraestructura. Además, nuestra investigación reconoció la necesidad de un análisis más profundo del impacto ambiental a largo plazo del uso de CBCA. Esto incluye considerar cualquier posible efecto negativo que pueda tener el material en el medio ambiente, como la lixiviación de sustancias tóxicas o su interacción con los ecosistemas locales. Estas limitaciones destacan la importancia de continuar con investigaciones más exhaustivas y diversificadas que puedan proporcionar una comprensión más completa y matizada de cómo el CBCA puede ser utilizado de manera efectiva y sostenible en la mejora de sobrantes, especialmente en áreas con climas tropicales como Tarapoto. Estos estudios deben enfocarse no solo en superar las limitaciones técnicas y logísticas, sino también en asegurar que la aplicación de CBCA sea ambientalmente responsable y económicamente viable a largo plazo.

V. CONCLUSIONES

Se concluyó que la adición de la CBCA influye significativamente en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023. Donde los tratamientos de I.P, M.D.S, O.C.H, CBR encuentran un p -valor < 0.0001 , así también, se evidenció mejora con la adición del CBCA al 20% se obtiene un CBR de 15.8%, la máxima densidad seca incrementa porcentualmente teniendo un 1.836, así mismo se logró reducir el índice de plasticidad de la muestra analizada al 10.3% con la adición del CBCA al 20%.

Se concluye que el suelo es arcilloso de poca plasticidad, así también mediante el ensayo de límite de atterberg de la calicata 01 de la muestra patrón el I.P. es de 16.70% y adicionando el 5,10 y 20% de CBCA se mejoró reduciendo el I.P., alcanzando un valor de 12.26 % de I.P con adición de cenizas al 5%, con la adición al 10% se obtuvo 13.98% de I.P y por último con la adición al 20% alcanzó a un 10.50% de I.P, de la misma forma mediante este ensayo se obtuvo el porcentaje óptimo de adición para poder disminuir el I.P., el cual es el 20% de adición de CBCA.

Por consiguiente se concluye que la M.D.S. y el O.C.H. del suelo arcilloso con adición de CBCA al 5% alcanzo un valor de 1.661gr/cm³ con un O.C.H. de 9.000%, en el segundo porcentaje del 10 % de CBCA alcanzo una M.D.S de 1.746gr/cm³ con una humedad de 9.000% y por ultimo con la adición del 20% de cenizas logró una M.D.S. de 1.836gr/cm³ con humedad de 10.000%, dichos resultados fundamentan que la M.D.S.con adición estuvo por encima de la densidad seca del patrón que normalmente llega a 1.686gr/cm³ con una humedad de 6.50%, lo que representa una mejora en sus propiedades mecánicas a través de la compactación.

Finalmente se concluyó que el suelo arcilloso logra la estabilización con la adición al 20% de CBCA, en relación al peso seco de la muestra del suelo y el O.C.H., alcanzando un CBR al 95% de 15.77% con el 20% de adición de CBCA, con un 5% de cenizas alcanzó un CBR al 95% de 11.85% y con un 10% consiguió un CBR de 10.77%, se obtuvo un mejor resultado con la adición del 20% de cenizas.

VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere perfeccionar el procedimiento de integración de la CBCA(CBCA) con el suelo natural para alcanzar óptimas condiciones de compactación y estabilidad, replicando los resultados positivos observados en el entorno de laboratorio. Además, se aconseja tamizar la CBCA a través de una malla N° 200 para obtener un material más fino, lo cual es crucial ya que la finura de la ceniza mejora significativamente su capacidad de adherencia al suelo.

Se recomienda específicamente el uso de CBCA en suelos de textura fina, como los arcillosos y limosos, que normalmente presentan un bajo índice de Capacidad de Soporte de California (CBR). La adición de este material estabilizador ha demostrado ser eficaz en incrementar los índices de CBR y Proctor modificado, así como en reducir el índice de plasticidad, alineándose con las especificaciones de las normativas técnicas, como las del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Fomentar y difundir entre los colegios de ingenieros a nivel nacional y en el MTC la implementación de CBCA como un estabilizante eficaz para suelos arcillosos de baja capacidad portante. Esta difusión debe enfocarse en suelos con un CBR menor al 6% que requieran mejoramiento, destacando las ventajas de esta técnica en términos de eficiencia y sostenibilidad.

Se aconseja el empleo de un 20% de CBCA en la mejora de suelos arcillosos. Esta proporción ha demostrado ser efectiva en incrementar la capacidad de carga y, por consiguiente, la resistencia del suelo, lo que es crucial para la construcción de infraestructuras duraderas y confiables.

REFERENCIAS

ARBELÁEZ, Oscar Felipe, DELGADO, Karen Alejandra y CASTAÑEDA, Juan David, 2023. Efecto de la incorporación de ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas y las emisiones de dióxido de carbono del hormigón preparado con residuos de vidrio. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*. Vol. 62, n.º 5, pp. 443-451. DOI 10.1016/j.bsecv.2022.08.001.

ATOCHE, Victor Manuel Tepe y MONTALVO, Juan Pedro Soplapuco, 2020. Estrategias metodológicas utilizadas en Ingeniería: una revisión sistemática. *EDUCARE ET COMUNICARE Revista de investigación de la Facultad de Humanidades*. Vol. 8, n.º 2, pp. 67-77. DOI 10.35383/educare.v8i2.538.

BARRANTES, Richard Wilson, 2021. *Diseño y evaluación de ladrillos de concreto $f_c = 210 \text{Kg/cm}^2$ adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar*, Lima 2021. . Universidad César Vallejo. Book Title: Diseño y evaluación de ladrillos de concreto $f_c = 210 \text{Kg/cm}^2$ adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Lima 2021

BENDEZÚ, Maxs, 2019. *Aplicación de ceniza de bagazo de la caña de azúcar en ladrillos ecológicos en el distrito de Puente Piedra, Lima – 2019*. . Universidad César Vallejo. Book Title: Aplicación de ceniza de bagazo de la caña de azúcar en ladrillos ecológicos en el distrito de Puente Piedra, Lima – 2019

BERNAL, César, 2019. Metodología de la investigación. *Pearson*. p. 322.

CASTAÑEDA MOTA, María Marcela, 2022. La científicidad de metodologías cuantitativa, cualitativa y emergentes. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*. Vol. 16, n.º 1. DOI 10.19083/ridu.2022.1555.

CASTAÑEDA, Yerson, 2023. *Influencia de fibras de bagazo de caña de azúcar en el concreto $f_c = 280 \text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido*, Cusco - 2023. . Universidad César Vallejo. Book Title: Influencia de fibras de bagazo de caña de azúcar en el concreto $f_c = 280 \text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido, Cusco - 2023

CCANSAYA, Rosario y TELLO, Alberto Jesus, 2022. Análisis comparativo entre los métodos de estabilización por sustitución y por adición de cal de obra, para el mejoramiento de una subrasante arcillosa en la carretera Canta - Huayllay KM 57-59. [en línea]. Recuperado a partir de :

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/23352> [accedido 19 febrero 2024]. Accepted: 2022-09-21T21:02:21Z

CHEROS, Laritza Faet y GARCIA, Christopher Jack, 2021. Utilización de ceniza de bagazo de caña de azúcar en estabilización de subrasantes, Jibito - Miguel Checa - 2021 Sullana. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80853> [accedido 7 diciembre 2023]. Accepted: 2022-02-22T17:44:36Z

CRUZADO, Clever Iván, 2019. Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante la cal en la carretera Puente Ricardo Palma La Oroya. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47261> [accedido 19 febrero 2024]. Accepted: 2020-10-02T14:43:29Z

FARFÁN, Marlon Gastón FARFÁN y PASTOR, Hary Hernando PASTOR, 2019. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura*. Vol. 7, n.º 3, pp. 25-31. DOI <https://doi.org/10.18050/RevUCVHACER.v7n3a2>.

FLORES, Karen Kassandra, 2020. Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martín-2020. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47893> [accedido 19 febrero 2024]. Accepted: 2020-10-20T00:28:43Z

GALLO, Juan Francisco, 2022. *Análisis de la estabilización de suelos expansivos utilizando hormigón asfáltico reciclado, ceniza del bagazo de caña de azúcar para la sub rasante de los pavimentos* [en línea]. bachelorThesis . Guayaquil: ULVR, 2022. Recuperado a partir de : <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4985> [accedido 17 febrero 2024]. Accepted: 2022-03-16T19:59:16Z

GUAMÁN, Klever, HERNÁNDEZ, Eduardo y LLOAY, E, 2021. El proyecto de investigación: la metodología de la investigación científica o jurídica. *Revista Conrado*. Vol. 17, n.º 81, pp. 163-169.

GUPTA, Chandan Kumar, SACHAN, A. K. y KUMAR, Rakesh, 2021. Examination of Microstructure of Sugar Cane Bagasse Ash and Sugar Cane Bagasse Ash Blended

Cement Mortar. *Sugar tech: an international journal of sugar crops & related industries*. Vol. 23, n.º 3, pp. 651-660. DOI 10.1007/s12355-020-00934-8.

GUTIÉRREZ, Angie Geraldine, FAJARDO, Nicolas y PEREZ, Willmer, 2022. Evaluación de las propiedades mecánicas del material de subrasante y afirmado de la zona carrera 10 con calle 19, "B/ San Jorge comuna 3", de Ibagué - Tolima con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar. . Vol. 1, n.º 1, p. 11. DOI <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/46417>.

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, R, 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. México : McGraw-Hill. ISBN 978-970-10-5753-7. Recuperado a partir de : <https://www.estudiojuridicolingsantos.com/2020/09/metodologia-de-la-investigacion-las.html>

HUARACA, Carlos Yasmany, 2022. Evaluación de la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto elaborado con ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial del cemento en Abancay, 2019. . DOI <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/378>. Accepted: 2022-08-02T20:37:41Z

HUAYLLAPUMA, Jaddy Nashira y SALDIVAR, Shunqo Sami, 2020. *Adición de las cenizas de bagazo de caña de azúcar en el comportamiento mecánico del concreto $F'_{C}=210\text{kg/cm}^2$ en Abancay 2020* [en línea]. Universidad César Vallejo. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61436> Book Title: Adición de las cenizas de bagazo de caña de azúcar en el comportamiento mecánico del concreto $F'_{C}=210\text{kg/cm}^2$ en Abancay 2020

LLANOS, Arnulfo y QUISPE, Fernando Raúl, 2022. *Estabilización de subrasante incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar en camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022* [en línea]. Universidad César Vallejo. Recuperado a partir de : <https://hdl.handle.net/20.500.12692/113915> Book Title: Estabilización de subrasante incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar en camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022

MILLONES, Mario, PEREZ, Sócrates P. Muñoz y VILLANUEVA, Cristian D., 2023. La Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar Como Aditivo Estabilizador en Suelos

Arcillosos con Fines de Pavimentación: Una Revisión Literaria. *Ingeniería y Competitividad*. Vol. 25, n.º 1, p. e-30211801. DOI 10.25100/iyc.v25i1.11801.

NEIRA, Ader Disney Roman y ROJAS, Guzman Mendoza, 2023. Bloques de concreto con adición de ceniza de caña de azúcar y concreto reciclado en Lambayeque, Perú. *Revista Científica Pakamuros*. Vol. 11, n.º 4, pp. 102-120. DOI 10.37787/pakamuros-unj.unj02347.

