



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Carranza Fernandez, Joselito (orcid.org/0000-0001-8962-1935)

Gomez Alarcon, Abraham Antonio (orcid.org/0000-0001-5159-9306)

ASESOR:

Mg. Cubas Armas, Marlon Robert (orcid.org/0000-0001-9750-1247)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A DIOS.

Por ser nuestra fuente de sabiduría y fortaleza, cuya guía ha sido nuestra luz en este viaje académico y que nos ha sostenido en los momentos de desafío.

NUESTRA FAMILIA.

A nuestros padres y hermanos(as), por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios inigualables, que han hecho posible este logro. A nuestros profesores, en especial al ingeniero Marlon Cubas Armas por brindarnos su sabiduría, paciencia y guía a lo largo de este camino académico. A nuestros amigos y a todos aquellos que, de una u otra manera, contribuyeron a este proyecto, nuestra eterna gratitud.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser nuestra guía constante en este camino académico brindándonos la fortaleza necesaria para seguir adelante.

A nuestra familia y amigos, quienes brindaron apoyo incondicional, comprensión y ánimo durante este trayecto académico. Su aliento fue nuestro motor para alcanzar este logro.

Agradecemos al Ingeniero Marlon Cubas Armas, por su orientación experta y dedicación a lo largo de este proceso donde sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para el desarrollo del proyecto.

También, agradecemos a la universidad cesar vallejo por brindarnos los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología según clasificación SUCS.....	11
Tabla 2. Ubicación de las extracciones de estratos	15
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	16
Tabla 4. Características físicas de la CBCA.....	20
Tabla 5. Composición química de la CBCA.....	20
Tabla 6. Densidad natural del suelo in situ.....	22
Tabla 7. Índice de colapso del suelo natural y con 15 % de CBCA.....	24
Tabla 8. Determinación del Proctor Modificado con dosificación de CBCA	24
Tabla 9. Análisis estadístico de la MDS en suelos con CBCA	25
Tabla 10. Análisis estadístico del OCH en suelos con CBCA	26
Tabla 11. Análisis estadístico de la CBR en suelos con CBCA.....	26
Tabla 12. Composición química del suelo natural mediante EDS	28
Tabla 13. Composición química del suelo con 15% de CBCA mediante EDS	30
Tabla 14. Contraste de la composición química con los antecedentes	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama del diseño de Investigación.....	13
<i>Figura 2.</i> Ubicación de la zona de exploración de calicatas.....	14
<i>Figura 3.</i> Diagrama de flujo de procedimientos de la investigación.....	17
<i>Figura 4.</i> Proceso de obtención de materiales	18
<i>Figura 5.</i> Aspectos éticos de investigación	19
<i>Figura 6.</i> Variación de masa de la CBCA.....	21
<i>Figura 7.</i> Micrografía de la muestra del suelo natural	28
<i>Figura 8.</i> Micrografía de la muestra del suelo modificado con 15% de CBCA	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Curva granulométrica del suelo natural	22
<i>Gráfico 2.</i> Límites de Atterberg del suelo natural y estabilización con CBCA	23
<i>Gráfico 3.</i> Colapsabilidad del suelo natural	23
<i>Gráfico 4.</i> Valores del CBR en suelo natural y experimentales con CBCA	25
<i>Gráfico 5.</i> Difractogramas de rayos X de la muestra del suelo natural.....	27
<i>Gráfico 6.</i> Difractogramas de rayos X del suelo modificado con 15% de CBCA ..	29
<i>Gráfico 7.</i> Comparación de valores del Proctor Modificado con estudios previos	33
<i>Gráfico 8.</i> Valores del CBR en comparación con estudios previos	34

RESUMEN

La presente investigación considero como finalidad determinar la influencia del uso de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales, propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad sobre suelos colapsables, y lograr conocer su comportamiento como parte de la estabilización de suelos.

Por ende, se empleó una metodología tipo aplicada mediante un diseño experimental considerando un grupo control y experimental con 5%, 10%, 15% y 20% de CBCA, para lo cual se efectuaron ensayos para conocer tanto las propiedades físico-químicas de la CBCA como las propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad del natural y modificado.

Posteriormente, los resultados nos muestran que el suelo estudiado presenta un índice de colapsable de 4.52% (grado moderado) que disminuye con 15% de CBCA a 1.78% (grado leve); además la composición química de la CBCA a 850°C indica que es apta para emplearse como puzolana y presenta una influencia altamente significativa de 0.004 en las propiedades mecánicas del suelo, logrando mejoras positivamente con el 15% de CBCA, mientras que con los porcentajes restantes se difieren en su influencia.

Palabras clave: Ceniza, caña, azúcar, colapsabilidad, microestructura, propiedades físico-mecánicas

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the influence of the use of ash from sugarcane bagasse to improve the microstructural characteristics, physical-mechanical properties and collapsibility on collapsible soils, and to understand its behavior as part of soil stabilization.

Therefore, a typical methodology was used applied through an experimental design considering a control and experimental group with 5%, 10%, 15% and 20% of CBCA, for which tests were carried out to know both the physical-chemical properties of the CBCA such as the physical-mechanical and collapsibility properties of the natural and modified.

Subsequently, the results show us that the soil studied has a collapsible index of 4.52% (moderate degree) that decreases with 15% of CBCA to 1.78% (mild degree); Furthermore, the chemical composition of CBCA at 850°C indicates that it is suitable for use as a pozzolana and has a highly significant influence of 0.004 on the mechanical properties of the soil, achieving positive improvements with 15% CBCA, while with the remaining percentages They differ in their influence.

Keywords: Ash, cane, sugar, collapsibility, microstructure, physical-mechanical properties

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es causada muchas veces por la inadecuada gestión de la disposición de los desechos de algunas industrias en vertederos especializados y que se mezclan con los residuos generales tal como lo generado por la agroindustria azucarera (Khandelwal, Kishor and Singh 2023). Siendo las agroindustrias azucareras una de las que generan mayor residuo, generando el bagazo (García Ramos, C.M; Quirós Roque, V.A.; Rosales Mendoza 2022). Las agroindustrias azucareras generan grandes cantidades de bagazo, Siendo la caña de azúcar uno de los cultivos más producidos en todo el mundo produciendo un aproximadamente de 1907 millones de toneladas de caña de azúcar al año (Adnan et al. 2023). Es por ello que investigadores dan utilidad a este residuo para evitar más contaminación, calcinando el bagazo y convirtiéndolo en ceniza y utilizarlo en estabilización de carreteras (Khandelwal, Kishor and Singh 2022).

Además, la CBCA es un material de residuo no cohesivo que se caracteriza por una gravedad específica pequeña que es menor que la del suelo normal y es por ello que comporta como material puzolánico (Hatmoko and Suryadharma 2019). La CBCA es una alternativa que se está tomando para el mejoramiento de suelos tanto en características físicas, estabilidad volumétrica y densidad, así como las características químicas debidas a reacciones químicas del agente estabilizante (Farías, Zamora and Rangel 2018). Así mismo según estudios mencionan que la ceniza de bagazo tiene un alto contenido de sílice y es puzolánica, lo que pueden mejorar el suelo y aumentan la resistencia expansiva (Putri, Apriyanti and Hambali 2022).

Por otra parte, Los suelos Colapsables actualmente es un gran desafío en la Ingeniería civil, donde los ingenieros se han preocupado durante mucho tiempo por el tratamiento de este tipo de suelo y muchas se han utilizado métodos y materiales (Awadalseed et al. 2023). Lo que obliga a ingenieros e investigadores a explorar técnicas de estabilización para utilizarlas de manera eficiente en dichos suelos (Siddiqua and Bigdeli 2022). Siendo uno de los procedimientos para mejorar las características de este tipo de suelos, la estabilización a través de la CBCA porque mejora las propiedades, como la resistencia y la estabilidad del volumen (Sharma

and Singh 2021; Surjandari, Djarwanti and Ukoi 2017). Teniendo en cuenta que el uso de cenizas de bagazo es respetuoso con el medio ambiente, es decir, con bajas emisiones (Khandelwal, Kishor and Singh 2022).

Al momento de mezclar la ceniza con el suelo reduce su comportamiento plástico sin alterar sus propiedades de ingeniería debido a que contiene una cantidad considerable de sílice (Adnan et al. 2023). La CBCA contiene un alto porcentaje de sílice que bordea el 57% de toda su composición, contribuyendo de ser un material puzolánico que juntos con el óxido de calcio y el óxido férrico dan un porcentaje muy alto formando grandes potenciadores puzolana (Hidalgo et al. 2020). Este tipo de residuo ha sido objeto de muchas investigaciones como estabilizador del suelo, debido a que cuando se mezcla con el suelo, los valores de resistencia mejoraran hasta un cierto punto aceptable (Miękoś et al. 2019).

De acuerdo con la realidad problemática expuesta en los anteriores párrafos, la formulación del problema de investigación es: ¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales, propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad sobre los suelos colapsables? y se considera como objetivo general: Determinar la influencia del uso de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales, propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad sobre suelos colapsables.

Consecutivamente, se plantea como objetivos específicos: O.E.1. Identificar las propiedades físico-químicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para su aplicación en suelos colapsables; O.E.2. Evaluar las propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad sobre suelos colapsables con la aplicación de 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de bagazo de caña de azúcar; O.E.3. Estimar estadísticamente la influencia de la muestra patrón y modificadas con ceniza de bagazo de caña de azúcar de los suelos colapsables y O.E.4. Analizar las características microestructurales de la muestra patrón y de sustitución óptima de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en los suelos colapsables.

La presente investigación se justifica permitiendo evaluar las propiedades de las CBCA, incorporando a los suelos para mejorar las propiedades resistentes de los

suelos colapsables. La justificación ecológica es que, en la actualidad las industrias azucareras producen grandes cantidades de cenizas, que provocan la contaminación ambiental; de este modo, lo que se busca es dar un uso a este residuo en la construcción de infraestructuras viales, y en la construcción de edificaciones, así como también beneficiar al planeta de la contaminación ambiental provocado por este residuo. En lo social, se tiene como finalidad ayudar a la población para que puedan tener una mejor calidad de vida en el uso de estos residuos. En lo tecnológico, la investigación ayudará a proporcionar la cantidad necesaria de cenizas en los suelos, que se trabajará con normativas (SUCS y AASHTO). Al usar las cenizas de bagazo en los suelos colapsables, se implementarán nuevos métodos para la estabilización de suelos con propósitos de ingeniería. Por último, en lo económico la investigación ayudaría a reducir los costos de los materiales usados en la estabilización de suelos colapsables para la construcción de infraestructuras viales y subestructuras de edificaciones.

Posteriormente, en nuestra investigación se plantea como hipótesis general: “La adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar usado como aditivo natural influye significativamente en las características microestructurales y propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad de los suelos colapsables”.

II. MARCO TEÓRICO

Considerando estudios a nivel internacional se tiene:

(Hidalgo et al. 2020), en su investigación tiene como objetivo el estudio de suelos utilizando como una subrasante, mediante la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA). Estos agregados añadieron al suelo en porcentajes de 5, 7.5 y 10%, realizándose ensayos de granulometría para poder determinar la clasificación del suelo, así como también realizaron ensayo del CBR, límites de atterberg. Los resultados de granulometría clasificaron al suelo como arcilloso de baja plasticidad (CL), como también se obtuvo los resultados de límites de atterberg donde su IP disminuye de 11.94 a 10.62 con el 5% ,6.83 con el 7.5% y 6.23 con el 10% así mismo el CBR que indican valores altos de 34. 75% para la mezcla de incorporación del 5%, para las adiciones de 7.5% y 10% los valores fueron 19.73% y 18.90%. Finalmente, se logra un valor mínimo de CBR del 30% con el 5% de ceniza de bagazo, dando resultado considerable para estabilización del suelo en una subrasante.

Por otro lado (Surjandari, Djarwanti and Ukoj 2019) tuvo como objetivo evaluar la mejora en propiedades de suelo expansivo utilizando la ceniza de bagazo. Esta se incorporó suelo en peso de 0, 5,10, 15 y 20%, Así mismo realizándose ensayos básicos como la prueba de fluorescencia de rayos X para evaluar la composición química del material en estudio y con respecto al suelos realizándose ensayos como el índice de plasticidad, la compactación estándar de Proctor y porcentaje de hinchazón. Al realizar los estudios primero con respecto a su composición química de la CBCA respecto a sus principales componentes puzolánicos se dieron de esta forma SiO₂ 67.33, Al₂O₃ 3.45 y Fe₂O₃ 3.39 y con respecto al suelo se identificó el suelo como arcilloso de alta plasticidad (CH) según el sistema USCS, además el IP disminuyo de 53.18 a 47.70, la densidad seca se mostró aumento de 1.13 a 1.24 gr/cm³ y el porcentaje de hinchazón disminuyo de 5.48 a 3.29%. Finalmente se concluye que estabilizar suelos expansivos incorporando las cenizas de bagazo pueden mejorar la resistencia del suelo, así como también la incorporación del 15% de ceniza de bagazo condujo al menor porcentaje de hinchazón, por lo que se puede decir que es la dosificación óptima.