PALOMINO, Evelin Aracelly y TORRES, Javier Alejandro, 2021. Ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. *Universidad Ricardo Palma* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4839> [accedido 17 febrero 2024]. Accepted: 2022-05-12T02:44:01Z

RAMOS, Frank Alberto Jhosymar, 2020. Influencia de las cenizas del bagazo de caña de azúcar y cáscara de arroz en la resistencia a la compresión del mortero modificado. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55238> [accedido 18 febrero 2024]. Accepted: 2021-03-23T05:05:33Z

RENTERÍA, Félix Eduardo, 2023. Influencia de la sustitución del agregado fino por ceniza de bagazo de caña de azúcar en propiedades físicas-mecánicas del concreto 210 kg/ cm², 2022. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108035> [accedido 18 febrero 2024]. Accepted: 2023-03-03T17:34:08Z

ROCCA, Fernando Jesús, 2020. Evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes, Ferreñafe 2020. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57669> [accedido 18 febrero 2024]. Accepted: 2021-04-20T22:16:41Z

SALAS, Fabio Fabian, 2022. Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Abancay Apurímac 2022. *Universidad César Vallejo* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28437> [accedido 17 febrero 2024]. Accepted: 2019-03-04T14:11:34Z

SANCHEZ, Lady y TORRES, Zerpa Menem, 2019. Diseño sismorresistente en una edificación apoticada aplicando fibras de bagazo de caña de azúcar en Jicamarca Anexo 8, Huarochirí, 2019. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82957> [accedido 18 febrero 2024]. Accepted: 2022-03-04T23:54:01Z

ZAPATA, Gregori Antoini, 2021. Diseño de mezcla de concreto con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) para mejorar la resistencia a compresión, Chongoyape, Lambayeque. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89671> [accedido 18 febrero 2024]. Accepted: 2022-06-08T20:10:44Z

ZEA, Jesús Alexander et al., 2022. Desempeño de la adición de ceniza de bagazo de caña como filler para producir concretos autocompactantes. *Revista ALCONPAT*. Vol. 13, n.º 1, pp. 80-96. DOI 10.21041/ra.v13i1.642.

ZEVALLLOS, Antony, 2022. Aplicación de parámetros geotécnicos para determinar la capacidad de soporte de la subrasante en el diseño de vía de la carretera rural ruta em.pe-15(GLORIA) distrito de la Joya, provincia de Arequipa. [en línea]. Recuperado a partir de : <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12134> [accedido 19 febrero 2024].

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente Adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar	ÁLVAREZ ET AL (2019). La ceniza de bagazo de caña de azúcar es señalada como producto proveniente de un desecho. Es también utilizada como combustible a fin de colaborar con el calentamiento de las calderas que permiten la obtención del azúcar. Este material tiene propiedades cementantes que contribuyen con el mejoramiento de un diseño para una subrasante.	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar pretende mejorar la capacidad portante del suelo arcilloso del Jr. Ricardo Palma a fin de dar solución y mejorar sus condiciones.	Propiedades químicas Propiedades físicas	CaO (Óxido de Calcio) SiO ₂ (Sílice) Al ₂ O ₃ (Óxido de Aluminio) Fe ₂ O ₃ (Óxido Férrico) Textura Color	Razón
Variable dependiente Capacidad portante	Llamoga (2018) define a la capacidad portante como la capacidad de un terreno para poder soportar todas las cargas que se aplican sobre él. De tal forma menciona que la subrasante es aquella que aguanta las cargas que transmiten el pavimento. En cuanto a la capacidad de carga se basa en la función de la tipología del suelo, el nivel de compactación y de la humedad.	La capacidad portante desempeña un factor importante en la construcción de vías porque tomarlo en cuenta evita los fallos como los asentamientos.	Propiedades físicas y mecánicas del suelo Índice de plasticidad del suelo arcilloso Densidad seca y óptimo contenido de humedad Capacidad de carga y resistencia	Granulometría Tipo de suelo Contenido de humedad Limite líquido Máxima densidad Contenido de humedad CBR con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar al 0%, 5%, 15% y 20%.	Razón Razón Razón Razón

Anexo 02: Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	hipótesis general	Variables	Análisis metodológico	población y muestra
¿Cuál es la influencia de la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023?	Determinar la influencia de la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto 2023.	Hi: La adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente en la capacidad portante de la subrasante en las calles de Tarapoto 2023. Ho: La adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar no influye significativamente en la capacidad portante de la subrasante en las calles de Tarapoto 2023.	Variable independiente: Ceniza de bagazo de caña de azúcar.	Tipo de investigación Cuantitativo Experimental	Población: Barrio huayco
problemas específicos	objetivos específicos				
¿Cuál es el tipo de suelo extraído en la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023?	Identificar el tipo de suelo extraído en la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023.		Variable dependiente: Capacidad portante	Diseño de la investigación: Investigación tipo aplicada	Muestra: 4 calicatas del Jr. Ricardo Palma cdra 9, 10, 11 y 12 de la ciudad de Tarapoto.
¿Cuál es la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar del Jr. Ricardo Palma cdra.	Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar para la mejora de la subrasante del Jr.				

9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023?	Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023.				
¿Cuál es la capacidad de carga y resistencia del suelo arcilloso al adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023?	Identificar la capacidad de carga y resistencia del suelo arcilloso al adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar la subrasante del Jr. Ricardo Palma cdra. 9, 10, 11 y 12, Tarapoto 2023.				

Anexo 03: Instrumentos de recolección de datos.



TECNOLOGÍA EN ESTUDIO

PROYECTO : _____
TESISTA : _____
UBICACIÓN : DIST. _____ PROV. _____ DEP. _____
CALICATA : _____ PROF (m): _____

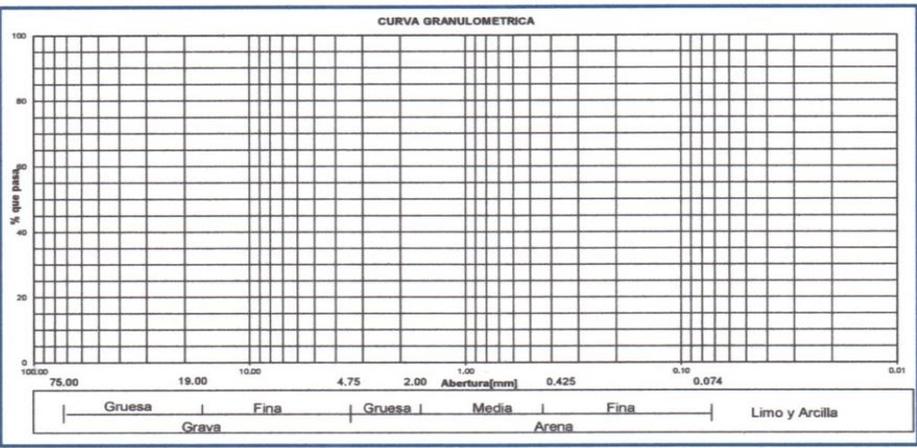
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D6913 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura [mm]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75	
2"	50	
1 1/2"	37.5	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12.5	
3/8"	9.5	
5/16"	6.25	
N°4	4.75	
N°10	2	
N°20	0.85	
N°40	0.425	
N°60	0.25	
N°140	0.106	
N°200	0.075	

CARACTERISTICAS FISICAS			
IDENTIFICACION : CALICATA N°/MUESTRA N°			
PROFUNDIDAD	[m]		
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°]	[gr/cc]		
HUMEDAD NATURAL	[%]		
LIMITE LIQUIDO	[%]		
LIMITE PLASTICO	[%]		
INDICE PLASTICO	[%]		
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200	[%]		
LIMITE DE CONTRACCION	[%]		
POTENCIAL DE EXPASION			
CLASIFICACION S.U.C.S.			
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.			
INDICE DE CONSISTENCIA			
D10 [mm]	—	Cu	—
D30 [mm]	—	Cc	—
D60 [mm]	—		—
% Grava	0.00	% Arena	0.00
		% Finos	0.00

CURVA GRANULOMETRICA



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)			
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)			
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100			

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)		
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)		
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100		
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO			
TESISTA			
EXCAVACION	PROF.(m)	LOCALIZACION :	
NIVEL FREATICO			PROV.
METODO DE EXCAV:	FECHA	DEPT.	

Prof. (m)	NIVEL DE NAPA FREATICA	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00	0.40					
0.05						
0.10						
0.15						
0.20						
0.25						
0.30						
0.35						
0.40						
0.45						
0.50						
0.55						
0.60						
0.65						
0.70						
0.75						
0.80						
0.85						
0.90						
0.95						
1.00						
1.05						
1.10						
1.15						
1.20						
1.25						
1.30						
1.35						
1.40						
1.45						
1.50						
1.50						

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

PROYECTO :

TESISTA :

UBICACIÓN : PROV. DEP.

CALICATA : PROF (m):

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN :

NUMERO DE GOLPES POR CAPA :

NUMERO DE CAPAS :

NÚMERO DE ENSAYO					
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)					
PESO DE MOLDE (gr)					
PESO SUELO HÚMEDO (gr)					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)					
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)					
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)					

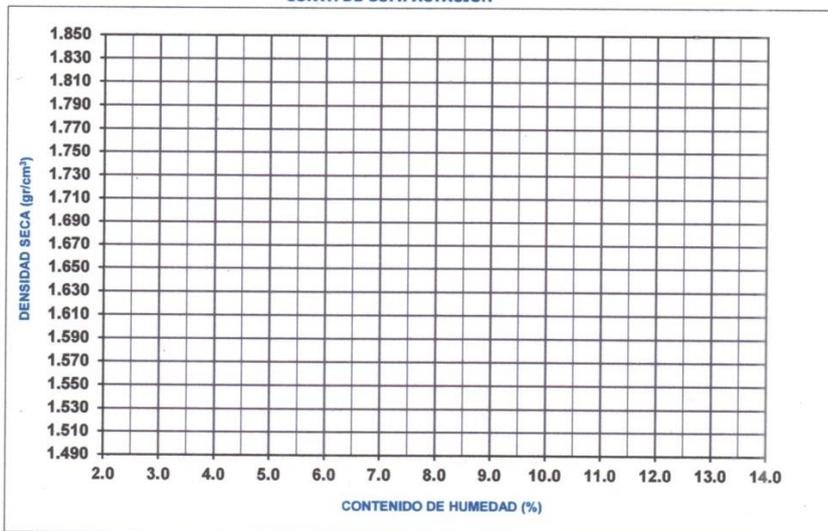
CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°					
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)					
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)					
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)					
PESO DE SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

CURVA DE COMPACTACIÓN



PROYECTO :

TESISTA :

UBICACIÓN : DIST.

PROV.

DEP.

CALICATA :

PROF (m):

ENSAYOS RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. NORMAS (ASTM D188 - NTP 339:145)

ENSAYO RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MOLDE N°			
N° DE CAPAS			
N° DE GOLPES POR CAPA			
MUESTRA			
VOLUMEN DE MOLDE			
PESO DE MOLDE			
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO			
PESO DEL SUELO HUMEDO			
DENSIDAD HUMEDA			
RECIPIENTE N°			
PESO DE RECIPIENTE			
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO			
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO			
PESO DE AGUA			
PESO DE SUELO SECO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
DENSIDAD SECA			

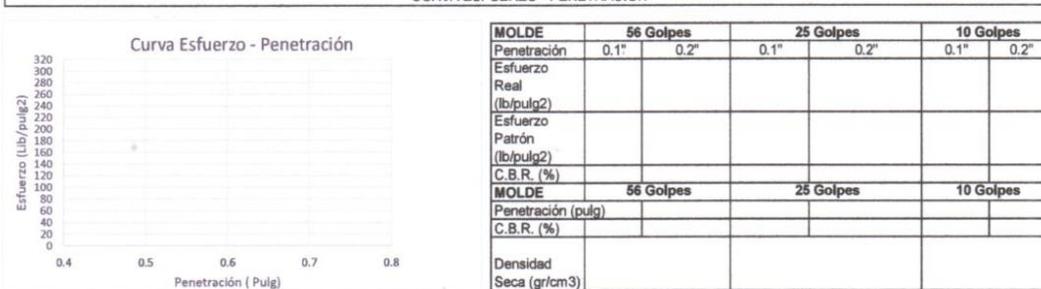
DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (hrs)	EXPANSIÓN							
			56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes			
			DIAL	EXPANSIÓN mm %	DIAL	EXPANSIÓN mm %	DIAL	EXPANSIÓN mm %		

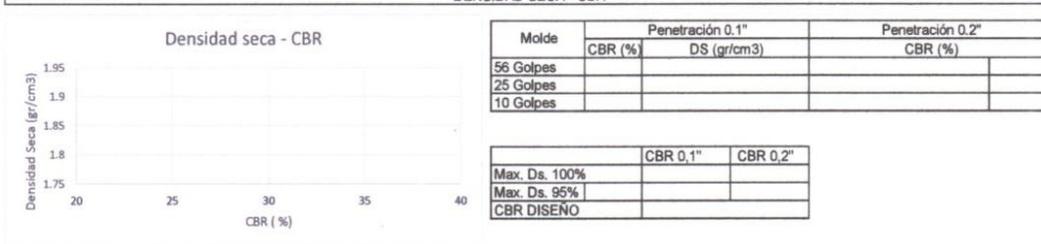
C.B.R. FACTOR DE DEFORMACIÓN DEL ANILLO

PENETRACIÓN (Pulg)	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)
0.025						
0.050						
0.075						
0.100						
0.150						
0.200						
0.250						
0.300						

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



DENSIDAD SECA - CBR



Anexo 05: Certificados de laboratorio



PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021*

TESISTA : Segundo Agustin García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 01

PROF (m): 1.50

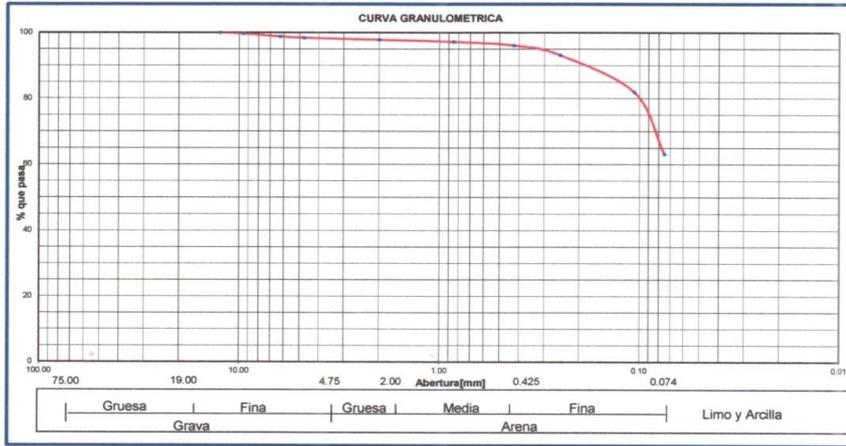
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D6913 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura [mm]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75	
2"	50	
1 1/2"	37.5	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12.5	100
3/8"	9.5	99.7
1/4"	6.25	98.8
N *4	4.75	98.4
N *10	2	97.8
N *20	0.85	97.2
N *40	0.425	96.1
N *60	0.25	93.2
N *140	0.106	81.9
N *200	0.075	63.1

CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-01/M-01		
PROFUNDIDAD [m]	0.80 - 1.50		
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°] [gr/cc]			
HUMEDAD NATURAL [%]	17.06		
LIMITE LIQUIDO [%]	18.80		
LIMITE PLASTICO [%]	2.10		
INDICE PLASTICO [%]	16.70		
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	93.20		
LIMITE DE CONTRACCION			
POTENCIAL DE EXPASION			
CLASIFICACION S.U.C.S.	Bajo		
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	CL		
INDICE DE CONSISTENCIA	A-6 [9]		
	Muy Blando [0.1]		
D10 [mm]	-	Cu	-
D30 [mm]	-	Cc	-
D60 [mm]	-		
% Grava	% Arena	% Finos	
1.60	35.30	63.10	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

A. LIMITE LIQUIDO

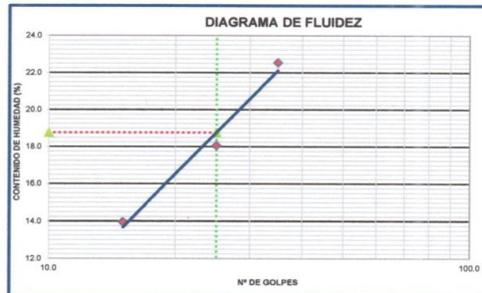
Procedimiento	Tara Nº			
	1	2	3	
1. No de Golpes	35	25	15	
2. Peso Tara, [gr]	3.06	2.99	3.01	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	11.43	9.92	10.6	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	9.89	8.86	9.67	
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	1.54	1.06	0.93
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	6.83	5.87	6.66
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	22.55	18.06	13.96

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº		
	1	2	
1. Peso Tara, [gr]	5.7	9.1	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	11.34	13.73	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	11.23	13.63	
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	0.11	0.1
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	5.53	4.53
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	1.99	2.21
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	2.10		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº	
1. Peso Tara, [gr]	28.95	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	166.33	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	146.31	
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	20.02
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	117.36
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	17.06



Arévalo
Ing. Luis Armando Cuzco Arigozo
 CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo **PROV. SAN MARTIN** **DEP. SAN MARTIN**

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO **PROF (m):** 1.50

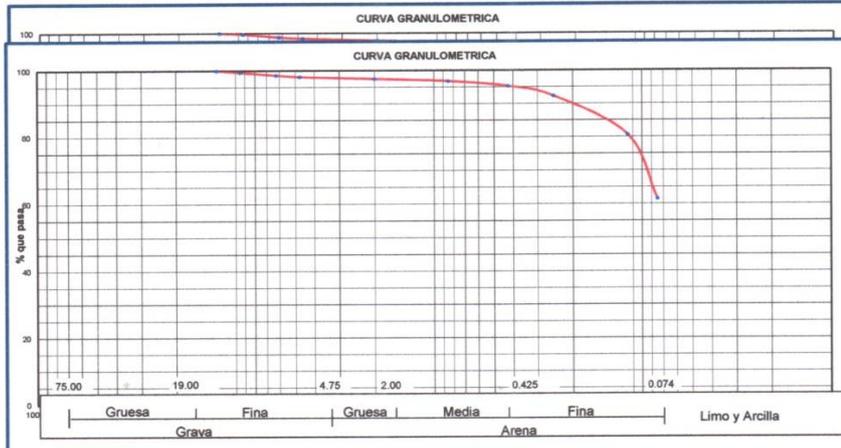
CALICATA : C - 02

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D6913 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura [mm]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75	
2"	50	
1 1/2"	37.5	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12.5	100
3/8"	9.5	99.5
1/4"	6.25	98.6
N°4	4.75	98.1
N°10	2	97.5
N°20	0.85	96.8
N°40	0.425	95.3
N°60	0.25	92.3
N°140	0.106	80.6
N°200	0.075	61.5

CARACTERISTICAS FISICAS			
IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº			C-02/M-01
PROFUNDIDAD [m]			0.80 - 1.50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]			
HUMEDAD NATURAL [%]			16.86
LIMITE LIQUIDO [%]			14.40
LIMITE PLASTICO [%]			3.90
INDICE PLASTICO [%]			10.50
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]			92.30
LIMITE DE CONTRACCION			Bajo
POTENCIAL DE EXPASION			CL
CLASIFICACION S.U.C.S.			A-6
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.			Liquido
INDICE DE CONSISTENCIA			##
D10 [mm]		Cu	
D30 [mm]		Cc	
D60 [mm]			
% Grava	% Arena	% Finos	
1.90	36.60	61.50	



2. LIMITES DE CLASIFICACION

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	1	2	3
1. No de Golpes	16	21	30
2. Peso Tara, [gr]	2.92	4.51	4.25
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	7.39	8.42	8.52
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	6.42	7.74	8.20
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	0.97	0.68	0.32
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	3.50	3.23	3.95
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	27.71	21.05	8.10

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº
	1
1. Peso Tara, [gr]	31.25
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	194.21
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	170.70
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	23.51
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	139.45
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	16.86

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	5.91	2.49
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	7.50	4.56
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	7.45	4.47
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0.05	0.09
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	1.54	1.98
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	3.25	4.55
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	3.90	



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESTISTA : Segundo Agustín García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 03

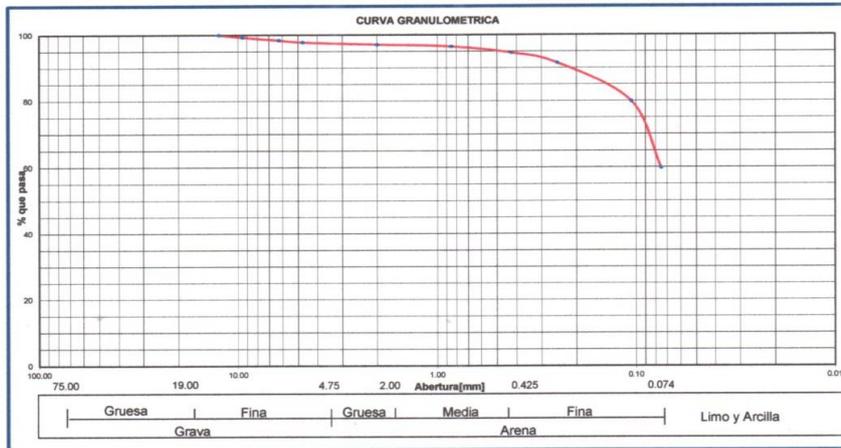
PROF (m): 1.50

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D6913 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura [mm]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75	
2"	50	
1 1/2"	37.5	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12.5	100
3/8"	9.5	99.3
1/4"	6.25	98.4
N°4	4.75	97.8
N°10	2	97.1
N°20	0.85	96.5
N°40	0.425	94.6
N°60	0.25	91.5
N°140	0.106	79.9
N°200	0.075	59.8

CARACTERISTICAS FISICAS			
IDENTIFICACION :	CALICATA N°/MUESTRA N°		C-03/M-01
PROFUNDIDAD	[m]		0.80 - 1.50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°]	[gr/cc]		
HUMEDAD NATURAL	[%]		16.45
LIMITE LIQUIDO	[%]		14.60
LIMITE PLASTICO	[%]		4.50
INDICE PLASTICO	[%]		10.11
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200	[%]		91.50
LIMITE DE CONTRACCION	[%]		
POTENCIAL DE EXPANSION			Bajo
CLASIFICACION S.U.C.S.			CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.			A-6 [9]
INDICE DE CONSISTENCIA			Líquido ##
D10 [mm]		Cu	
D30 [mm]		Cc	
D60 [mm]			
% Grava	% Arena	% Finos	
2.20	38.00	59.80	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