(Dang, Khabbaz and Ni 2021), tiene como objetivo estabilizar suelos expansivos con residuos industriales, principalmente la CBCA, con porcentajes de 0% a 25%. Realizándose ensayos como el de fluorescencia de rayos X para evaluar la composición química de la ceniza, y con respecto al suelo ensayos como granulometría, límites de atterberg y el Proctor. Donde se obtuvieron resultados con respecto a su composición química de la ceniza SiO_2 78.30, Al_2O_3 5.95 y Fe_2O_3 5.25 además una densidad de la ceniza de 2.32, con respecto al suelo se identificó suelo CH según su clasificación SUCS y con respecto a sus límites lograron disminuir conforme al porcentaje de adición y su densidad máxima seca aumento hasta cierto rango de adición luego empezó a disminuir. Se llegó a la conclusión que el uso de CBCA mejora los suelos problemáticos. Dado que durante la investigación se descubrió que mejoraba su resistencia por su composición química ya que contienen un alto contenido de sílice provocando una reacción en el suelo y mejorando sus propiedades.

Además (Farías, Zamora and Rangel 2019) tiene como objetivo estudiar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) en porcentajes de 0%, 25%, 50% para mejorar las propiedades de un suelo arenoso granular, Realizando ensayos como fluorescencia de rayos x para la ceniza y para el suelo ensayos como la granulometría y el CBR. Donde se obtuvieron resultados primero de la ceniza SiO_2 62.66, Al_2O_3 5.2 y Fe_2O_3 5.19 además una densidad de la ceniza de 2.1 con respecto a su granulometría se observa que el material predominante es arena con un 89.5% pasando el tamiz No 4 y 20.7% pasando el tamiz No 200, El sistema unificado de clasificación es SM y el valor de CBR fue de 24% con 0 % de expansión, se concluye que el porcentaje adecuado para el suelo es de 25%.

Según (Adnan, Keerat and Sourav 2023) tuvieron como objetivo el mejoramiento de las propiedades microestructurales para estabilizar suelos y su reacción al utilizar aditivo como la ceniza de bagazo. La muestra que se usaron fueron suelos variados en la India, produciendo aproximado de 376 millones de toneladas de caña de azúcar cada año. Los instrumentos que se usaron fueron instrumentos y ensayos en laboratorio de suelos y material bibliográfico; resultado obtenido fue que cuando este subproducto contiene una considerable cantidad de sílice, alúmina y que al incorporarse al suelo este reduce su comportamiento plástico sin alterar sus

propiedades, se utilizaron pruebas en los suelos variando las cantidades de estos subproductos siendo los suelos más estables. Se concluyó que la ceniza de bagazo mejora las propiedades de los suelos en varios estudios, reduciendo el índice de plasticidad y la DMS, y aumentando la resistencia y la relación de carga California (CBR).

En la investigación de (Awadalseed et al. 2023), tiene el objetivo examinar el uso de cenizas de bagazo para el tratamiento de suelos expansivos. Se realizaron ensayos de compactación estándar, pruebas CBR (Californian Bearing Ratio), pruebas de tracción y pruebas de elementos dobladores; por otro lado, las pruebas de microscopio electrónico de escaneo (SEM) demostraron que la ceniza de bagazo contiene una variedad de tamaños de grano. Los resultados de los ensayos a tracción demuestran una mejor resistencia para todas las muestras con diversas proporciones de reemplazo, se mostraron una menor densidad seca máxima y mayor contenido óptimo de agua. Los valores CBR son altos con incorporación de 20% de cenizas de bagazo. La investigación se concluye que las investigaciones que la ceniza de bagazo es un aditivo mineral útil y la mejor incorporación para mejorar las propiedades del suelo es del 20%.

Según (Ewa et al. 2023), en su artículo científico, su objetivo principal fue investigar los efectos en las propiedades geotécnicas de los suelos al aplicar polvo de piedra de caliza y la ceniza de bagazo como estabilizadores en Calabar, Nigeria. La muestra usada fue clasificada con baja plasticidad según el sistema USC y A-6 bajo clasificación AASHTO, teniendo como densidad seca máxima de 1,74 kg/cm³, con contenido de humedad óptimo de 24,5% y un valor de relación de rodamiento de (CBR) empapado de 48 horas de 6.92%. Los instrumentos que utilizaron fueron instrumentos de ensayos en laboratorios, agregando porcentajes de 0% - 50% por peso de suelo. Entre los resultados más importantes una reducción considerable en el hinchamiento del suelo, mejorando las características de compactación en un intervalo de 4,3 – 9,8% y un aumento de CBR en 50 - 78%. Concluyendo que los suelos tratados con polvo de piedra de caliza y ceniza de bagazo tienden a mejorar las propiedades geotécnicas de los suelos.

Según (Khandelwal, Kishor and Singh 2022), en su artículo científico, como principal objetivo aumentar la capacidad de carga y sustituir por un sistema más sostenible y ecológico, utilizando subproducto de la industria como la ceniza de bagazo para estabilizar de diferentes tipos de suelos, debido a que este producto contiene grandes cantidades de sílice y alúmina teniendo una solución sostenible en la estabilización de estos. El tipo de la investigación fue aplicada y experimental. La muestra que utilizaron fue suelo natural de Prayagraj India. Los instrumentos utilizados fueron ensayos de laboratorio de suelos e investigaciones bibliográficas. Se obtuvo que la ceniza de bagazo al contacto con el suelo en sustancia diluido en agua se produce una reacción química debido a la presencia de sílice y alúmina altamente reactivo que son responsables de su comportamiento puzolánico, y la contaminación de la tierra, agua causada por la eliminación inadecuada de este producto se evitara al usarlo en la industria del transporte como estabilizador de suelos. Como resultado se obtuvo la mejora de los parámetros geotécnicos para diferentes tipos de suelos como limo, arcilla plásticas bajas y altas, suelos expansivos, suelos débiles, entre otros y además el uso de esta ceniza es una forma de estabilizar con un menor costo y un resultado ambiental amigable.

Posteriormente, a nivel nacional se tiene estudios como:

En la investigación de (Saber and Iravanian 2022) su principal objetivo de mejorar la calidad en los suelos arcilloso realizando la estabilización química incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC). Se determino las características físicas convencional, características mecánicas del suelo convencional respecto a su compuesto y las características del suelo convencional y estabilizadores. Encontró resultados que el suelo es arcilloso de plasticidad alta (CH) y suelo arenoso arcilloso (SC) incorporando ceniza de bagazo del 15% y 25%. Concluyendo que el CBR respecto al suelo arcilloso de alta plasticidad, incorporando el 15% de ceniza ha sido un porcentaje óptimo para estabilizar suelo.

Por consiguiente (Sarmiento 2020), en su proyecto, el objetivo fue determinar el efecto de ceniza de bagazo en estabilizar suelos. Realizo ensayos según clasificación AASHTO y SUCS. Los resultados que obtuvo fue que el suelo fue clasificado como A-4 según el sistema AASHTO y A-3 (0) de acuerdo la

clasificación SUCS teniendo una arena mal graduada, el contenido de humedad de 5.39% respectivamente mientras que el límite líquido de 16.30%, para el Proctor modificado una MDS de 2.2 gr/cm³ con un contenido de humedad óptimo de 6.68% añadiendo ceniza de bagazo en cantidades de 10, 15, 20%. Teniendo finalmente un aumento de CBR máximo de 15.57% incorporando el 20% de ceniza de bagazo.

Por otro lado, la investigación de (Espinoza and Velásquez 2019) tiene el objetivo de estabilizar suelos arcillosos añadiendo ceniza de bagazo. Se realizaron ensayos básicos como granulométrica, contenido de humedad, límite de Atterberg, Proctor modificado y el CBR. Lograron conseguir los resultados al añadir porcentajes de ceniza de 10, 20 y 30% mejorando las propiedades físicas y mecánicas del suelo, se logró un CBR al 95% de 4.81 muestra patrón a 11.56% con el 10% de ceniza 15.18 con 20% y 10.42 con el 30%, con densidad seca de 1.859 gr/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 9.57%. se testifica que el suelo ha logrado ser estabilizado con una incorporación del 20% de ceniza de bagazo respecto al peso de la muestra.

Asimismo, la investigación de (Escalante and Santa Cruz 2022) tiene el objetivo de hallar el efecto en la adición de ceniza de bagazo para estabilizar la subrasante. Realizaron ensayos granulométricos, Proctor modificado, plasticidad y CBR con una adición de 5, 10, 15% de ceniza. Se obtuvo resultados que la subrasante se clasifica como grava bien graduada con limo, se obtuvo una plasticidad media de 3.52% y un CBR igual a 5.54% y al añadir ceniza de bagazo el CBR incrementa del 5.54% - 12.64 - 50.79% - 98.63. Se concluye, al añadir la ceniza de bagazo, alcanza una estabilización de la subrasante óptimo al incorporar un 20%.

A nivel local, se consideraron investigaciones como:

(Vargas et al. 2021) en su investigación Efecto de la adición de ceniza de bagazo en estabilizar suelos arcillosos, Lambayeque tiene como objetivo determinar los efectos en adición estos estabilizadores. Realizando ensayos como El CBR, granulometría principalmente, en base a resultados de ensayos, se descubrió suelo arcilloso (CH) altamente plástico y un suelo arcilloso-arenoso (SC), y cuando se combinaron con 15 y 25 por ciento de los estabilizadores, hubo un aumento relativo en CBR de 11 y 18 por ciento adicionándole el 15% de CBC, siendo el porcentaje

adecuado para estabilizar. Donde finalmente se concluye que adicionando el 15% de la proporción, la densidad seca puede mejorarse elevándola de 1,85 kg/cm³ a 1,92 kg/cm³, así como elevando la CBR de 6,4 por ciento a 7,25 por ciento. Esto da como resultado la mayor mejora, que es de 11,18 por ciento en comparación con las muestras, con una expansión promedio de 5,90%.

Así mismo (Torres 2023) en su investigación Uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar para estabilizar suelo para caminos no asfaltados, Lambayeque tiene como finalidad analizar el comportamiento mecánico del suelo de alta plasticidad. Estabilizado con CBCA. Realizando ensayos como prueba de relación de rodamiento de California (CBR) y compactación. Con combinación 3%, 5.0%, y 10.0% de CBCA. Donde obtiene resultados del CBR de 14.6, 15.9 y 16.4 respectivamente. Finalmente se llega a la conclusión que el CBCA logra con un valor inicial de 13.12 por ciento y un valor final de 17.06 por ciento luego de la suma del porcentaje ideal de CBCA el mejoramiento del suelo.

A continuación, se describe las definiciones de las bases teóricas que enmarcan la investigación:

Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), es un subproducto de la agroindustria azucarera que se obtiene posterior a la quema del bagazo, después de calcinarse hasta una temperatura elevada a 530°C (Teddy, Annette and Ainomugisha 2021; Miękoś et al. 2019).

Suelos colapsables:

(Siddiqua and Bigdeli 2022), los define como un tipo de suelo que presenta una característica particular y su capacidad para soportar cargas se reduce significativamente cuando se someten a la humedad. Estos suelos pueden parecer estables en condiciones secas, pero cuando se exponen a la presencia de agua o se inundan, pueden colapsar, sufrir asentamientos o deformaciones graves.

Así mismo, en la norma (E.050 Suelos y Cimentaciones) menciona que son suelos que cambian violentamente de volumen por la acción de las siguientes acciones:

- a) Al ser sometidos a un incremento de carga o

b) Al humedecerse o saturarse

Temperatura de calcinación, el bagazo se somete a proceso de combustión en calderas para transformarlo en ceniza. Durante este proceso, los componentes orgánicos del bagazo se oxidan y liberan gases y vapor de agua, dejando atrás los componentes inorgánicos en forma de ceniza (Teddy, Annette and Ainomugisha 2021).

Densidad, La densidad de ceniza se expresa comúnmente en términos de masa de ceniza por unidad de volumen o masa total de la muestra. Puede calcularse mediante la siguiente fórmula (Farías, Zamora and Rangel 2018)

Densidad de ceniza = m/v

v: volumen de muestra

m: Masa de ceniza

Composición química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), esta se determina mediante fluorescencia de rayos X a temperaturas de calcinación por encima de 530 ° C.

Análisis granulométrico, se clasifica las partículas del suelo según su tamaño, a través de tamices que se colocan en forma decreciente para poder saber su clasificación y el suelo que corresponde, mostrándose siguiente tabla el número de tamiz con sus respectivos diámetros (Los, Ángel and Rodríguez 2023).

Limite líquido, se refiere a una cantidad de nivel más bajo de porcentaje de humedad que contiene un suelo, exhibe un similar comportamiento al de un líquido bajo la aplicación de una fuerza de corte (Spagnoli and Shimobe 2020).

Limite plástico, es el nivel mínimo contenido de humedad el cual el suelo empieza a mostrar propiedades características de un material plástico (Spagnoli and Shimobe 2020).

Índice de plasticidad, es la diferencia entre el LL y LP dando como resultado porción de agua de esta muestra en estado plástico (Teddy, Annette and Ainomugisha 2021).

Clasificación de suelos SUCS y AASHTO:

El “Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras” más conocido como AASHTO, clasifica a los suelos en siete grupos: A1-A7.

- Los A1, A2 y A3 son suelos granulares actos para las construcciones, dado que el 35% o menos pasa por el tamiz N° 200.
- Los A4, A5, A6 y A7 son suelos limosos y arcillosos no actos para la construcción, donde el 35% o más pasa por el tamiz N° 200.

La clasificación SUCS, es un método propuesto por Arthur Casagrande, clasificando los suelos por sus características de su tamaño y textura, a través de símbolos y letras, tal como se observa en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Simbología según clasificación SUCS

Letra	Definición
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Orgánico
P	Pobrementemente Graduado
W	Bien Graduado
H	Alta Plasticidad
L	Baja Plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad, es la relación existente entre el peso del agua obtenida y el peso de la muestra en su estado seco usando u horno para secar la muestra en el proceso (Caicedo Rosero, L.C.; Méndez Ávila, F.J.; Gutiérrez Zeferino and Flores Cuautle 2021).

$$W = \frac{W_w}{W_s}$$

Donde:

W: Contenido de Humedad

Ww: Peso de agua en la muestra

Ws: Peso Seco

California Bearing Ratio (CBR), sirve para calcular el esfuerzo cortante, con el fin de verificar si el terreno cuyo objetivo es determinar el valor más alto del soporte del suelo en discusión. al 100% para así hallar el valor máximo en densidad seca (Sandoval Vallejo and Rivera Mena 2019). Su proceso incluye los siguientes pasos:

1. Preparación de muestra
2. Preparación de la muestra patrón
3. Ensayo de penetración
4. Cálculo del CBR

Microscopia electrónica de barrido (MEB), facilita la observación de materiales orgánicos e inorgánicos a nivel de superficie y al mismo tiempo, proporciona detalles sobre su textura y tamaño (Cenic, Fern 2020)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Corresponde, al tipo aplicada en relación al enfoque cuantitativo.

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación se asentó en el diseño experimental, de tipo cuasi experimental con un grupo control, por ello, se muestra el esquema a continuación:

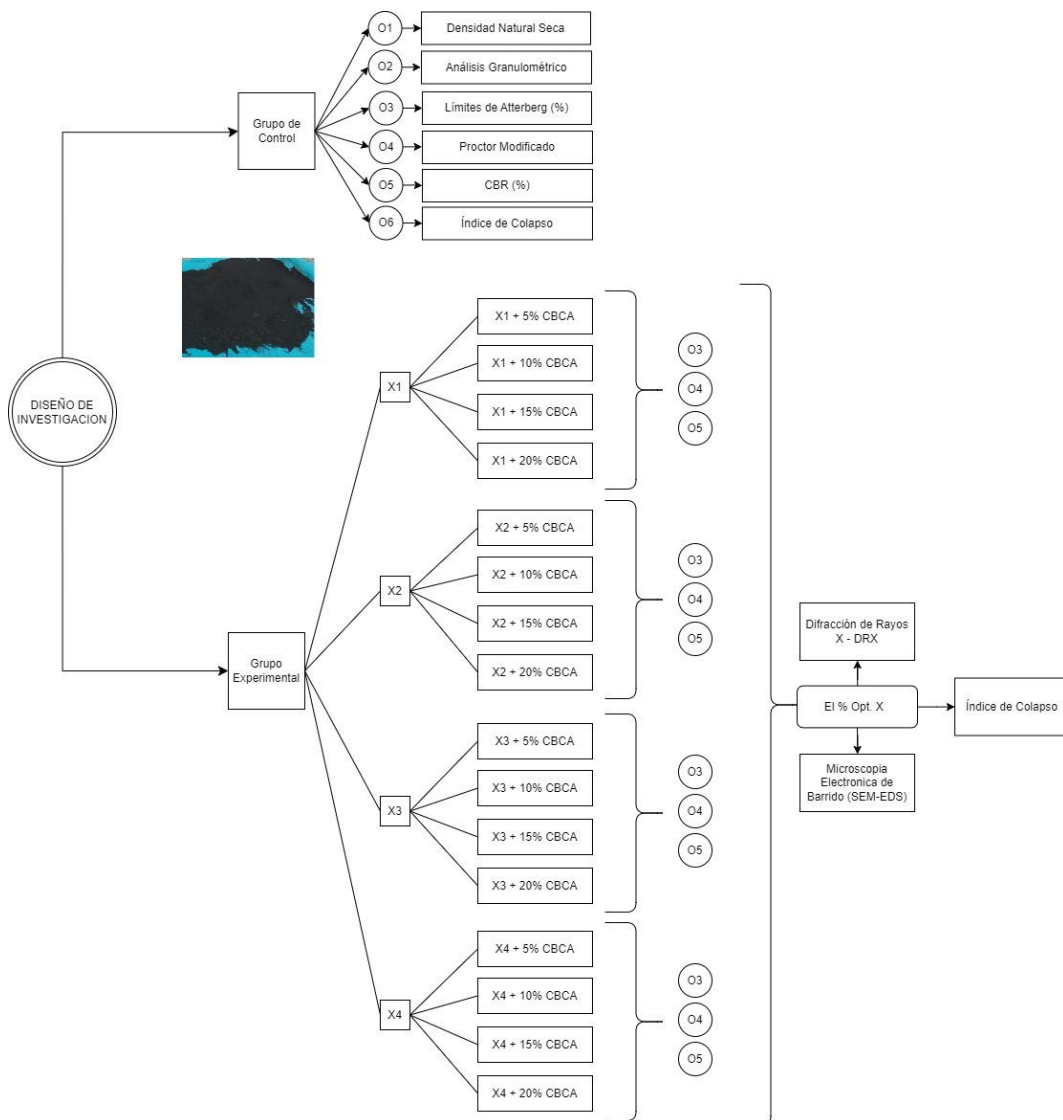


Figura 1. Diagrama del diseño de Investigación

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Aplicación de ceniza del bagazo de caña de azúcar

Variable dependiente

Mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables.

En el caso de la operacionalización de variables se muestra en el anexo 01 la relación existente entre las variables de investigación.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

La población de la presente investigación se encuentra conformada por los suelos colapsables existentes ubicados en la trocha Av. Capote – C.P. Eureka, del distrito de Picsi, Chiclayo - Lambayeque, que posteriormente fueron estabilizados con ceniza de bagazo de caña de azúcar en proporciones de 5%, 10%, 15% y 20%.

- **Punto Inicial:** Latitud 6°43'11.48" S y Longitud 79°47'59.50" O
- **Punto Final:** Latitud 6°43'41.25" S y Longitud 79°48'10.98" O
- **Longitud:** 10.2 km

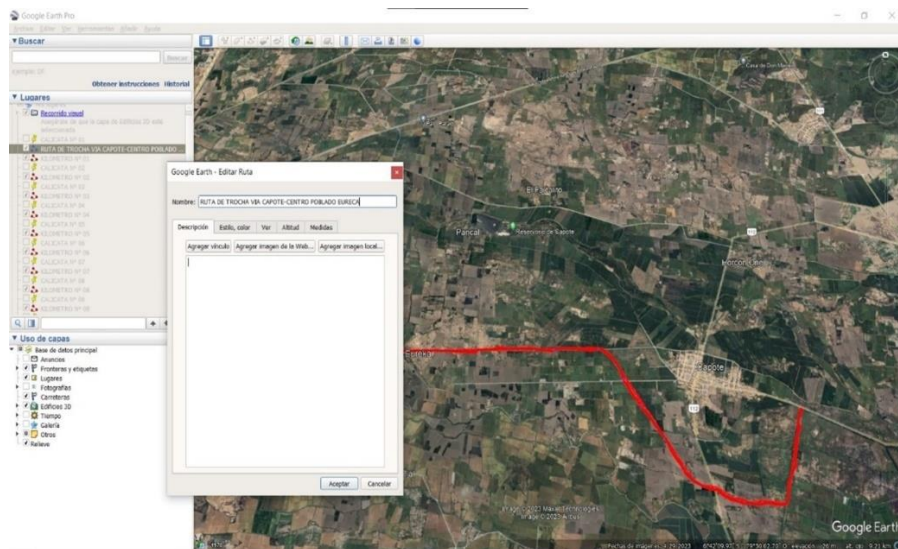


Figura 2. Ubicación de la zona de exploración de calicatas

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Muestra

Se encuentra conformada por la extracción de suelos inalterados de 10 calicatas distribuidas en la trocha desde la Av. Capote C.P. Eureka de 10.2 kilómetros de distancia, con el fin de efectuar los ensayos sobre las propiedades de los suelos colapsables y sus características microestructurales.

3.3.3. Muestreo

No probabilístico, por conveniencia.

3.3.4. Unidad de análisis

Se baso en la extracción de estratos mediante la excavación de calicatas con aproximadamente 1 m de ancho y 1.50 m de profundidad, ubicadas en:

Tabla 2. *Ubicación de las extracciones de estratos*

UBICACIÓN DE LAS CALICATAS REALIZADAS				
EXPLORACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	CANTIDAD DE MUESTRAS	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
C-01	1.5	2	632643.00	9257057.00
C-02	1.5	2	632288.95	9256143.79
C-03	1.5	2	631546.22	9255854.41
C-04	1.5	2	630736.91	9256320.45
C-05	1.5	2	630251.34	9257174.61
C-06	1.5	1	629738.17	9258046.76
C-07	1.5	2	628766.00	9258146.55
C-08	1.5	2	627750.73	9258194.16
C-09	1.5	2	626746.93	9258226.63
C-10	1.5	2	625773.90	9258379.36

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este estudio, la recolección se establece en la técnica de observación directa debido que la información de las pruebas de laboratorio se registra y se recopila de manera sistematizada y manejable para los análisis pertinentes. Además, se utilizaron métodos de observación indirecta debido a los ensayos microestructurales.

Considerando las técnicas anteriormente mencionadas, se utilizaron como instrumentos un formulario de recopilación de datos para la observación directa y en el caso de las observaciones indirectas se registraron en fichas resumen con datos obtenidos mediante un informe de laboratorio externo.

Tabla 3. *Técnicas e instrumentos de recopilación de información*

Recolección de datos de los ensayos	Normativa	Técnica	Instrumento
Ensayos propiedades físicas la CBCA			
Temperatura de Calcinación (°C)			
Densidad (g/cm ³)	NTP 334.055	Observación indirecta	Ficha de observación indirecta
Tamaño promedio (um)			
Ensayos propiedades Químicas la CBCA			
Composición Química (%)	ASTM C 618	Observación indirecta	Ficha de observación indirecta
Degradación Térmica (C°)			
Ensayos propiedades físicas del suelo			
Análisis Granulométrico	MTC.E.107	Observación directa	Ficha de observación directa
Índice de Plasticidad	MTC.E.111		
Límite líquido	MTC.E.110		
Límite plástico	MTC.E.111		
Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO	ASTM D-2487 ASTM D-3282		
Ensayos propiedades mecánicas del suelo			
CBR (%)	MTC.E.115	Observación directa	Ficha de observación directa
Proctor modificado	MTC.E.132		
Ensayos de colapsabilidad del suelo			
Índice de Colapsabilidad	ASTM D-5333	Observación indirecta	Ficha de observación directa
Potencial de colapso	E.050	Observación directa	Ficha de observación directa
Ensayos Microestructurales			
Microscopía electrónica de barrido (MEB)		Observación indirecta	Ficha de observación indirecta
Difracción de rayos x			

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

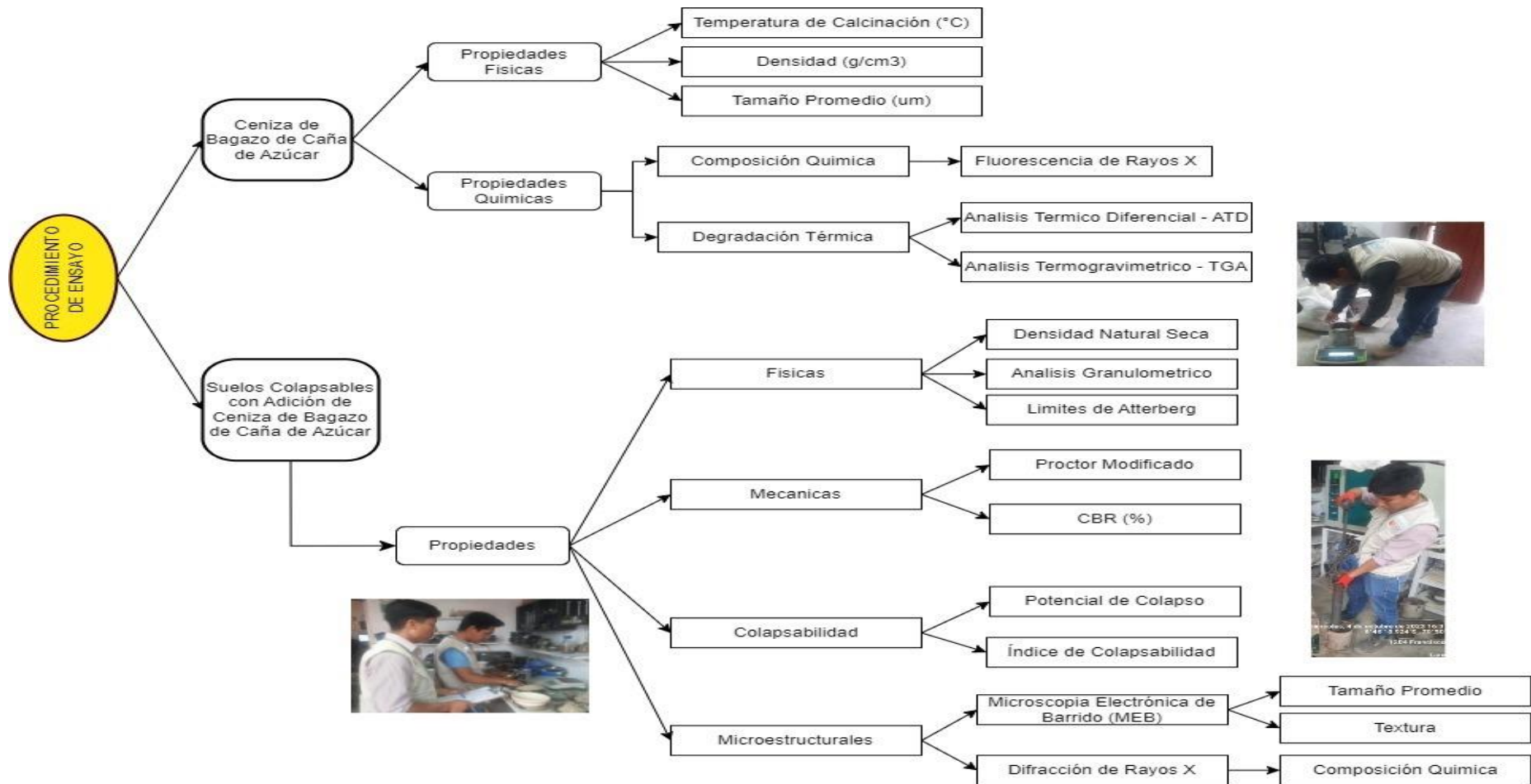


Figura 3. Diagrama de flujo de procedimientos de la investigación

Fuente: Elaboración propia.