A. LIMITE LIQUIDO

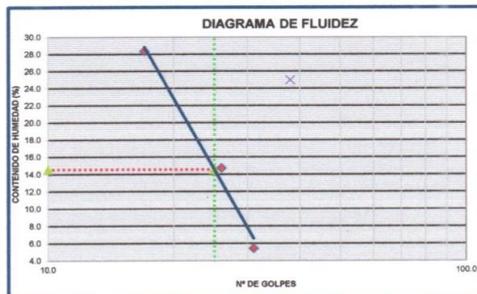
Procedimiento	Tara N°		
	1	2	3
1. No de Golpes	17	26	31
2. Peso Tara, [gr]	3.06	2.99	3.01
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	11.43	9.92	10.6
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	9.58	9.03	10.21
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	1.85	0.89	0.39
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	6.52	6.04	7.2
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	28.37	14.74	5.42

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	20.65
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	154.28
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	135.40
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	18.88
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	114.75
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	16.45

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	5.30	6.04
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	10.21	12.43
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	9.95	12.22
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0.26	0.21
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	4.65	6.18
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	5.59	3.40
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	4.50	



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 04

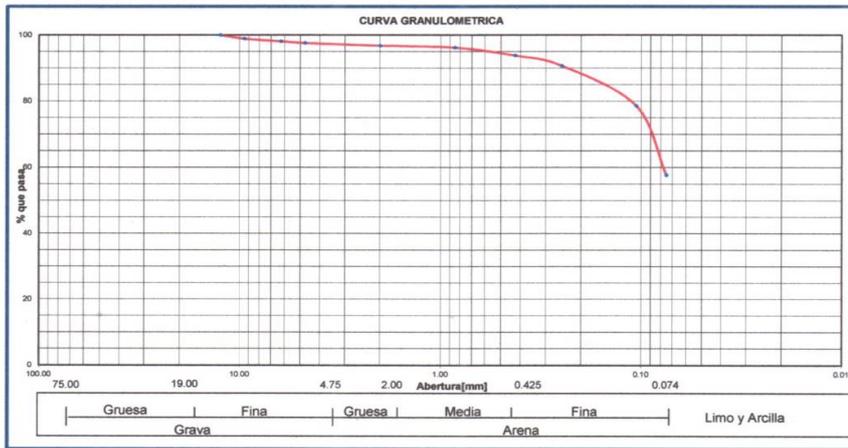
PROF (m): 1.50

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D6913 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura [mm]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75	
2"	50	
1 1/2"	37.5	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12.5	100
3/8"	9.5	98.9
1/4"	6.25	98.1
N*4	4.75	97.6
N*10	2	96.8
N*20	0.85	96.2
N*40	0.425	93.8
N*60	0.25	90.7
N*140	0.106	78.6
N*200	0.075	57.7

CARACTERISTICAS FISICAS		
IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº		C-04/M-01
PROFUNDIDAD (m)		0.80 - 1.50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS (corregido por tº) [gr/cc]		
HUMEDAD NATURAL [%]		16.10
LIMITE LIQUIDO [%]		15.90
LIMITE PLASTICO [%]		2.64
INDICE PLASTICO [%]		13.26
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]		90.70
LIMITE DE CONTRACCION [%]		
POTENCIAL DE EXPANSION		Bajo
CLASIFICACION S.U.C.S.		CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		A-4 [9]
INDICE DE CONSISTENCIA		Liquido 0.0
D10 (mm)	Cu	
D30 (mm)	Cc	
D60 (mm)		
% Grava	% Arena	% Finos
2.40	39.90	57.70



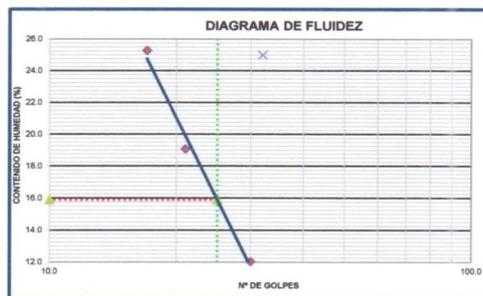
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

Procedimiento	Tara Nº		
	1	2	3
1. No de Golpes	17	21	30
2. Peso Tara, [gr]	2.56	2.62	3.60
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	11.63	10.05	10.40
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	9.80	8.86	9.67
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	1.83	1.19	0.73
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	7.24	6.24	6.07
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	25.28	19.07	12.03

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	19.23
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	149.10
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	131.09
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	18.01
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	111.86
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	16.10

Procedimiento	Tara Nº	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	5.90	7.14
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	11.38	13.79
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	11.23	13.63
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0.15	0.16
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	5.33	6.49
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	2.81	2.47
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	2.64	



Ing. Luis Armando Cuzco Prigozo
CIP: 125238

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RIC PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CUIDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROF (m): 1.50

CALICATA : C - 01 + 5% de CBCA

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D6913 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura [mm]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75	
2"	50	
1 1/2"	37.5	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12.5	
3/8"	9.5	
1/4"	6.25	
N°4	4.75	
N°10	2	
N°20	0.85	
N°40	0.425	
N°60	0.25	
N°140	0.106	
N°200	0.075	

CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº		C-01/M-01
PROFUNDIDAD [m]		0.80 - 1.50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]		
HUMEDAD NATURAL [%]		17.06
LIMITE LIQUIDO [%]		14.40
LIMITE PLASTICO [%]		2.15
INDICE PLASTICO [%]		12.26
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]		0.00
LIMITE DE CONTRACCION [%]		Bajo
POTENCIAL DE EXPANSION		CL
CLASIFICACION S.U.C.S.		A-6 (9)
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		Liquido ##
INDICE DE CONSISTENCIA		
D10 [mm]	Cu	
D30 [mm]	Cc	
D60 [mm]		
% Grava	% Arena	% Finos
0.00	0.00	0.00

2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	1	2	3
1. No de Golpes	14	23	29
2. Peso Tara, [gr]	2.58	2.39	2.54
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	10.04	8.82	9.45
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	8.59	7.95	8.71
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	1.45	0.87	0.74
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	6.01	5.56	6.17
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	24.13	15.65	11.99

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	28.95
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	166.33
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	146.31
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	20.02
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	117.36
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	17.06

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	4.59	8.92
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	10.38	12.65
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	10.23	12.59
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0.15	0.06
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	5.64	3.67
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	2.66	1.63
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	2.15	



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 01 + 10% de CBCA

PROF (m): 1.50

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D6913 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura [mm]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75	
2"	50	
1 1/2"	37.5	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12.5	
3/8"	9.5	
1/4"	6.25	
N°4	4.75	
N°10	2	
N°20	0.85	
N°40	0.425	
N°60	0.25	
N°140	0.106	
N°200	0.075	

CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-01/M-01	
PROFUNDIDAD [m]	0.80 - 1.50	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°] [gr/cc]		
HUMEDAD NATURAL [%]	17.06	
LIMITE LIQUIDO [%]	15.70	
LIMITE PLASTICO [%]	1.73	
INDICE PLASTICO [%]	13.98	
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	0.00	
LIMITE DE CONTRACCION		
POTENCIAL DE EXPANSION	Bajo	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL	
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6	(9)
INDICE DE CONSISTENCIA	Liquido	##
D10 [mm]	Cu	
D30 [mm]	Cc	
D60 [mm]		
% Grava	% Arena	% Finos
0.00	0.00	0.00

2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	1	2	3
1. No de Golpes	13	24	31
2. Peso Tara, [gr]	3.02	2.89	3.06
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	8.65	8.96	8.68
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	7.64	8.08	8.03
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	1.01	0.88	0.65
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	4.62	5.19	4.97
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	21.86	16.96	13.08

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	28.95
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	166.33
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	146.31
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	20.02
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	117.36
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	17.06

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	4.56	4.72
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	12.26	12.86
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	12.16	12.69
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0.1	0.17
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	7.6	7.97
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	1.32	2.13
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	1.73	



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CUIDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustin García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 01 + 20% de CBCA

PROF (m): 1.50

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D6913 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura [mm]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75	
2"	50	
1 1/2"	37.5	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12.5	100
3/8"	9.5	99.7
1/4"	6.25	98.8
N *4	4.75	98.4
N *10	2	97.8
N *20	0.85	97.2
N *40	0.425	96.1
N *60	0.25	93.2
N *140	0.106	81.9
N *200	0.075	63.1

CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-01/M-01	
PROFUNDIDAD [m]	0.80 - 1.50	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]		
HUMEDAD NATURAL [%]	17.06	
LIMITE LIQUIDO [%]	11.90	
LIMITE PLASTICO [%]	1.59	
INDICE PLASTICO [%]	10.31	
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	93.20	
LIMITE DE CONTRACCION [%]		
POTENCIAL DE EXPASION	Bajo	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL	
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6 [9]	
INDICE DE CONSISTENCIA	Liquido ##	
D10 [mm]	Cu	
D30 [mm]	Cc	
D60 [mm]		
% Grava	% Arena	% Finos
1.60	35.30	63.10

2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	1	2	3
1. No de Golpes	15	26	30
2. Peso Tara, [gr]	2.6	3.41	3.14
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	11.69	12.5	12.22
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	10.09	11.59	11.5
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	1.6	0.91	0.72
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	7.49	8.18	8.36
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	21.36	11.12	8.61

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	28.95
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	166.33
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	146.31
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	20.02
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	117.36
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	17.06

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	3.68	4.28
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	8.36	9.8
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	8.29	9.71
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0.07	0.09
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	4.61	5.43
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	1.52	1.66
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	1.59	




Ing. Luis Armando Cuzco Prigozo
 CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CUIDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 01

PROF (m): 1.50

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NUMERO DE CAPAS : 5

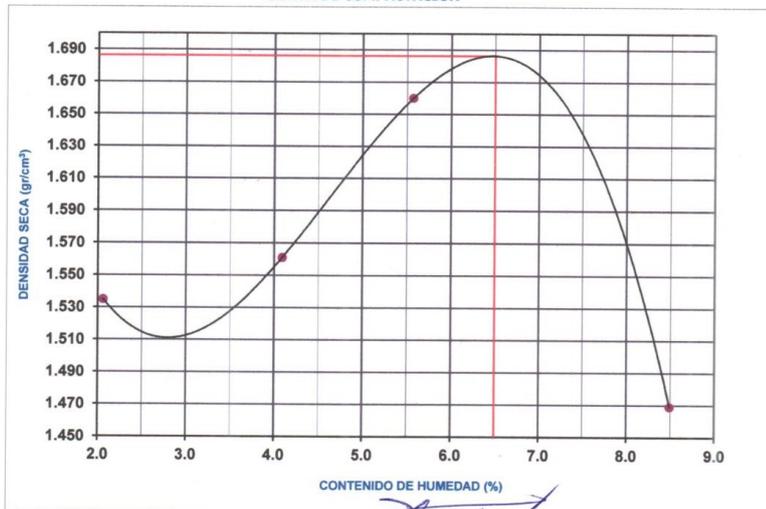
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3563	3619	3738	3589
PESO DE MOLDE (gr)	2085.20	2085.20	2085.20	2085.20
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1478.10	1533.40	1653.00	1503.90
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	943.47	943.47	943.47	943.47
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.57	1.63	1.75	1.59
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.54	1.56	1.66	1.47