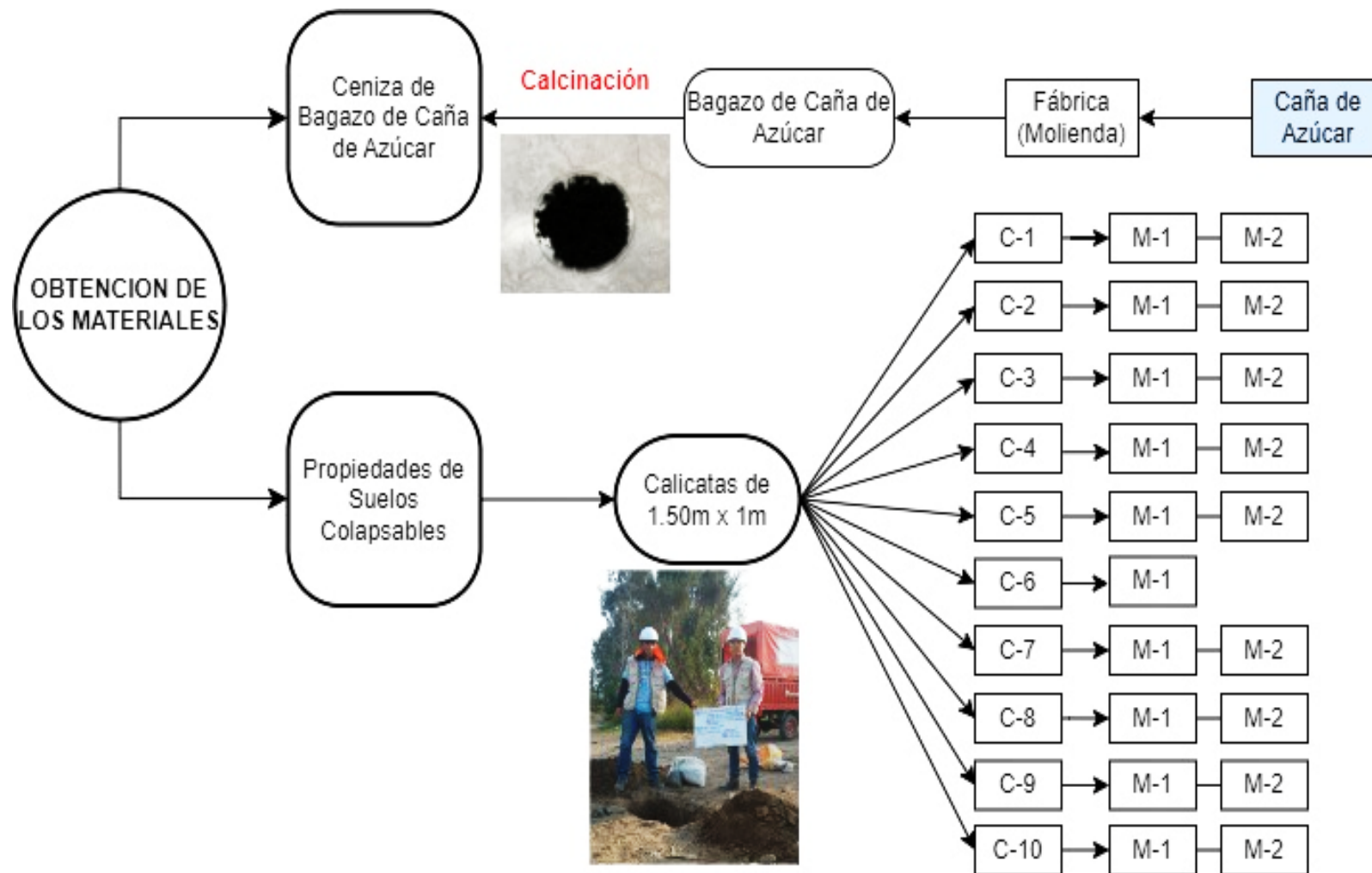


Figura 4. Proceso de obtención de materiales

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos serán analizados mediante el programa SPSS con la finalidad de determinar las correlaciones existen en las propiedades mecánicas del suelo para conocer su influencia en cada parámetro establecidos. Por ello, se aplicará el diseño complementario aleatorio correspondiente a la estadística inferencial, lo cual está sujeto a intervalos de confianza, supuestos de normalidad y homogeneidad, seguido de una prueba de análisis de varianza o un test estadístico, tal como se indica el procedimiento en el anexo 6.

3.7. Aspectos éticos

La investigación, considera el cumplimiento de los principios y valores establecidos en el código de ética de la Universidad César Vallejo, las cuales se dan a conocer en la Figura 5.

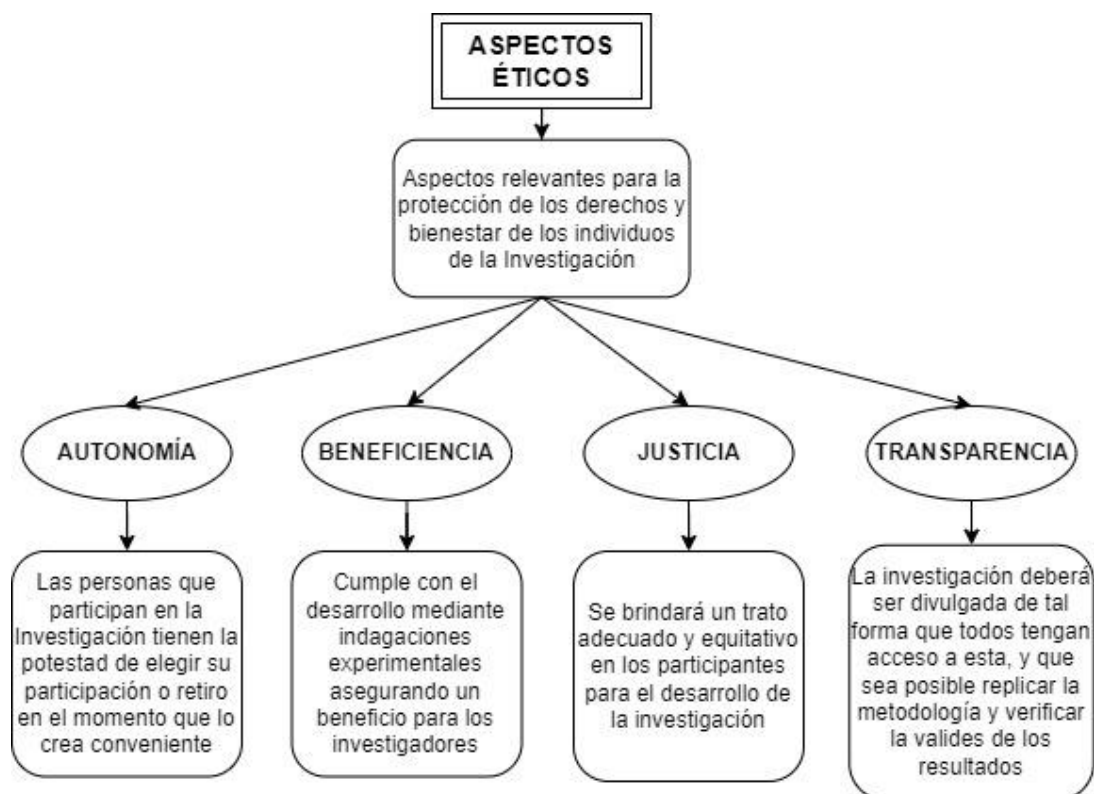


Figura 5. Aspectos éticos de investigación

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del O.E.1

A partir de los ensayos efectuados en el Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C, con certificados que dan validez del proceso y resultados obtenidos (adjuntos en anexos) y del registro que resume en el instrumento “ficha de resultados” el valor de los indicadores que dimensionan la variable independiente se tabula a continuación:

Tabla 4. *Características físicas de la CBCA*

Indicador	Resultado
Temperatura de calcinación (°C)	850
Densidad (g/cm ³)	2.29
Tamaño representativo, pasa malla N°200 (um)	35.84

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se registra una temperatura representativa seleccionada a partir de la revisión documentaria, para asegurar que los óxidos puzolánicos superen al menos el 50%. De igual forma, se ha seguido el proceso para la selección del tamaño representativo de la ceniza experimentada

Tabla 5. *Composición química de la CBCA*

Componente	Resultado
SiO ₂	49.54%
Al ₂ O ₃	7.67%
Fe ₂ O ₃	3.19%
CaO	16.91%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5 muestra que la suma de los óxidos puzolánicos de sílice+alúmina+óxido ferroso superan el 50%, lo que indica que esta ceniza forma parte del grupo C, es decir tiene un comportamiento puzolánico como parte del suelo. Además, el hecho de que el CaO>10%, implica una mayor reactividad de la CBCA frente a la interacción con las partículas del suelo tratado.

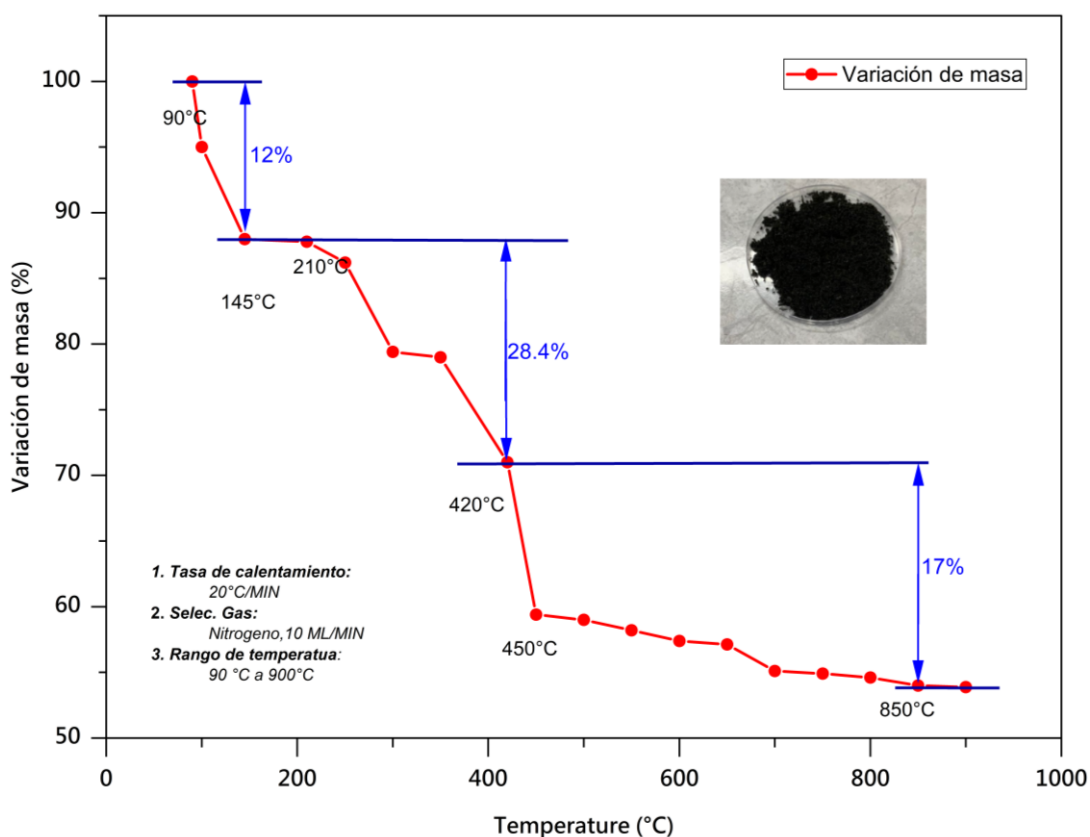


Figura 6. Variación de masa de la CBCA

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 6 representa la variación de masa de la CBCA producto del proceso de desvolatilización, observando 3 pérdidas notorias de masa. La primera etapa se efectúa entre [90-210]°C donde existe una reducción de la humedad generándose el proceso inicial de secado, en la segunda etapa entre [210-420]°C se genera la descomposición de los compuestos volátiles o más pesados y en la tercera etapa entre [420-850]°C las moléculas liberadas reaccionan con la atmosfera dando lugar al proceso de oxidación que genera la pérdida de peso, obteniendo finalmente el residuo con la presencia de los compuestos que conforman únicamente a las cenizas de CBCA.

4.2. Resultados del O.E.2

4.2.1. Propiedades físicas

Tabla 6. Densidad natural del suelo in situ

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Densidad natural seca (g/cm ³)	Densidad natural húmeda (g/cm ³)
C01	M2	1 m	1.42	1.64
C02	M2	1 m	1.43	1.62
C03	M2	1 m	1.42	1.57
C04	M2	1 m	1.43	1.70

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se visualiza las densidades del suelo en forma natural, permitiendo conocer la saturación del suelo; donde se obtiene una DNS promedio de 1.43 g/cm³ y una DNH de 1.63 g/cm³.

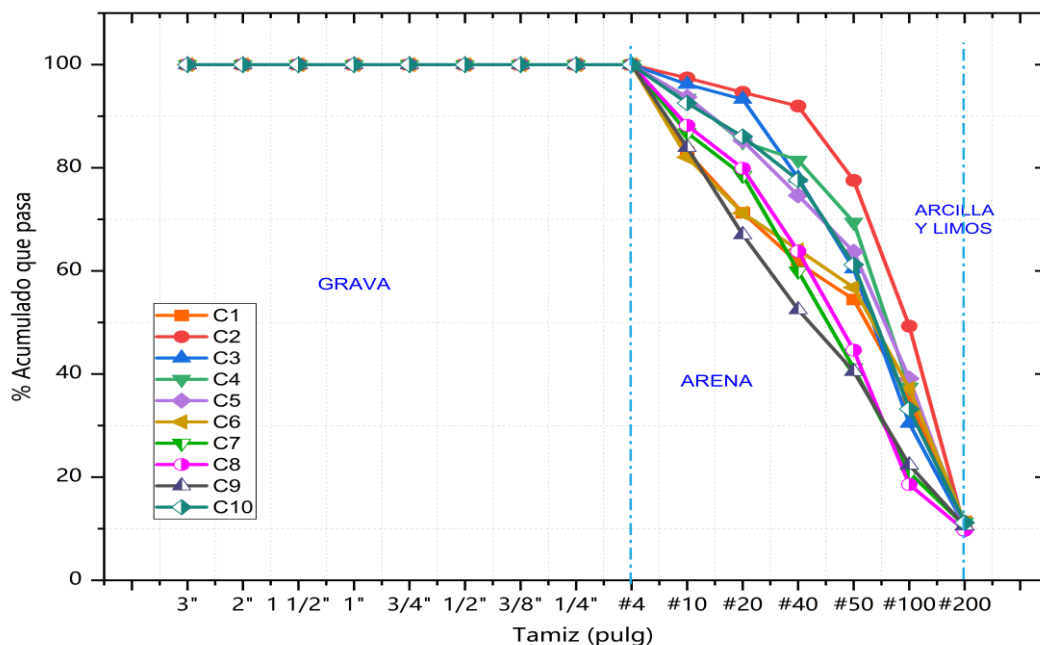


Gráfico 1. Curva granulométrica del suelo natural

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 1 se muestra las curvas granulométricas correspondientes a las 10 muestras de suelo natural estudiadas, mostrando ausencia de partículas de grava, pero presentan una mayor concentración de partículas finas, alcanzando valores mayores en la C5, además según ASSHTO y SUCS corresponden a suelos de arena pobremente graduada con arcilla y limo.

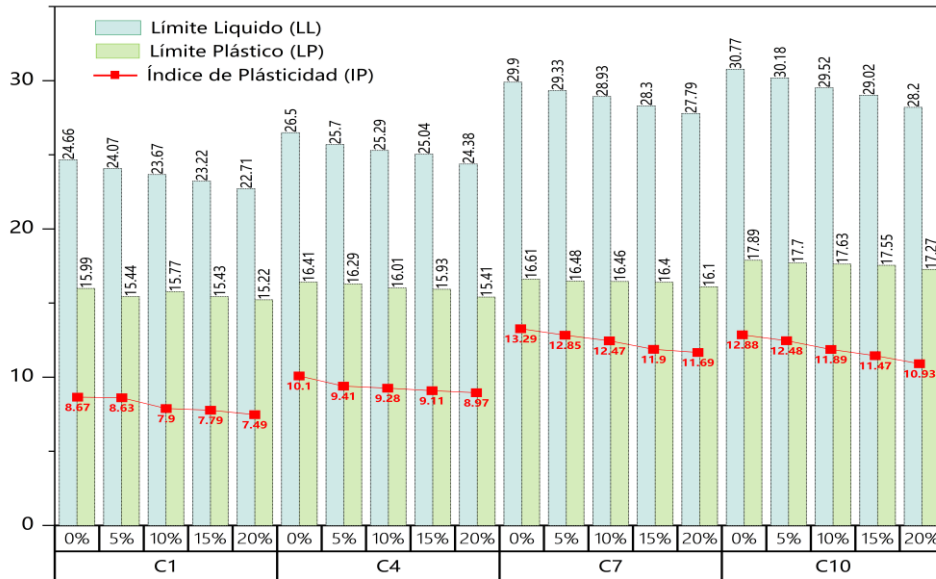


Gráfico 2. Límites de Atterberg del suelo natural y estabilización con CBCA

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 2 aprecia los límites de Atterberg de C1, C4, C7 y C10, los cuales a medida que se aumenta el porcentaje de CBCA tienden a decrecer, siendo en la C7 con 5% de CBCA que se obtuvo un valor máximo de IP de 12.85%, con un LL de 29.33% y LP de 16.48%; además los valores de IP que se encuentra entre [10%-20%] corresponden a un suelo arcilloso, mientras que valores entre [4%-10%] señalan un suelo poco arcilloso.

4.2.2. Colapsabilidad del suelo

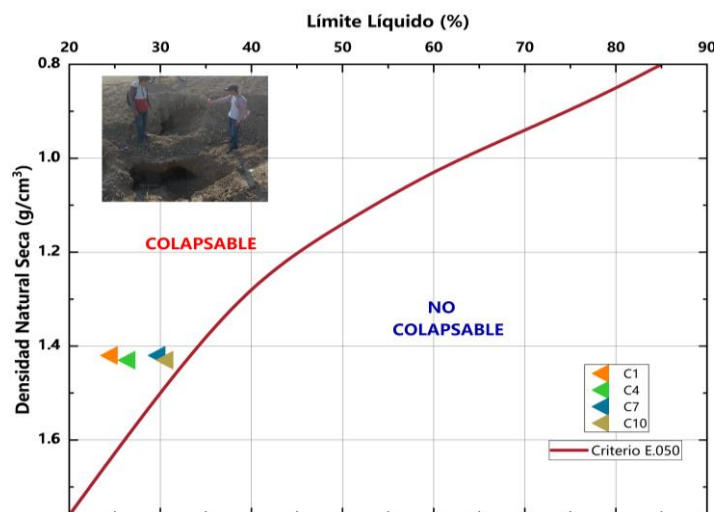


Gráfico 3. Colapsabilidad del suelo natural

Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 3 muestra la severidad de la pérdida de resistencia de los suelos que conllevan al colapso, observándose que los suelos naturales presentan un grado de colapso convirtiéndolos en suelos inestables.

Tabla 7. Índice de colapso del suelo natural y con 15 % de CBCA

Muestra	SUCS	Δe	e_0	lc	Clasificación
Suelo Natural	SP	0.4326	0.6181	4.32	Moderado
Suelo con 15% de CBCA	SP	0.0289	0.6249	1.78	Leve

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7 considerando la norma ASTM D5333 nos indica que el suelo natural posee un índice de colapso moderado, mientras que al adicionar 15% de CBCA su índice de colapso es leve.

4.2.3. Propiedades mecánicas

Tabla 8. Determinación del Proctor Modificado con dosificación de CBCA

Material	CBCA	MDS (g/cm ³)	OCH (%)
C-1	0%	1.68	13.30
	5%	1.77	12.10
	10%	1.81	10.50
	15%	1.84	9.80
	20%	1.83	11.40
C-4	0%	1.80	12.30
	5%	1.82	11.20
	10%	1.89	10.70
	15%	1.92	10.30
	20%	1.87	11.90
C-7	0%	1.69	13.80
	5%	1.72	13.50
	10%	1.78	11.70
	15%	1.81	10.70
	20%	1.80	12.40
C-10	0%	1.67	13.60
	5%	1.69	13.00
	10%	1.76	11.60
	15%	1.80	9.00
	20%	1.78	12.70

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se observó que con la adición de CBCA decrecen los valores de OCH, donde con 15% CBCA se alcanzó una MDS con valores superiores a la muestra patrón y un OCH que oscila entre [9 - 11]%, lo que indica que la CBCA mantiene propiedades de humedad.

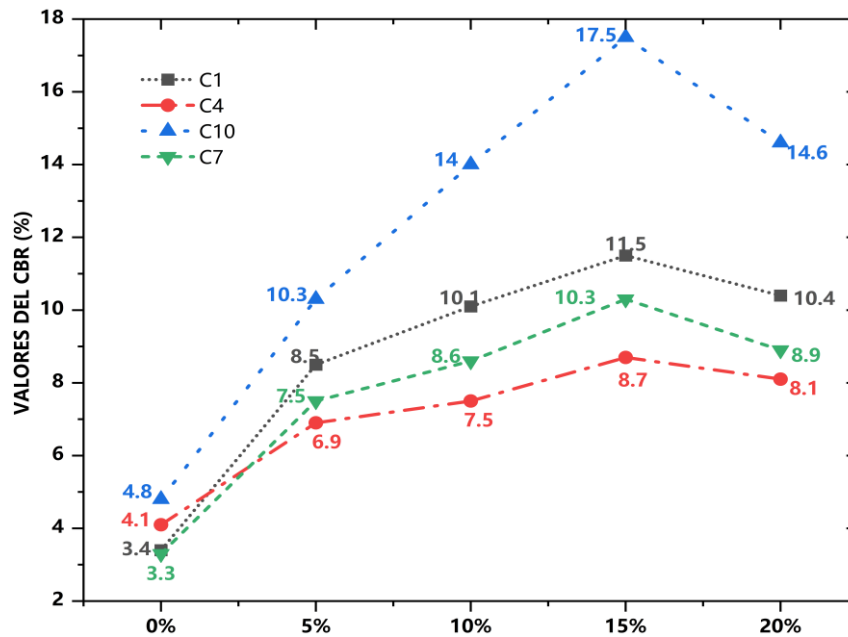


Gráfico 4. Valores del CBR en suelo natural y experimentales con CBCA

Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 4 muestra que al aplicar una carga de 0.1" el máximo valor de CBR indica una mayor capacidad portante es 17.5% y se logra con 15% de CBCA, encontrándose entre [8%-20%] que se clasifican como excelentes, mientras que <6 se consideran malos y se descartan, como las muestras de suelo natural.

4.3. Resultados del O.E.3

Considerando las propiedades mecánicas se determinó el porcentaje óptimo de CBCA en las muestras del suelo, mediante la evaluación estadística con el fin de conocer el nivel de influencia según la significancia en cada propiedad estudiada.

- Máxima Densidad Seca (MDS)

Tabla 9. Análisis estadístico de la MDS en suelos con CBCA

Pruebas Paramétricas estadísticas				
MDS	Supuestos a cumplir:			
	Normalidad		Homocedasticidad	
	Prueba Shapiro - Wilk	Sig.:	Prueba de Levene	Anova
	Muestra:	0.39	Sig.:	Prueba de Tukey
	n=20 ≤ 50		0.985	Sig. con 15% CBCA: 0.029

Fuente: Elaboración propia mediante el programa SPSS.

En la Tabla 9 se evidencio que la muestra es ≤ 50 y se emplea la prueba de Shapiro Wilk que indica la existencia de una distribución normal, por consiguiente, se evalúa la Homocedasticidad mediante la prueba de Levene obteniendo que existe homogeneidad de varianzas; conllevando a efectuar el análisis ANOVA que indica la existencia de diferencias entre medias y el análisis POST HOC mediante la prueba Tukey indica que existe una sig. de 0.029 en la MDS correspondiente a la muestra de suelos con 15% de CBCA considerándose significativo. Posteriormente, todo el análisis estadístico efectuado se visualiza en el anexo 6.

- **Óptimo contenido de humedad (OCH)**

Tabla 10. *Análisis estadístico del OCH en suelos con CBCA*

Pruebas Paramétricas estadísticas					
MDS	Supuestos a cumplir:				
	Normalidad		Homocedasticidad		Anova
	Prueba Shapiro - Wilk	Sig.:	Prueba de Levene	Sig.:	Prueba de Tukey
	Muestra:	0.824	Sig.:	0.000	Sig. con 15% CBCA:
	n=20 \leq 50		0.570		0.000

Fuente: Elaboración propia mediante el programa SPSS.