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	110.10	114.12	100.70	98.82
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	108.43	110.65	96.72	93.18
PESO DE LA TARA (gr)	27.51	25.83	25.32	26.73
PESO DE AGUA (gr)	1.67	3.47	3.98	5.64
PESO DE SUELO SECO (gr)	80.92	84.82	71.40	66.45
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.06	4.09	5.57	8.49

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.686 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 6.50

CURVA DE COMPACTACIÓN



Ingeniera Arminda Lazco Tizgozo
CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 01 + 5% de CBCA

PROF (m): 1.50

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NUMERO DE CAPAS : 5

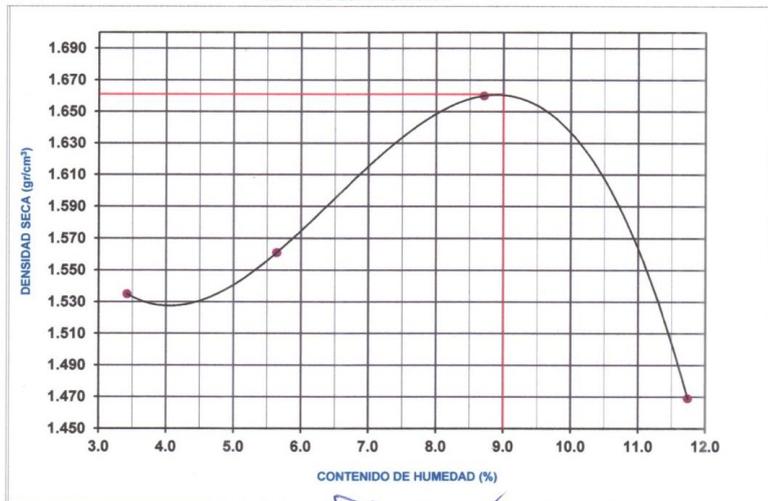
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3485	3708	3924	3789
PESO DE MOLDE (gr)	2085.20	2085.20	2085.20	2085.20
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1400.01	1623.20	1838.70	1703.50
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	943.47	943.47	943.47	943.47
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.48	1.72	1.95	1.81
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.43	1.63	1.79	1.62

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	109.30	110.50	108.32	104.23
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	106.51	105.91	101.59	95.98
PESO DE LA TARA (gr)	25.03	24.56	24.33	25.68
PESO DE AGUA (gr)	2.79	4.59	6.73	8.25
PESO DE SUELO SECO (gr)	81.48	81.35	77.26	70.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.42	5.64	8.71	11.74

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.661 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 9.00

CURVA DE COMPACTACIÓN



Luis Armando Cuzco Trigozo
Ingeniero Luis Armando Cuzco Trigozo
 CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CUIDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 01 + 10% de CBCA

PROF (m): 1.50

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NUMERO DE CAPAS : 5

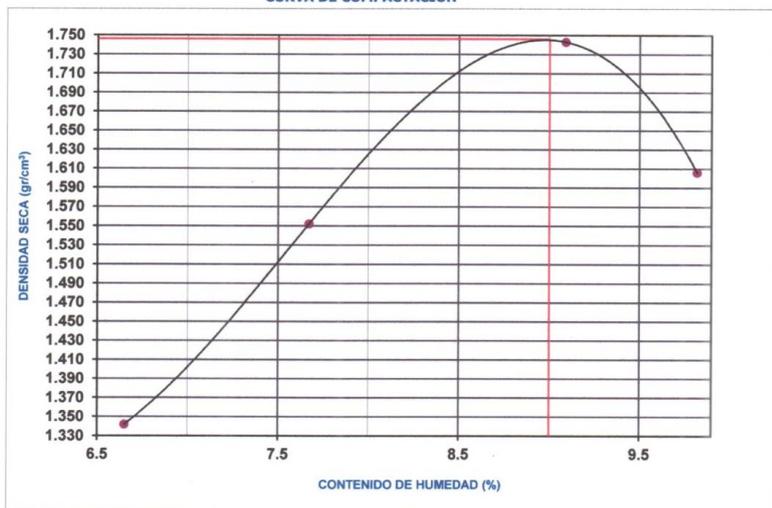
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3436	3662	3879	3750
PESO DE MOLDE (gr)	2085.20	2085.20	2085.20	2085.20
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1350.30	1576.50	1793.60	1664.34
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	943.47	943.47	943.47	943.47
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.43	1.67	1.90	1.76
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.34	1.55	1.74	1.61

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	114.06	115.06	114.07	104.20
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	108.51	108.61	106.59	97.18
PESO DE LA TARA (gr)	25.03	24.56	24.33	25.68
PESO DE AGUA (gr)	5.55	6.45	7.48	7.02
PESO DE SUELO SECO (gr)	83.48	84.05	82.26	71.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.65	7.67	9.09	9.82

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.746 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 9.00

CURVA DE COMPACTACIÓN



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125256

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustin García Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 01 + 20% de CBCA

PROF (m): 1.50

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NUMERO DE CAPAS : 5

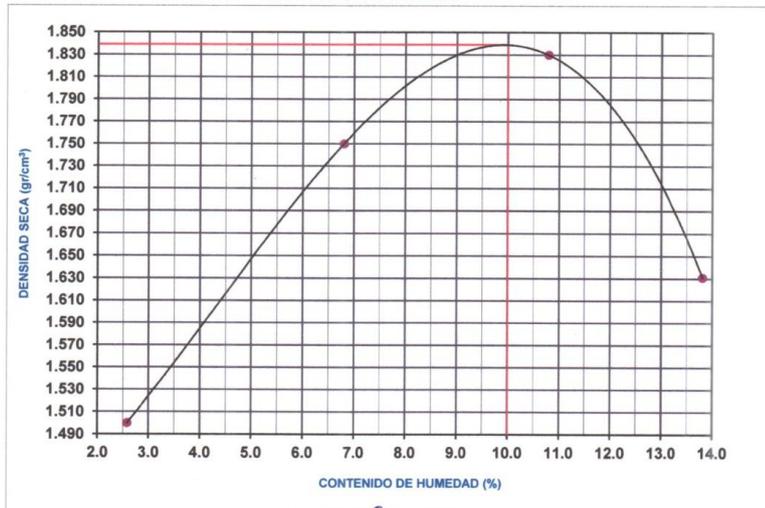
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3537	3848	3998	3837
PESO DE MOLDE (gr)	2085.20	2085.20	2085.20	2085.20
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1451.30	1763.10	1912.70	1751.50
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	943.47	943.47	943.47	943.47
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.54	1.87	2.03	1.86
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.50	1.75	1.83	1.63

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	78.54	88.38	72.50	83.60
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	77.37	84.86	68.87	77.59
PESO DE LA TARA (gr)	32.05	33.12	35.24	34.06
PESO DE AGUA (gr)	1.17	3.52	3.63	6.01
PESO DE SUELO SECO (gr)	45.32	51.74	33.63	43.53
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.58	6.80	10.79	13.81

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.839 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 10.00

CURVA DE COMPACTACIÓN



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

UBICACIÓN : **DIST. TARAPOTO** **PROV. SAN MARTIN** **DEP. SAN MARTIN**

CALICATA : **C - 01** **PROF (m): 1.50**

ENSAYOS RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. NORMAS (ASTM D188 - NTP 339:145)

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA			
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2323.00	2323.00	2323.00
PESO DE MOLDE	5104.90	4150.10	5093.80
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	9490.80	8413.10	9289.90
PESO DEL SUELO HUMEDO	4385.90	4263.00	4196.10
DENSIDAD HUMEDA	1.89	1.84	1.81
RECIPIENTE N°	A	B	C
PESO DE RECIPIENTE	27.20	26.25	26.89
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	107.89	118.66	106.34
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	99.87	107.10	94.85
PESO DE AGUA	8.12	11.62	11.54
PESO DE SUELO SECO	72.67	80.85	67.96
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.04	14.30	16.91
DENSIDAD SECA	1.70	1.61	1.55

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO (hrs)	56 Golpes				25 Golpes			10 Golpes	
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/02/2022	12:00 p.m	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
19/02/2022	12:00 p.m	96	51	1.295	1.02	62	1.575	1.25	73	1.854	1.47

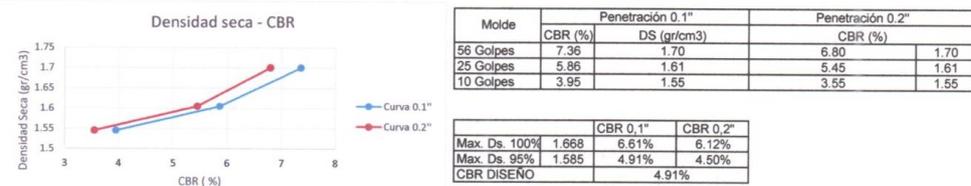
C.B.R. FACTOR DE DEFORMACIÓN DEL ANILLO						
PENETRACIÓN (Pulg)	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)
0.025	97.4	32.5	42.5	14.2	14.7	4.9
0.050	130.9	43.6	85.5	28.5	38.1	12.7
0.075	188.9	63.0	135.6	45.2	86.8	28.9
0.100	220.9	73.8	175.9	58.6	118.5	39.5
0.150	275.8	91.9	214.5	71.5	133.5	44.5
0.200	305.8	101.9	245.4	81.8	159.9	53.3
0.250	401.7	133.9	285.8	95.3	208.8	69.6
0.300	430.6	143.5	325.8	108.6	224.6	74.9

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
	Penetración (p)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"
C.B.R. (%)	7.36	6.80	5.86	5.45	3.95	3.55
Densidad Seca (gr/cm3)	1.70		1.61		1.55	

DENSIDAD SECA - CBR



	CBR 0.1"	CBR 0.2"
Max. Ds. 100%	1.668	6.61%
Max. Ds. 95%	1.585	4.91%
CBR DISEÑO	4.91%	

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustin Garcia Arévalo

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

CALICATA : C - 01 + 5% de CBCA

PROF (m): 1.50

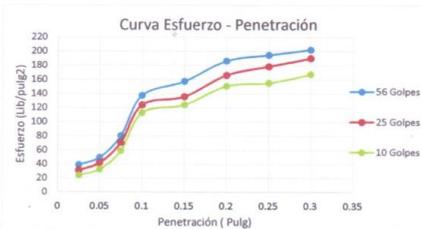
ENSAYOS RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. NORMAS (ASTM D188 - NTP 339:145)

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA			
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	35	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2323.00	2323.00	2323.00
PESO DE MOLDE	5104.60	4154.20	5095.60
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	9647.90	8549.70	9419.50
PESO DEL SUELO HUMEDO	4543.30	4395.50	4323.90
DENSIDAD HUMEDA	1.96	1.89	1.86
RECIPIENTE N°	A	B	C
PESO DE RECIPIENTE	15.33	17.30	15.03
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	76.16	64.50	65.30
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	74.93	62.66	61.15
PESO DE AGUA	3.96	5.56	6.53
PESO DE SUELO SECO	59.60	45.36	46.12
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.06	4.06	9.00
DENSIDAD SECA	1.92	1.82	1.71