En la Tabla 10 se evidencio que la muestra es ≤ 50 y se emplea la prueba de Shapiro Wilk que indica la existencia de una distribución normal, por consiguiente, se evalúa la Homocedasticidad mediante la prueba de Levene obteniendo que existe homogeneidad de varianzas; conllevando a efectuar el análisis ANOVA que indica la existencia de diferencias entre medias y el análisis POST HOC mediante la prueba Tukey indica que existe una sig. de 0.000 en el OCH que corresponde a la muestra de suelos con 15% de CBCA considerándose altamente significativo. Posteriormente, todo el análisis estadístico efectuado se visualiza en el anexo 6.

- **Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)**

Tabla 11. *Análisis estadístico de la CBR en suelos con CBCA*

Pruebas Paramétricas estadísticas					
MDS	Supuestos a cumplir:				
	Normalidad		Homocedasticidad		Anova
	Prueba Shapiro - Wilk	Sig.:	Prueba de Levene	Sig.:	Prueba de Tukey
	Muestra:	0.433	Sig.:	0.005	Sig. con 15% CBCA:
	n=20 \leq 50		0.288		0.004

Fuente: Elaboración propia mediante el programa SPSS.

En la Tabla 11 se evidencio que la muestra es ≤ 50 y se emplea la prueba de Shapiro Wilk que indica la existencia de una distribución normal, por consiguiente, se evalúa la Homocedasticidad mediante la prueba de Levene obteniendo que existe homogeneidad de varianzas; conllevando a efectuar el análisis ANOVA que indica la existencia de diferencias entre medias y el análisis POST HOC mediante la prueba Tukey indica que existe una sig. de 0.004 en el CBR correspondiente a la muestra de suelos con 15% de CBCA considerándose altamente significativo. Posteriormente, todo el análisis estadístico efectuado se visualiza en el anexo 6.

4.4. Resultados del O.E.4

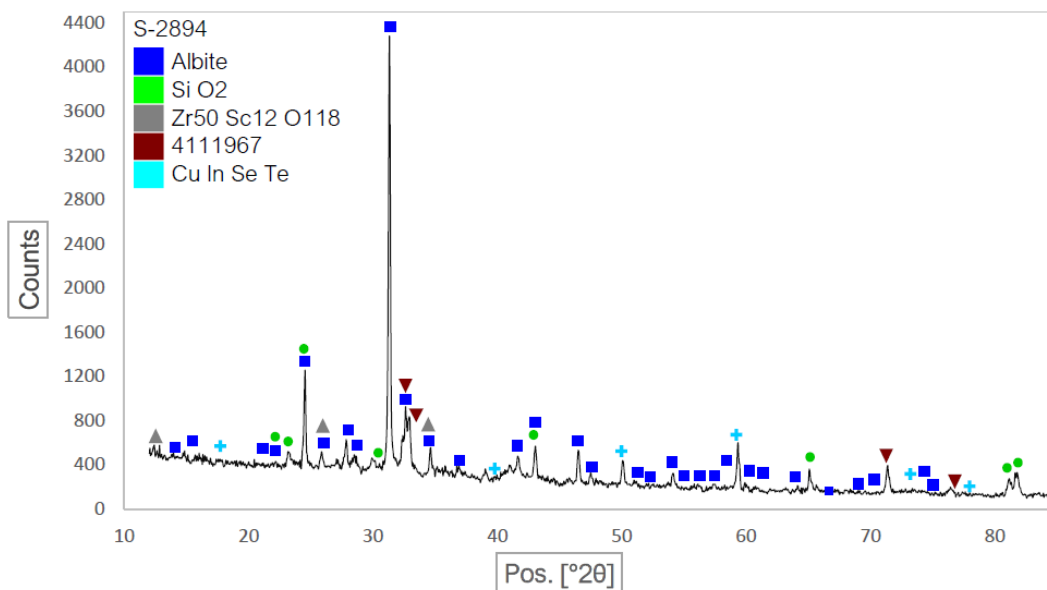


Gráfico 5. Difractogramas de rayos X de la muestra del suelo natural

Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 5 evidencia las Difractogramas correspondientes a la muestra del suelo natural obtenidos de la difracción de rayos X en un rango de ángulos (2θ), observándose las concentraciones mayores de 48.5% de Albite (Sodio) y 48.6% de Oxido de silicio (fase cristalina amorfa), con presencia de compuesto como calcio, aluminio y de magnesio.

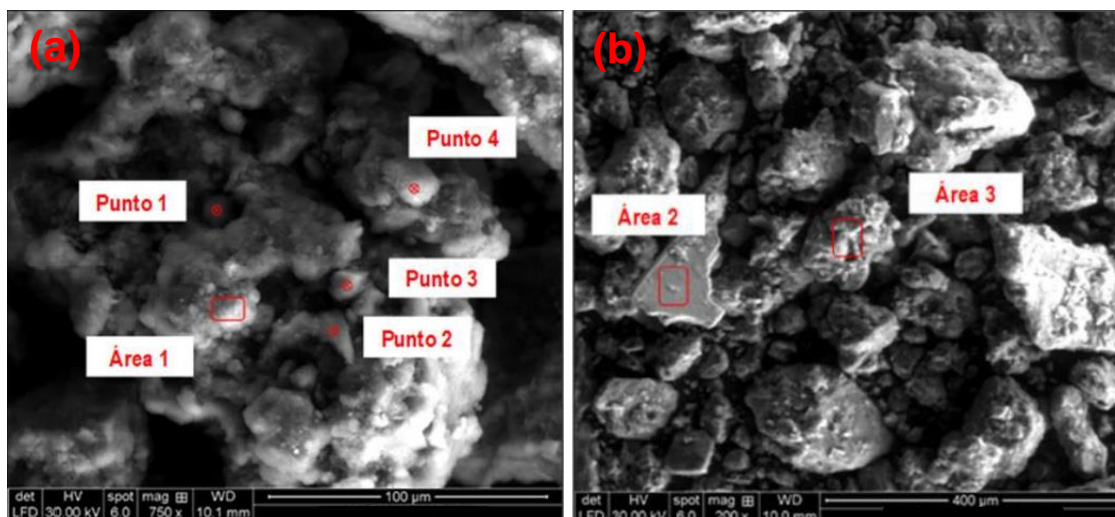


Figura 7. Micrografía de la muestra del suelo natural

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7 (a) y (b) se muestran regiones etiquetadas a 750x y a 200x correspondiente al suelo natural, permitiendo identificar morfologías con formas cuasi-esféricas y ovaladas que no presentan porosidades pronunciadas.

Tabla 12. Composición química del suelo natural mediante EDS

Elementos	Contenido (%)								
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
O	48.42	56.10	48.33	48.85	49.40	45.95	50.09	56.36	58.24
Na	-	-	1.66	6.2	1.94	2.21	1.83	-	-
Mg	-	-	5.58	1.85	1.52	8.57	1.29	-	-
Al	9.80	4.07	11.14	10.52	11.21	6.55	7.50	5.53	3.19
Si	27.82	36.29	19.98	25.33	23.04	22.09	19.67	25.56	7.10
S	-	-	-	-	1.62	-	-	-	-
K	4.46	-	1.54	1.17	1.96	-	4.75	1.66	-
Ca	4.95	1.46	1.84	2.62	3.82	6.85	10.96	4.68	29.18
Fe	4.55	2.08	9.93	3.46	5.49	7.78	3.91	2.21	2.29

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12 se muestra las composiciones principales mediante EDS, encontrando una concentración elevada de óxidos como el oxígeno, así como la presencia mesurable de óxidos de silicio y presencia de calcio.

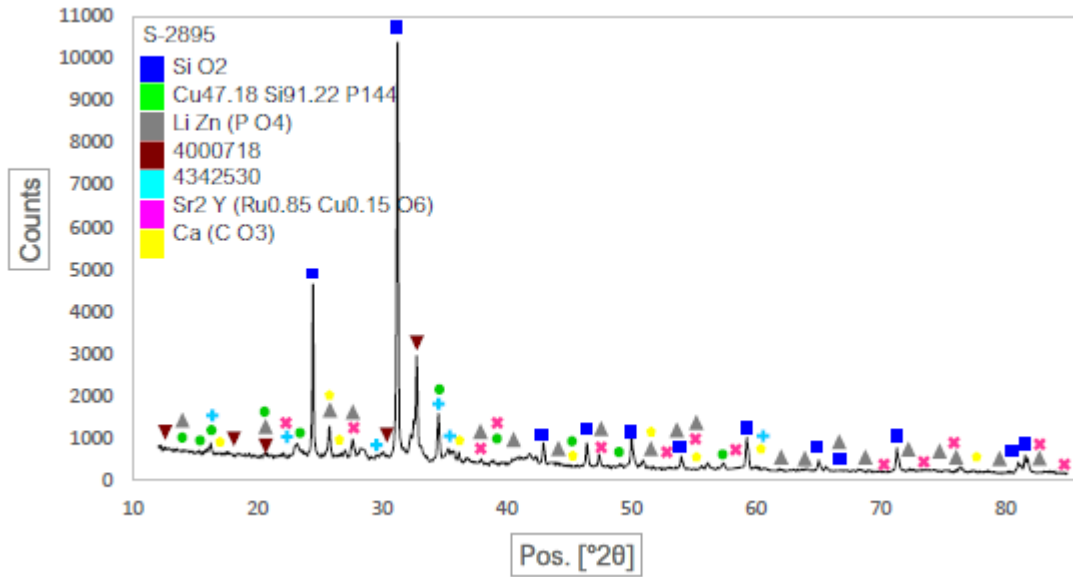


Gráfico 6. Difractogramas de rayos X del suelo modificado con 15% de CBCA

Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 6 evidencia las Difractogramas correspondientes a la muestra modificada del suelo natural con 15% de CBCA, obtenidos de la difracción de rayos X en un rango de ángulos (2θ). Se observa que existen concentraciones mayores de 77.9% de Oxido de silicio (fase cristalina amorfa), con presencia de compuesto similares a la muestra natural.

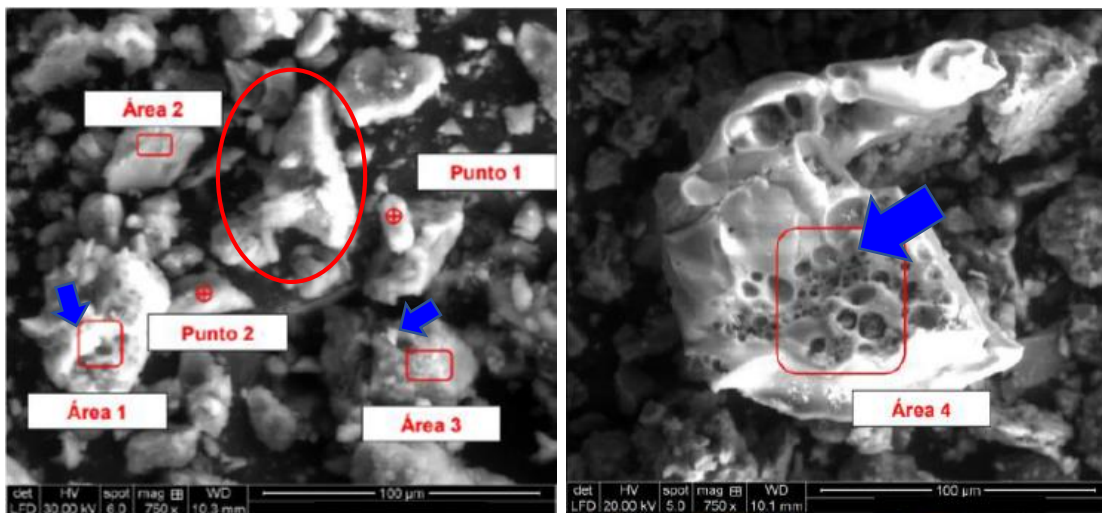


Figura 8. Micrografía de la muestra del suelo modificado con 15% de CBCA

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8 se muestran regiones etiquetadas a 750x correspondiente a la muestra modificada del suelo natural con 15% de CBCA, permitiendo identificar morfologías con formas cuasi-esféricas, ovaladas y alargadas que presentan micro porosidades típicas y pronunciadas en las zonas del Área 1, 3 y 4.

Tabla 13. *Composición química del suelo con 15% de CBCA mediante EDS*

Elementos	Contenido (%)					
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Área 1	Área 2	Área 3
O	63.77	40.78	53.44	54.23	47.3	53.51
Na	-	-	-	-	4.07	-
Mg	-	1.25	-	-	-	-
Al	4.94	16.10	4.68	4.15	11.60	4.67
Si	9.34	32.05	34.50	34.47	27.01	36.97
K	-	1.61	3.01	1.12	2.28	1.85
Ca	20.33	4.34	1.94	3.90	5.14	1.46
Fe	1.62	3.87	2.43	2.13	2.07	1.54

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13 se muestra las composiciones principales mediante EDS, encontrando una concentración elevada de óxidos de silicio (oxígeno y silicio), así como la presencia minoritaria de potasio, calcio y aluminio.

V. DISCUSIÓN

Considerando, el comportamiento de las propiedades físicas de la CBCA se obtuvo que su finura es determinada mediante el análisis granulométrico obteniendo un tamaño representativo pasante de la malla N°200 de 35.84 μm y una densidad de 2.29 g/cm^3 . Por su parte, siguiendo un procedimiento similar al aplicado (Dang, Khabbaz and Ni 2021) obtuvieron una densidad de CBCA de 2.32 g/cm^3 y (Farias Zamora and Ragel 2019) alcanzaron una densidad de 2.10 g/cm^3 . Estos resultados obtenidos guardan relación y muestran la efectividad de la CBCA para su uso en la estabilización, ya que cumplen con las exigencias de las normas NTP 334.005. Además, en la Tabla 14 se reúnen los datos que muestran el comportamiento químico de la CBCA a 850°C, obteniendo que la sílice+alúmina+óxido ferroso superan el 50% y el Óxido de calcio > 10%, logrando cumplir con lo especificado en la ASTM C0618-08 que señala que pertenecen a Cenizas volantes de Clase C. Por lo tanto, estos resultados indicando que la concentración de estos elementos químicos presentes en la CBCA conlleva a mejorar el desempeño e interacción con el suelo.

Tabla 14. *Contraste de la composición química con los antecedentes*

Componentes químicos	INVESTIGACIÓN	Fariás, Zamora and Rangel, 2019	Surjandari, Djarwanti and Uko, 2020
SiO ₂	49.54	62.66	67.33
Al ₂ O ₃	7.67	5.2	3.45
Fe ₂ O ₃	3.19	5.19	3.49
CaO	16.91	---	12.51
\sum SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	60.4	73.05	74.27

Fuente: Elaboración propia.

En la presente investigación, respecto a las propiedades físicas, se determinó que el suelo natural presenta una densidad seca natural de 1.43 g/cm^3 con una humedad del 14.78% y considerando su granulometría acorde al AASHTO y SUCS se clasificaron como un suelo de arena pobremente graduada con arcilla y limo que presentan concentraciones de sales promedio de 0.201. Por su parte, (Sarmiento Tejada 2020) mediante sus ensayos encontró que el suelo natural presenta una

humedad de 5.39% y pertenecen a una arena mal graduada, mientras que (Saber and Iravanian 2022) señala que el comportamiento de las muestras evidencia la presencia de un suelo arenoso arcilloso. Concluyéndose que la distribución de las partículas del suelo, caracterizan el efecto de la capacidad y/o propiedades del suelo.

Respecto, a los límites de Atterberg definidos se visualiza el comportamiento del suelo natural y estabilizado con 5%, 10%, 15% y 20% de CBCA, obteniendo que el índice líquido, plástico y el índice de plasticidad decrecen a medida que se aumenta el porcentaje de CBCA. De manera similar, (Hidalgo et al. 2020) y (Surjandari, Djarwanti and Ukoj 2020) determinaron que al aumentar los porcentajes de CBCA, el índice de plasticidad disminuye gradualmente, mientras que (Torres 2023) difiere ya que obtuvo muestras con alta plasticidad empleando combinaciones de CBCA entre [2.5-10]% y posteriormente (Espinoza and Velásquez 2019) señalan que la adición de CBCA como estabilizante influye notoriamente en los límites Atterberg. Estos resultados, guardan relación al corresponder a suelos arcillosos, donde el IP entre [10%-20%] son suelos arcillosos y entre [4%-10%] son suelos poco arcillosos, cumpliendo con la norma ASTM D4318 que permite definir la consistencia con la que el suelo llega a deformarse.

La Tabla 8 nos muestra los valores obtenidos del Proctor modificado a diversos porcentajes de CBCA, evidenciándose que al aumentar la CBCA incrementa la MDS y decrece el OCH, alcanzando el máximo valor de la MDS con 15% de CBCA; estos resultados son similares a los alcanzados por (Espinoza y Velásquez 2019) quienes obtuvieron una MDS y un OCH superior en relación a la proporción de la CBCA empleada; mientras que (Torres 2023) y (Gutiérrez y Romero 2022) difieren con dichos resultados demostrando en sus estudios que a medida que se aumenta la dosificación de CBCA, se genera una disminución en la MDS y un aumento en el OCH. Estas variaciones se deben posiblemente a una mayor presencia de saturación en los suelos, ya que un suelo arenoso llega a drenar rápidamente en comparación a un suelo arcillosos. Por ello, en la Gráfico 7 se muestran los resultados obtenidos del Proctor modificado con relación a los estudios anteriormente mencionados, para lo cual se efectuó un contraste con los obtenidos en esta investigación.

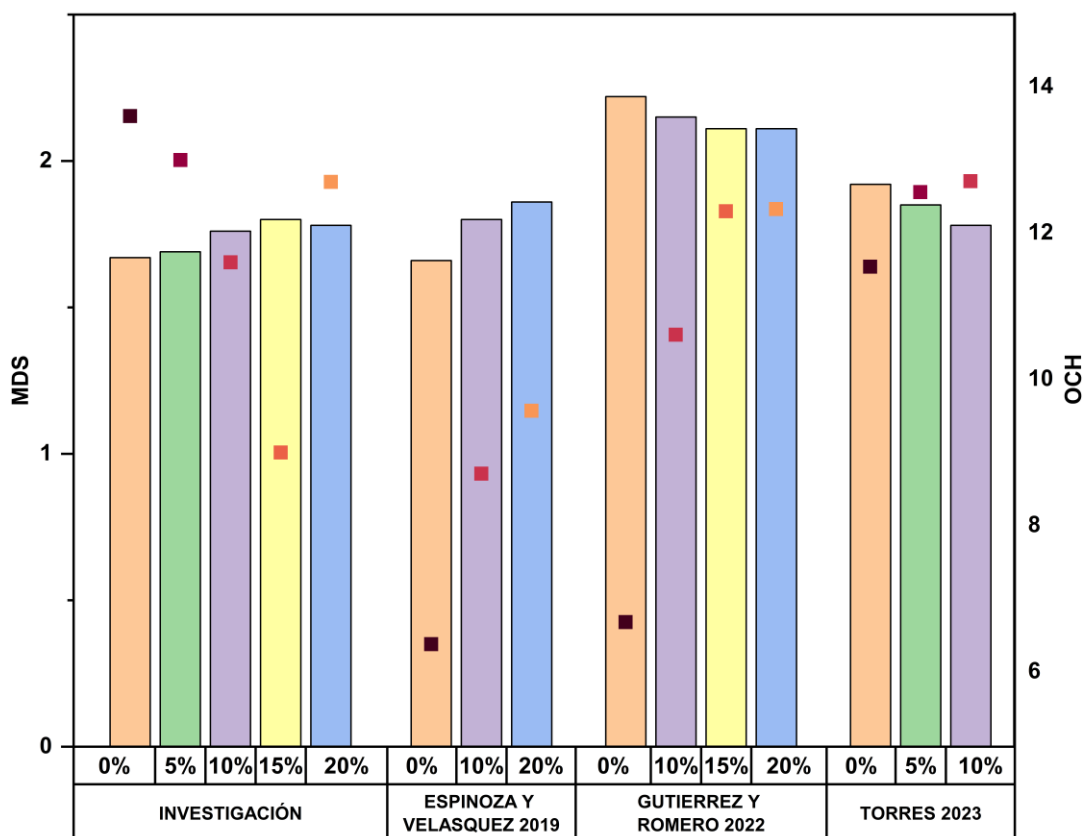


Gráfico 7. Comparación de valores del Proctor Modificado con estudios previos

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 4 muestra los resultados obtenidos del CBR de las muestras de suelo patrón y estabilizadas con CBCA a diversos porcentajes de adición, observándose que el suelo sin adiciones alcanza un CBR de 4.8%, donde el porcentaje óptimo con el que se alcanza mayor capacidad portante del suelo es con 15% de CBCA logrando un CBR de 17.5%, pero, al aumentar en 20% CBCA tiende a decrecer notoriamente. Así mismo, estos resultados alcanzados guardan relación con lo señalado por (Torres 2023) y (Espinoza y Velásquez 2019) quienes observaron que el CBR tiende a presentar incrementos al añadir mayores dosificaciones al 5% y 10% de CBCA, pero también se puede observar en el estudio de (Espinoza y Velásquez 2019) que los resultados obtenidos de CBR sin adiciones y al 20% de CBCA son similares a los obtenidos en la investigación. Esta reducción del CBR a mayores porcentajes de CBCA se debe posiblemente a que los óxidos de calcio presentes a ese porcentaje no son suficientes al reaccionar con el suelo. El Gráfico

8 muestra los resultados por cada porcentaje empleado de CBCA de los estudios previos, que corroborar que la CBCA si logra mejorar la capacidad de los suelos.

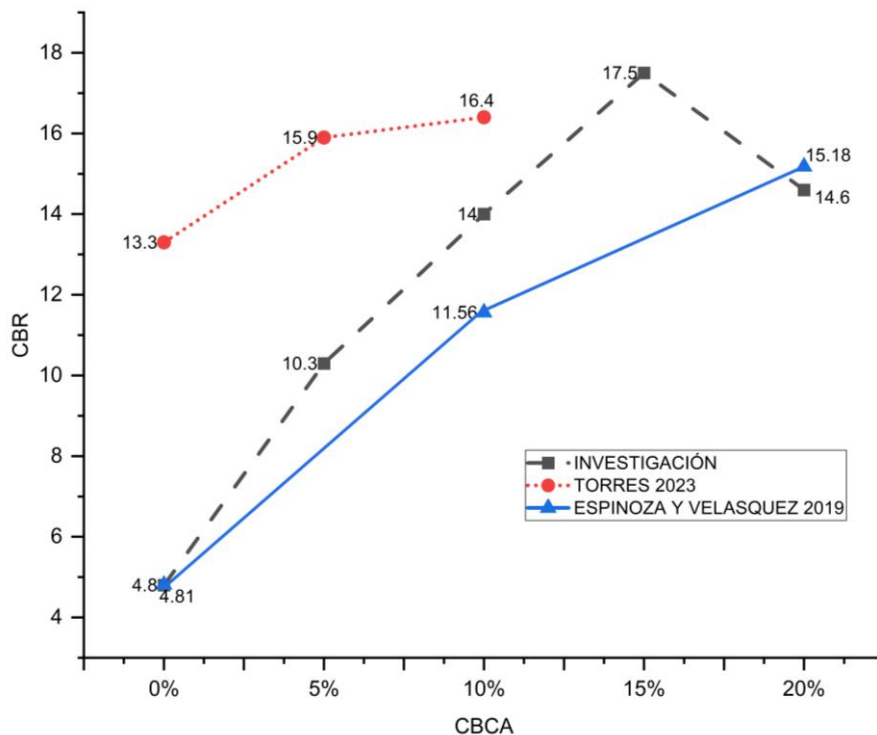


Gráfico 8. Valores del CBR en comparación con estudios previos

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11 presentan la significancia de la influencia de la CBCA en los suelos colapsables en relación a sus propiedades mecánicas como el Proctor modificado y el CBR, obteniendo que el contenido óptimo de CBCA que presenta mayor influencia se logra con el 15% de CBCA permitiendo aumentar la capacidad portante del suelo natural, por su parte, (Torres 2023) logro alcanzar mayor influencia en las propiedades del suelo con 10% de CBCA, mientras que, (Espinoza 2018) indica que su optimo logrado es con 20% de CBCA. Estos resultados difieren en similitudes de optimo porcentaje posiblemente debido al tipo de suelo encontrado, ya sea arcilloso o arenoso.

Respecto a las características microestructurales se encontró mediante el SEM que la muestra de suelo con 15% de CBCA como porcentaje optimo evidencian un enfoque con micro porosidades y con formas alargadas, ello debido a los contenidos elevados de óxidos puzolánicos; lo cual es contrastado mediante el DRX

y EDS donde se identifican que existe mayor concentraciones de óxidos de puzolánicos como sílice, aluminio, calcio y oxígeno que forman parte de materiales cristalinos; mientras que la muestra natural presento un enfoque con porosidades no muy pronunciadas y concentraciones químicas similares a las indicas anteriormente. Estos resultados, se relación con la investigación de (Ojeda et al. 2018) quienes indican que su morfología y composición químicas mediante DRX y EDS son similares a los obtenidos en la presente investigación e indican que estos cambios se deben a que existe una distribución uniforme de la CBCA obteniendo una morfología (textura y estructura) consistente con presencia de micro porosidades que indica el mínimo acceso de líquidos, evitando deformaciones e inestabilidad.