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO (hrs)	56 Golpes			25 Golpes			10 Golpes		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/02/2022	12:00 p.m	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
24/02/2022	12:00 p.m	96	18	0.457	0.36	23	0.584	0.46	27	0.686	0.54

C.B.R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO							
PENETRACIÓN (Pulg)	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes		
	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	
0.025	117.3	117.3	39.1	93.1	31.0	72.3	
0.050	148.9	148.9	49.6	125.5	41.8	98.1	
0.075	241.4	241.4	80.5	212.2	70.7	177.2	
0.100	412.8	412.8	137.6	372.3	124.1	338.5	
0.150	472.6	472.6	157.5	407.7	135.9	372.6	
0.200	559.4	559.4	186.5	498.6	166.2	452.3	
0.250	584.3	584.3	194.8	535.6	178.5	465.6	
0.300	606.9	606.9	202.3	570.6	190.2	502.3	

CURVA ESFUERZO - PENETRACION



MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo Real (lb/pulg2)	137.60	186.47	124.10	166.20	112.83	150.77
Esfuerzo Patrón (lb/pulg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	13.76	12.43	12.41	11.08	11.28	10.05
MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
Penetración (p)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C.B.R. (%)	13.76	12.43	12.41	11.08	11.28	10.05
Densidad Seca (gr/cm3)	1.92		1.82		1.71	

DENSIDAD SECA - CBR



Molde	Penetración 0.1"		Penetración 0.2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm3)	CBR (%)	DS (gr/cm3)
56 Golpes	13.76	1.92	12.43	1.92
25 Golpes	12.41	1.82	11.08	1.82
10 Golpes	11.28	1.71	10.05	1.71

	CBR 0.1"	CBR 0.2"
Max. Ds. 100%	1.798	13.09%
Max. Ds. 95%	1.708	11.85%
CBR DISEÑO	11.85%	


Ing. Luis Armado Cuzco Prigozo
CIP: 125258

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

PROV. SAN MARTIN

DEP. SAN MARTIN

UBICACIÓN : DIST. TARAPOTO

PROF (m') 1.50

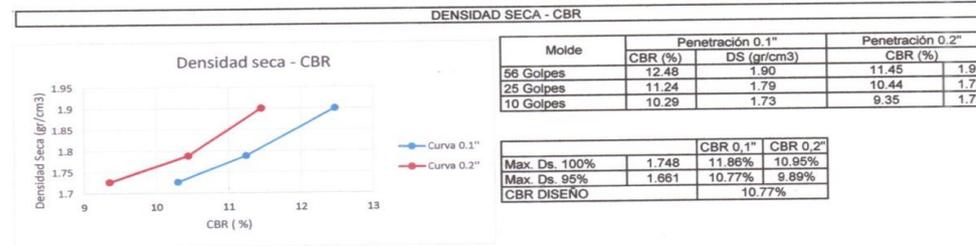
CALICATA : C - 01 + 10% de CBCA

ENSAYOS RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. NORMAS (ASTM D188 - NTP 339:145)

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA			
	1	2	3
MOLDE N°	5	5	5
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2323.00	2323.00	2323.00
PESO DE MOLDE	5102.80	4159.60	5093.80
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	9589.10	8498.80	9289.90
PESO DEL SUELO HUMEDO	4486.30	4339.20	4196.10
DENSIDAD HUMEDA	1.93	1.87	1.81
RECIPIENTE N°	A	B	C
PESO DE RECIPIENTE	14.13	13.22	15.60
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	77.12	66.23	67.43
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	76.11	63.97	64.31
PESO DE AGUA	3.06	3.29	4.69
PESO DE SUELO SECO	61.98	50.75	48.71
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.63	4.45	6.41
DENSIDAD SECA	1.90	1.79	1.70

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO (hrs)	56 Golpes			25 Golpes			10 Golpes		
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/02/2022	12:00 p.m	0	0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	
27/02/2022	12:00 p.m	96	21	0.533	0.42	25	0.635	0.5	30	0.762 0.60	

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACIÓN DEL ANILLO						
PENETRACIÓN (Pulg)	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/ pulg2)
0.025	85.3	28.4	65.5	21.8	45.2	15.1
0.050	128.9	42.3	99.4	33.1	78.1	26.0
0.075	212.4	70.8	191.7	63.9	154.3	51.4
0.100	374.3	124.8	337.3	112.4	308.8	102.9
0.150	442.2	147.4	380.6	126.9	342.4	114.1
0.200	515.4	171.8	469.8	156.6	420.7	140.2
0.250	544.3	181.4	498.2	166.1	443.3	147.8
0.300	597.3	199.1	537.7	179.2	491.2	163.7




Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
 CIP: 125258



PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - 2021"

TESISTA : Segundo Agustín García Arévalo

UBICACIÓN : **DIST.** TARAPOTO **PROV.** SAN MARTÍN **DEP.** SAN MARTÍN

CALICATA : C - 01 + 20% de CBCA **PROF (m):** 1.50

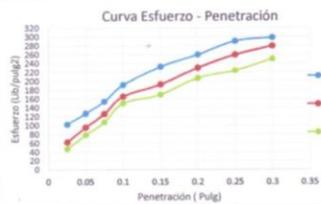
ENSAYOS RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. NORMAS (ASTM D188 - NTP 339-145)

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA			
MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	10
MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2323.00	2323.00	2323.00
PESO DE MOLDE	5107.80	4159.60	5085.70
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	9727.20	8634.10	9491.10
PESO DEL SUELO HUMEDO	4619.40	4464.50	4395.40
DENSIDAD HUMEDA	1.99	1.92	1.89
RECIPIENTE N°	A	B	C
PESO DE RECIPIENTE	14.58	16.90	14.60
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	77.17	65.15	67.18
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	74.86	63.91	63.72
PESO DE AGUA	2.30	1.90	3.85
PESO DE SUELO SECO	60.37	47.01	49.12
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.68	2.64	7.00
DENSIDAD SECA	1.92	1.87	1.77

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO (hrs)	56 Golpes			25 Golpes			10 Golpes		
			DIAL	EXPANSIÓN	%	DIAL	EXPANSIÓN	%	DIAL	EXPANSIÓN	%
24/02/2022	12:00 p.m	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
27/02/2022	1:00 p.m	96	4	0.102	0.08	9	0.229	0.18	12	0.305	0.24

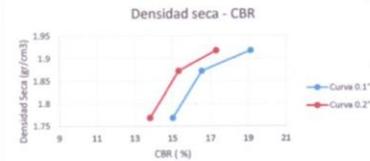
C.B.R. FACTOR DE DEFORMACIÓN DEL ANILLO						
PENETRACIÓN (Pulg)	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/pulg ²)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/pulg ²)	Carga (Lib)	Esfuerzo (Lib/pulg ²)
0.025	307.7	102.6	187.3	62.4	142.3	47.4
0.050	381.6	127.2	287.6	95.9	237.1	73.0
0.075	462.4	154.1	378.2	123.1	322.6	107.5
0.100	573.7	191.2	495.9	165.3	450.2	150.1
0.150	697.2	232.4	577.3	192.4	508.8	169.6
0.200	778.5	259.5	689.2	229.7	620.6	206.9
0.250	870.8	290.3	777.3	259.1	670.9	223.6
0.300	894.8	298.3	837.4	279.1	749.5	249.8

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



MOLDE	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
	Penetración	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"
Esfuerzo Real (lb/pulg ²)	191.23	259.50	165.30	229.73	150.07	206.87
Esfuerzo Patrón (lb/pulg ²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
C.B.R. (%)	19.12	17.30	16.53	15.32	15.01	13.79
Penetración (p)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C.B.R. (%)	19.12	17.30	16.53	15.32	15.01	13.79
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.92		1.87		1.77	

DENSIDAD SECA - CBR



Molde	Penetración 0.1"		Penetración 0.2"	
	CBR (%)	DS (gr/cm ³)	CBR (%)	DS (gr/cm ³)
56 Golpes	19.12	1.92	17.30	1.92
25 Golpes	16.53	1.87	15.32	1.87
10 Golpes	15.01	1.77	13.79	1.77

	CBR 0.1"	CBR 0.2"
Max. Ds. 100%	1.863	17.83%
Max. Ds. 95%	1.770	15.77%
CBR DISEÑO	15.77%	


Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
 T.P: 125259

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO		"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CUIDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"				
TESISTA		Segundo Agustin Garcia Arévalo				
EXCAVACION	C-01	PROF.(m)	1.50	LOCALIZACION : TARAPOTO		
NIVEL FREATICO	NO SE ENCUENTRA			PROV. SAN MARTIN		
METODO DE EXCAV:	MANUAL	FECHA	feb-22	DEPT. SAN MARTIN		
Prof. (m)	NIVEL DE NAPA FREATICA	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	0.40	-	S/M	Suelo arcilloso - arenoso, semi seco, de color marron claro, semi compacto, con presencia de residuos organico (Tallos raices y hojas secas); ademas gravas de caras fracturadas menores a 2"		Re
		17.06	M-1	Suelo inorganico arcilloso, mezcla de arena y arcilla de baja plasticidad, humedo, de color marron claro con impregnaciones amarillentas, semi compactado, con presencia de grava fracturada menor o igual a 1" y materia organica		CL A-6(9)

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

S/M : Sin muestra

M-1: Muestra alterada N 1

Re: Material de renello



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CUIDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"					
TESISTA	Segundo Agustin Garcia Arévalo					
EXCAVACION	C-02	PROF.(m)	1.50	LOCALIZACION : TARAPOTO		
NIVEL FREATICO	NO SE ENCUENTRA			PROV. SAN MARTIN		
METODO DE EXCAV:	MANUAL	FECHA	feb-22	DEPT. SAN MARTIN		
Prof. (m)	NIVEL DE NAPA FREATICA	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40	0.40	-	S/M	Suelo arcilloso - arenoso, semi seco, de color marron oscuro, semi compacto, con presencia de grass; ademas gravas de caras fracturadas menores a 2"		Re
0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50		16.86	M-1	Suelo inorganico arcilloso, mezcla de arena y arcilla de baja plasticidad, humedo, de color marron claro, semi compactado, con presencia de grava fracturada menor o igual a 1" y materia organica		CL A-6(9)

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

S/M : Sin muestra

M-1: Muestra alterada N 1

Re: Material de renello



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO		"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"				
TESISTA		Segundo Agustin Garcia Arévalo				
EXCAVACION	C-03	PROF.(m)	1.50	LOCALIZACION : TARAPOTO		
NIVEL FREATICO	NO SE ENCUENTRA			PROV. SAN MARTIN		
METODO DE EXCAV:	MANUAL	FECHA	feb-22	DEPT. SAN MARTIN		
Prof. (m)	NIVEL DE NAPA FREATICA	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00 0.02 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40	0.40	-	S/M	Suelo arcilloso - arenoso, semi seco, de color marron oscuro, semi compacto, con presencia de residuos organico (Tallos, raices y hojas secas); ademas gravas de caras fracturadas menores a 2"		Re
0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50		16.45	M-1	Suelo inorganico arcilloso, mezcla de arena y arcilla de baja plasticidad, humedo, de color marron claro, semi compactado, con presencia de grava fracturada menor o igual a 1" y materia organica		CL A-6(9)

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

S/M : Sin muestra

M-1: Muestra alterada N 1

Re: Material de relleno



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO		"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN JR. RICARDO PALMA CDRA 9, 10, 11 Y 12 DE LA CIUDAD DE TARAPOTO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2021"				
TESISTA		Segundo Agustín García Arévalo				
EXCAVACION	C-04	PROF.(m)	1.50	LOCALIZACION : TARAPOTO		
NIVEL FREÁTICO	NO SE ENCUENTRA			PROV. SAN MARTIN		
METODO DE EXCAV:	MANUAL	FECHA	feb-22	DEPT. SAN MARTIN		
Prof. (m)	NIVEL DE NAPA FREÁTICA	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	0.40	-	S/M	Suelo arcilloso - arenoso, semi seco, de color marron oscuro, semi compacto, con presencia de residuos organico (Tallos, raices y hojas secas); ademas gravas de caras fracturadas menores a 2"		Re
		16.10	M-1	Suelo inorganico arcilloso, mezcla de arena y arcilla de baja plasticidad, humedo, de color marron claro, semi compactado, con presencia de grava fracturada menor o igual a 1" y materia organica		CL A-6(9)

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

S/M : Sin muestra

M-1: Muestra alterada N 1

Re: Material de relleno




Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo
CIP: 125258

Anexo 04: Validaciones

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Pinedo Saboya, Armando.*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto - Mauta.*
- Técnica : **Ensayo de máxima densidad y contenido de humedad.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de registro de datos**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 334.006 (ASTM C 403)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: maltrato psicológico					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: maltrato psicológico					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

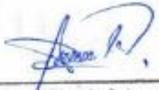
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente

Tarapoto, 20 de abril del 2024


 Ing. Armando Pinedo Saboya
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 151352

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : **Pinedo Saboya, Armando**
- Institución donde labora : **Municipalidad Provincial de Loreto - Navta.**
- Técnica : **Ensayo de índice de plasticidad del suelo arcillosos.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de control**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 400.037 (ASTM C 33)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: maltrato psicológico					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: maltrato psicológico					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		49				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considerará al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente

Tarapoto, 20 de abril del 2024


 Ing. Armando Pinedo Saboya
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 151352

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Pinedo Saboya, Armando*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto - Nauta.*
- Técnica : **Ensayo de capacidad de carga y resistencia.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de control**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 339.034 (ASTM C 39)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: maltrato psicológico					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: maltrato psicológico					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- **Excelente**

Tarapoto, 20 de abril del 2024


 Ing. Armando Pinedo Saboya
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 151352

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Pinedo Saboya, Armando*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto - Nauta.*
- Técnica : **Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del suelo**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de registro de datos**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 339.086 (ASTM C 494)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <i>maltrato psicológico</i>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <i>maltrato psicológico</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.			X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente

Tarapoto, 20 de abril del 2024


Ing. Armando Pinedo Saboya
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 151352

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Angel E. Calle la Rosa.*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto - Nauta*
- Técnica : **Ensayo de máxima densidad y contenido de humedad.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de registro de datos**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 334.006 (ASTM C 403)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: maltrato psicológico					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: maltrato psicológico					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		49				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente

Tarapoto, 20 de abril del 2024


 Angel E. Calle la Rosa
 Ingeniero Civil
 CIP N° 96800

[Faint handwritten text]

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Angel E. Calle la Rosa*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto-Nauta*
- Técnica : **Ensayo de capacidad de carga y resistencia.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de control**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 339.034 (ASTM C 39)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <i>maltrato psicológico</i>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <i>maltrato psicológico</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- **Excelente**

Tarapoto, 20 de abril del 2024



Angel E. Calle la Rosa
 Ingeniero Civil
 CIP N° 96800

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Angel E. Calle la Rosa*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto - Nauta*
- Técnica : **Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del suelo**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de registro de datos**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 339.086 (ASTM C 494)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: maltrato psicológico					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: maltrato psicológico					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente

Tarapoto, 20 de abril del 2024



Angel E. Calle la Rosa
 Ingeniero Civil
 CIP N° 96800

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Angel E. Calle la Rosa*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto - Nauta.*
- Técnica : **Ensayo de índice de plasticidad del suelo arcillosos.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de control**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 400.037 (ASTM C 33)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <i>maltrato psicológico</i>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <i>maltrato psicológico</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

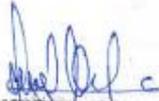
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- **Excelente**

Tarapoto, 20 de abril del 2024



Angel E. Calle la Rosa
 Ingeniero Civil
 CIP N° 96800

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Maritza B. Dahuá Sandoval.*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto-Nauta*
- Técnica : **Ensayo de máxima densidad y contenido de humedad.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de registro de datos**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 334.006 (ASTM C 403)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: maltrato psicológico					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: maltrato psicológico					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente

Tarapoto, 20 de abril del 2024



Maritza B. Dahuá Sandoval
Ingeniera Civil
CIP N° 198429

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Maritza B. Daltua Sandoval*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto-Nauta.*
- Técnica : **Ensayo de capacidad de carga y resistencia.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de control**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 339.034 (ASTM C 39)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <i>maltrato psicológico</i>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <i>maltrato psicológico</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.			X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				49		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente

Tarapoto, 20 de abril del 2024



Maritza B. Daltua Sandoval
 Ingeniera Civil
 CIP N° 198429

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Maritza B. Dahua Sandoval.*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto- Nauta.*
- Técnica : **Ensayo de índice de plasticidad del suelo arcillosos.**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de control**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 400.037 (ASTM C 33)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <i>maltrato psicológico</i>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <i>maltrato psicológico</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente


Maritza B. Dahua Sandoval
Ingeniera Civil
CIP N° 198429

Tarapoto, 20 de abril del 2024

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- Apellido y Nombres del Experto : *Maritza B. Dahua Sandoval*
- Institución donde labora : *Municipalidad Provincial de Loreto - Nauta.*
- Técnica : **Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del suelo**
- Instrumento de Evaluación : **Ficha de registro de datos**
- Autor del Instrumento : **Norma N.T.P 339.086 (ASTM C 494)**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <i>maltrato psicológico</i>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <i>maltrato psicológico</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.

- El instrumento es consistente y se aprueba su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION.

- Excelente



Maritza B. Dahua Sandoval
Ingeniera Civil
CIP N° 198429

Tarapoto, 20 de abril del 2024

Anexo 5: Calibración



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-650-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 250-2023
Fecha de emisión : 2023-08-21

1. Solicitante : GRUPO 4D INGENIERIA S.A.C.
Dirección : JR. MANCO CAPAC NRO. 120 - TARAPOTO - SAN MARTIN

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA

Marca de Celda : ZEMIC
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B
Serie de Celda : M2C009030
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIWEIGH
Modelo de Indicador : 315-X8
Serie de Indicador : 1022064

3. Lugar y fecha de Calibración
CARRETERA CHONTAMOYO S/N - BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN
17 - AGOSTO - 2023

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIGH WEIGHT		

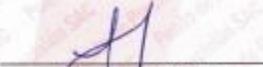
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29.5	29.5
Humedad %	53	53

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

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





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



Av. Los Ángeles 653 - 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 PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-650-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 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	493,50	494,05	1,30	1,19	493,78	1,26	-0,11
1000	996,55	996,05	0,35	0,40	996,30	0,37	0,05
1500	1497,55	1497,05	0,16	0,20	1497,30	0,18	0,03
2000	2000,05	1999,05	0,00	0,05	1999,55	0,02	0,05
2500	2501,55	2501,50	-0,06	-0,06	2501,53	-0,06	0,00
3000	3002,55	3001,55	-0,09	-0,05	3002,05	-0,07	0,03
3500	3505,05	3504,05	-0,14	-0,12	3504,55	-0,13	0,03
4000	4008,05	4007,55	-0,20	-0,19	4007,80	-0,19	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente de Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9963x + 7,9533$

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

GRÁFICO N° 1

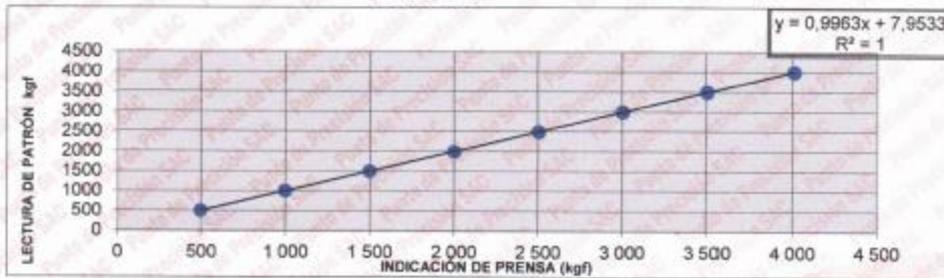
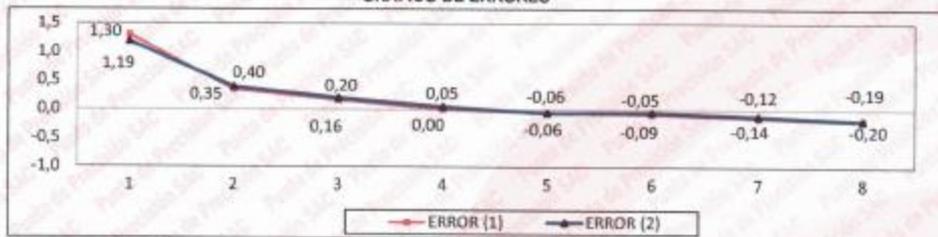
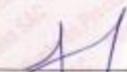


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




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

Av. Los Ángeles 653 - 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 PRECIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2913-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 250-2023
Fecha de emisión : 2023-08-21

1. Solicitante : GRUPO 4D INGENIERIA S.A.C.
Dirección : JR. MANCO CAPAC NRO. 120 - TARAPOTO - SAN MARTIN

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : HIERRO
Color : PLATEADO

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.

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 Precision 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
CARRETERA CHONTAMOYO S/N - BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN
17 - AGOSTO - 2023

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM22-C-0234-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,9	29,9
Humedad %	58	58

7. Observaciones

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




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

Av. Los Ángeles 653 - 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.



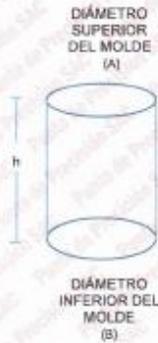
PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LL-2913-2023

Página : 2 de 2

DETERMINACI3N DEL VOLUMEN POR EL M3TOD0 DE MEDIDAS LINEALES



N° DE MEDICIONES	DIÁMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIÁMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	152,12	151,96	116,66
2	151,88	151,73	116,12
3	152,07	152,09	116,41
4	152,36	152,01	116,17
5	152,05	151,99	116,17
6	152,05	152,28	116,26
PROMEDIO	152,09	152,01	116,30
ESTÁNDAR	152,40	152,40	116,40
TOLERANCIAS (±)	0,70	0,70	0,50
ERROR	-0,31	-0,39	-0,10
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	2112 cm ³		

FIN DEL DOCUMENTO




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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N3 LL-2914-2023

P3gina : 1 de 2

Expediente : 250-2023
Fecha de emisi3n : 2023-08-21

1. Solicitante : GRUPO 4D INGENIERIA S.A.C.

Direcci3n : JR. MANCO CAPAC N3. 120 - TARAPOTO - SAN MARTIN

2. Instrumento de Medici3n : MOLDE PROCTOR 4"

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Material : HIERRO

Color : PLATEADO

El Equipo de medici3n con el modelo y n3mero de serie abajo. Indicado ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Direcci3n de Metrologia del INACAL y otros.

Los resultados son v3lidos en el momento y en las condiciones de la calibraci3n. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecuci3n de una recalibraci3n, la cual est3 en funci3n del uso, conservaci3n y mantenimiento del instrumento de medici3n o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretaci3n de los resultados de la calibraci3n aqu3 declarados.

3. Lugar y fecha de Calibraci3n
CARRETERA CHONTAMOYO S/N - BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN
17 - AGOSTO - 2023

4. M3todo de Calibraci3n
Por Comparaci3n, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM22-C-0234-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,4	29,5
Humedad %	55	54

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la p3gina 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N3 152631

Av. Los 3ngeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL-2914-2023

Página : 2 de 2

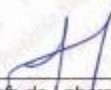
DETERMINACI3N DEL VOLUMEN POR EL M3TODO DE MEDIDAS LINEALES



N° DE MEDICIONES	DIÁMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIÁMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	101,61	100,71	116,65
2	101,28	100,88	116,45
3	101,49	100,96	116,68
4	101,26	101,11	116,56
5	101,03	101,07	116,31
6	101,23	101,25	116,77
PROMEDIO	101,32	101,00	116,57
ESTÁNDAR	101,60	101,60	116,40
TOLERANCIAS (±)	0,40	0,40	0,50
ERROR	-0,28	-0,60	0,17
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	937 cm ³		

FIN DEL DOCUMENTO



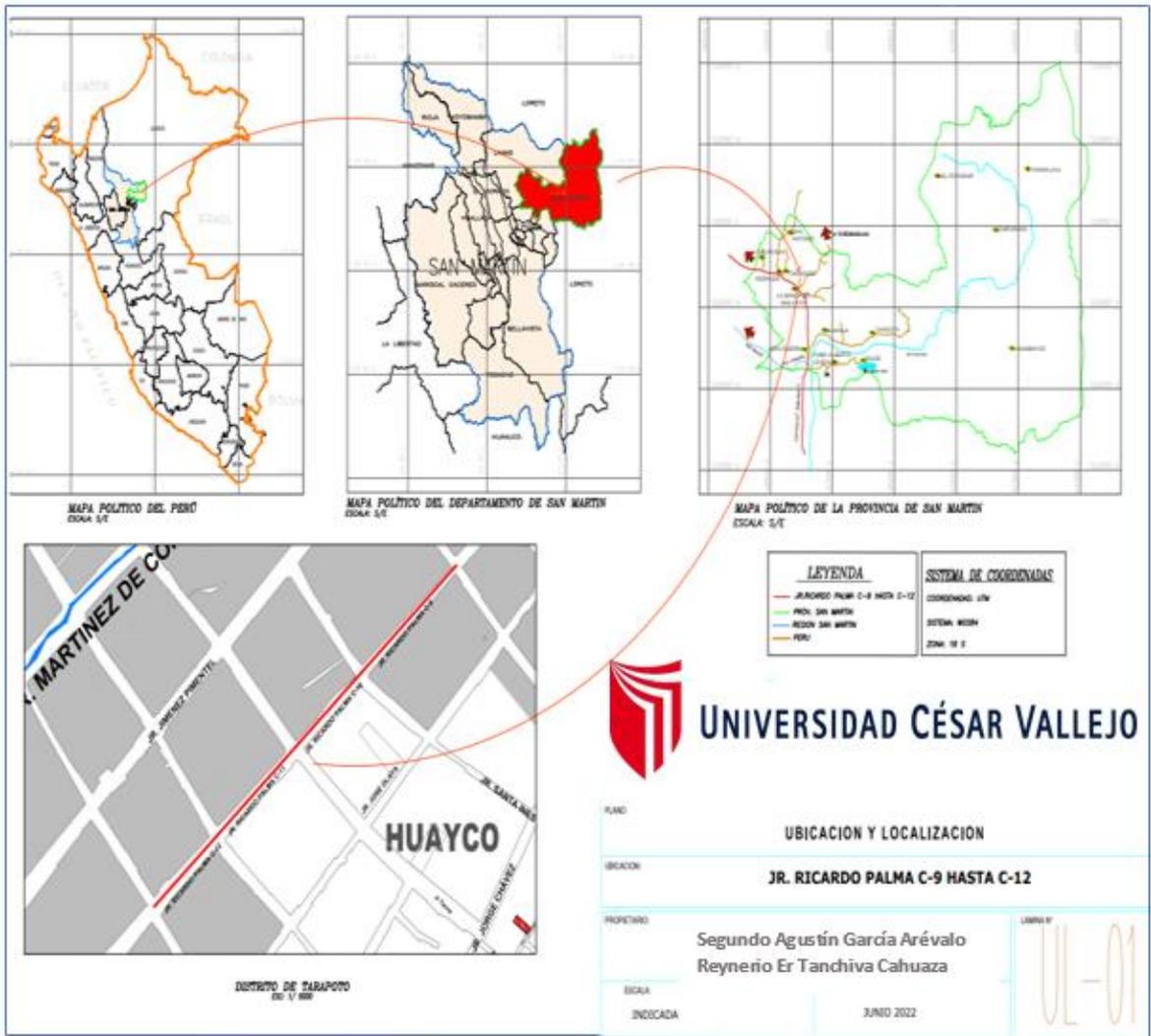

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

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

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

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

Anexo 06: Plano



Anexo 7: Panel fotográfico



Figura 2 Con la caña de azúcar



Figura 3 Poniendo la caña de azúcar en el trapiche



Figura 4 Con el bagazo de caña de azúcar



Figura 5 Poniendo al horno el bagazo de caña



Figura 6 Proceso de quemado del bagazo de caña



Figura 7 Sacando la ceniza de bagazo de caña



Figura 8 Excavación de la Calicata 01 y 02



Figura 9 Excavación de la calicata 03 y 04





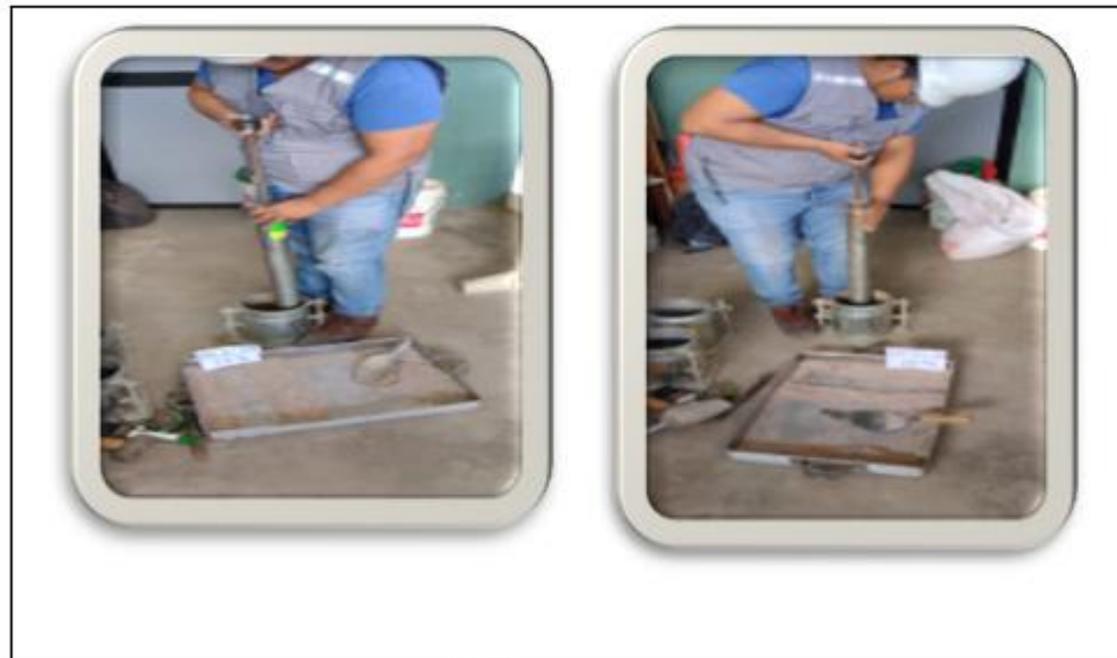
Figura 12 Mezcla del suelo y la ceniza al 596 y 1096

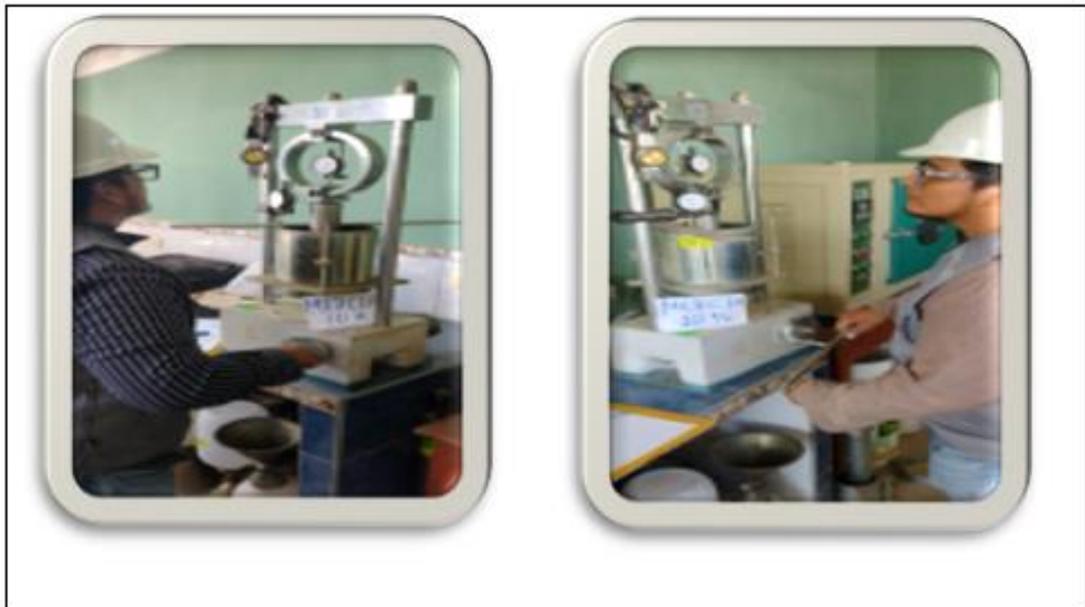


Figura 13 Mezcla del suelo y la ceniza al 2096



Figura 14 Proctor modificado del suelo Natural y al 5%





 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en capacidad portante de subrasante en las calles de Tarapoto

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

García Arévalo, Segundo Agustín (orcid.org/0009-0004-4008-1966)
Tanchiva Cahuaza, Reynerio Er (orcid.org/0009-0009-3095-7522)

ASESOR:

Mg. Villar Quiroz, Josuaido Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-8580)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO - PERU
2024

Resumen de coincidencias

19 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés](#)

Coincidencias

1	hdl.handle.net	4 %
2	Entregado a Universidad...	4 %
3	repositorio.ucv.edu.pe	4 %
4	repositorio.uco.edu.co	1 %
5	www.scielo.org.co	1 %
6	revistas.unj.edu.pe	<1 %
7	multimedia.elsevier.es	<1 %
8	Entregado a Universidad...	<1 %
9	es.scribd.com	<1 %
10	repositorio.uns.edu.pe	<1 %
11	www.revistaalcompart.org	<1 %