VI. CONCLUSIONES

Considerando los resultados y discusiones, se logra concluir:

- La CBCA empleada en la estabilización de los suelos logra mejorar las propiedades físico-mecánicas y características microestructurales, aplicando un óptimo porcentaje de CBCA de 15%, convirtiéndolos en suelos poco susceptibles al colapso.
- Considerando los estudios realizados a la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA), se encontró que la temperatura ideal de calcinación es 850°C, alcanzando una finura (malla N°200) de 35.84 μm y los óxidos puzolánicos de sílice+alúmina+óxido ferroso son 60.4% y la presencia de CaO es de 16.91%, clasificándose como ceniza puzolánica de Clase C que es apta para su empleo en suelos según ASTM C 0618.
- Mediante la granulometría se identificó que se trata de un suelo de arena pobremente graduada con arcilla y limos, el cual a medida que se adicionaba CBCA en 5%, 10%, 15% y 20% los límites de atterberg decrecen y se evidencia que la muestra natural de suelo presenta un grado de colapso moderado que cambia a leve con la adición de 15% de CBCA, y se logra un aumento en sus propiedades mecánicas.
- Mediante el análisis estadístico, se concluyó que la evaluación significativa de las propiedades mecánicas del suelo natural y tratadas con CBCA, demuestran una mejora significativa de 0.004 en la muestra de suelo tratada con 15% de CBCA, indicando que su influencia es altamente significativa y por ende mejora satisfactoriamente las propiedades del suelo natural.
- Los análisis microestructurales SEM-EDS y difracción de rayos X indicaron que la muestra de suelo natural presenta una estructura no porosa; mientras que la modificada con 15% de CBCA presento una estructura típicamente porosa probablemente debido a la inclusión de la CBCA que es rica en compuestos de óxidos puzolánicos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda identificar las propiedades físicas y químicas de la CBCA a diferentes temperaturas para conocer la composición óptima que puede aplicarse a suelos de baja capacidad portante y así obtener mejores resultados.
- Se recomienda realizar muestras con diferentes porcentajes entre ellos están al 16 %,17%,18%,19% de adición de CBCA con la finalidad de conocer los porcentajes óptimos que influyan positivamente en el suelo debido a que nuestro porcentaje optimo es al 15% y empieza a disminuir su resistencia con el 20% de CBCA, es por ello que se opta en recomendar esos porcentajes de adición para obtener el porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar adecuado.
- Se recomienda realizar el ensayo de índice de colapsibilidad con los diferentes porcentajes de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar con la finalidad de conocer los porcentajes óptimos que influyan positivamente en el suelo y disminuya su grado de colapso.
- Se recomienda realizar un análisis de incidencia estadística para conocer la significancia en las propiedades físicas de los suelos colapsables.
- Se recomienda realizar un análisis microestructural tanto a la muestra patrón como a todas las adicionadas con CBCA para conocer a detalle el efecto del comportamiento de las adiciones en las características físicas y mecánicas del suelo colapsable.
- Se recomienda realizar pruebas de campo para validar los resultados obtenidos en laboratorio y evaluar el rendimiento a largo plazo de los suelos tratados con CBCA.

REFERENCIAS

- ADNAN, M., KUMAR, S., GARG, N., KUMAR GUPTA, K. and KUMAR DAS, S., 2023. Soil stabilization using waste “Bagasse ash and lime”: A review. *Materials Today: Proceedings*, no. xxxx, ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2023.05.018.
- ADNAN, S., KEERAT, G. and SOURAV, 2023. *Materials Today : Proceedings* Soil stabilization using waste “ Bagasse ash and lime ”: A review. , no. xxxx, DOI 10.1016/j.matpr.2023.05.018.
- AWADALSEED, W., ZHAO, H., SUN, H., HUANG, M. and LIU, C., 2023. Expansive Soil Stabilization by Bagasse Ash in Partial Replacement of Cement. *Journal of Renewable Materials*, vol. 11, no. 4, ISSN 21646341. DOI 10.32604/jrm.2023.025100.
- CAICEDO ROSERO, L.C.; MÉNDEZ ÁVILA, F.J.; GUTIÉRREZ ZEFERINO, E.. and FLORES CUAUTLE, J.J., 2021. Medición de humedad en suelos : Revisión de métodos y características Soil Moisture Measurement : Review of Methods and Characteristics. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI* [en línea], vol. 9, Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/595/5952727005/index.html%0ADOI>:
- CENIC, FERN, C., 2020. Machine Translated by Google Machine Translated by Google Aplicación de la Microscopia Electrónica de Barrido en la Caracterización de la Poliapatita ® Aplicación de microscopía electrónica de barrido en la caracterización de Poliapatita ® Oscar E . Ledea. ,
- CIMENTACIONES, E. 05. S. y, 2016. Norma Técnica de Edificación. 2016 [en línea], Disponible en: http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf.
- DANG, L.C., KHABBAZ, H. and NI, B.J., 2021. Improving engineering characteristics of expansive soils using industry waste as a sustainable application for reuse of bagasse ash. *Transportation Geotechnics* [en línea],

vol. 31, no. August, ISSN 22143912. DOI 10.1016/j.trgeo.2021.100637.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100637>.

ESCALANTE, S. and SANTA CRUZ, C., 2022. Facultad De Ingeniería Y Arquitectura. *Google Academico* [en línea], Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ESPINOZA, A. and VELÁSQUEZ, J., 2018. "Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018." *Universidad César Vallejo*,

EWA, D.E., EGBE, E.A., UKPATA, J.O. and ETIKA, A., 2023. Sustainable subgrade improvement using limestone dust and sugarcane bagasse ash. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, vol. 2, no. 1, ISSN 27730328. DOI 10.1016/j.stae.2022.100028.

FARÍAS, ZAMORA and RANGEL, 2018. Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. *Revista ALCONPAT*, vol. 8, no. 2, DOI 10.21041/ra.v8i2.282.

GARCÍA RAMOS, C.M; QUIRÓS ROQUE, V.A.; ROSALES MENDOZA, L.E., 2022. Los residuos generados en la producción de la industria azucarera en los últimos 25 años. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* [en línea], Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3943529003/>.

HATMOKO, J.T. and SURYADHARMA, H., 2019. Behavior of bagasse ash-calcium carbide residue stabilized soil with polyester fiber inclusion. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 620, no. 1, ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/620/1/012066.

HIDALGO, F., SAAVEDRA, J., FERNANDEZ, C. and DURAN, G., 2020. Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA) and sugarcane bagasse ash (SCBA). *IOP Conference Series: Materials Science*

and Engineering, vol. 758, no. 1, ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/758/1/012041.

KHANDELWAL, A., KISHOR, R. and SINGH, V.P., 2022. Sustainable utilization of sugarcane bagasse ash in highway subgrade- a critical review. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 78, ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2022.11.310. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.310>.

KHANDELWAL, A., KISHOR, R. and SINGH, V.P., 2023. Sustainable utilization of sugarcane bagasse ash in highway subgrade- a critical review. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 78, ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2022.11.310. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.310>.

LOS, D., ÁNGEL, W. and RODRÍGUEZ, G., 2023. Granulometric analysis of soils by sieving method. ,

MIĘKOŚ, E., ZIELIŃSKI, M., KOŁODZIEJCZYK, K. and JAKSENDER, M., 2019. Application of industrial and biopolymers waste to stabilise the subsoil of road surfaces. *Road Materials and Pavement Design*, vol. 20, no. 2, ISSN 21647402. DOI 10.1080/14680629.2017.1389766.

PUTRI, R.D., APRIYANTI, Y. and HAMBALI, R., 2022. Utilization of bagasse ash plus cement to increase the shear strenght of clay soil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1108, no. 1, ISSN 17551315. DOI 10.1088/1755-1315/1108/1/012044.

SABER, S.A. and IRAVANI, A., 2022. Using Waste Ceramic Dust in Stabilization of Clay Soils. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, vol. 13, no. 1, ISSN 26007959. DOI 10.30880/ijscet.2022.13.01.007.

SANDOVAL VALLEJO, E.A. and RIVERA MENA, W.A., 2019. Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfnada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, no. 1, ISSN 0124-8170. DOI 10.18359/rcin.3478.

- SARMIENTO, 2020. *Facultad De Ingenieria Y Arquitectura Industrial*. S.l.: s.n. ISBN 0000000213.
- SHARMA, T. and SINGH, S., 2021. Experimental Study on Stabilisation of Clayey Soil Using Cement and Bagasse Ash. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 889, no. 1, ISSN 17551315. DOI 10.1088/1755-1315/889/1/012010.
- SIDDIQUA, S. and BIGDELI, A., 2022. Utilization of MgCl₂ solution to control collapse potential of soil. *Transportation Geotechnics* [en línea], vol. 33, no. March 2021, ISSN 22143912. DOI 10.1016/j.trgeo.2022.100731. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2022.100731>.
- SPAGNOLI, G. and SHIMOBÉ, S., 2020. An overview on the compaction characteristics of soils by laboratory tests. *Engineering Geology* [en línea], vol. 278, no. January, ISSN 00137952. DOI 10.1016/j.enggeo.2020.105830. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105830>.
- SURJANDARI, N.S., DJARWANTI, N. and UKOI, N.U., 2017. Enhancing the engineering properties of expansive soil using bagasse ash. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 909, no. 1, ISSN 17426596. DOI 10.1088/1742-6596/909/1/012068.
- TEDDY, Z., ANNETTE, B. and AINOMUGISHA, S., 2021. Blending lime with sugarcane bagasse ash for stabilizing expansive clay soils in subgrade. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, vol. 53, no. 5, ISSN 23385502. DOI 10.5614/j.eng.technol.sci.2021.53.5.10.
- TORRES, P., 2023. FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y Estabilización del suelo usando ceniza de bagazo de caña de azúcar para caminos no pavimentados. ,
- VARGAS, G., ALBERTO, J., CERNA VÁSQUEZ, M. and JUNIOR, M.A., 2021. Efecto de la adición de ceniza de bagazo y lodo de granito en la estabilización de suelos arcillosos, Lambayeque. ,

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
V.I: Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar	Según (Khandelwal, Kishor and Singh 2022), la ceniza del bagazo de caña de azúcar es un subproducto sólido obtenido a partir de la combustión del bagazo de caña de azúcar además es un material casi puzolánico, con partículas muy finas debido a las altas temperaturas que son incineradas.	El bagazo de caña de azúcar pasara por un proceso de calcinación, para obtener ceniza de bagazo de caña de azúcar, el cual servirá como estabilizador parcial de los suelos colapsables en proporciones de 5%, 10%, 12% y 15% de tal forma se pueda evaluar la influencia para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables.	Propiedades físicas y químicas de la ceniza de bagazo de la caña de azúcar	PROPIEDADES FISICAS	
				1. Temperatura de Calcinación (°C)	razón
				2. Densidad (g/cm3)	intervalo
				3. Tamaño representativo que pasa por la malla #200 (um)	razón
				PROPIEDADES QUIMICAS	
				4. Composición Química (%)	Intervalo
5. Degradación Térmica (C°)	Intervalo				
V.D: Características microestructurales y propiedad de suelos colapsables, Lambayeque	Según (Torres 2019) , la mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables es el proceso de mejorar y ajustar la estructura interna y las propiedades físicas de los suelos que tienen la capacidad de colapsar o experimentar asentamientos significativos debido a cambios en su contenido de agua, con el fin de lograr un suelo más estable y resistente, capaz de soportar cargas sin sufrir deformaciones excesivas ni colapsar	Mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables es el conjunto de acciones y técnicas aplicadas con el propósito de mejorar la estabilidad y comportamiento geotécnico de suelos que presentan la capacidad de colapsar.	Propiedades de suelos colapsables	PROPIEDADES FISICAS	
				6. Densidad natural seca	razón
				7. Análisis Granulométrico	razón
				8. Límites de Atterberg	razón
				COLAPSABILIDAD	
				9. Potencial de colapso	razón
				10. Índice de colapsabilidad	Intervalo
				PROPIEDADES MECANICAS	
				11. Proctor modificado	Razón
				12. CBR (%)	Razón
			13. Proctor modificado	Razón	
			14. CBR (%)	Razón	
			Características microestructurales	Microscopia electrónica de barrido (MEB)	
				Difracción de rayos X-DRX	
	15. Forma y textura (um)	Intervalo			
	16. Composición química	Intervalo			


Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores
¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales, propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad sobre los suelos colapsables?	Objetivo general: Determinar la influencia del uso de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales, propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad sobre suelos colapsables.	“La adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar usado como aditivo natural influye significativamente en las características microestructurales y propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad de los suelos colapsables”.	V.I: Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar	Propiedades físicas y químicas de la ceniza de bagazo de la caña de azúcar	PROPIEDADES FISICAS
	1. Temperatura de Calcinación (°C)				
	2. Densidad (g/cm ³)				
	3. Tamaño promedio (um)				
	PROPIEDADES QUIMICAS				
	4. Composición Química (%)				
	5. Degradación Térmica (C°)				
	PROPIEDADES FISICAS				
	6. Densidad natural seca				
	7. Análisis Granulométrico				
	8. Límites de Atterberg				
	COLAPSABILIDAD				
	9. Potencial de colapso				
	10. Índice de colapsabilidad				
	PROPIEDADES MECANICAS				
	11. Proctor modificado				
12. CBR (%)					
13. Proctor modificado					
14. CBR (%)					
Microscopia electrónica de barrido (MEB):					
15. Forma y textura (um)					
Difracción de rayos X-DRX					
16. Composición química					
Objetivos específicos: O.E.1. Identificar las propiedades físico-químicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para su aplicación en suelos colapsables O.E.2. Evaluar las propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad sobre suelos colapsables con la aplicación de 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de bagazo de caña de azúcar. O.E.3. Estimar estadísticamente la influencia de la muestra patrón y modificadas con ceniza de bagazo de caña de azúcar de los suelos colapsables. O.E.4. Analizar las características microestructurales de la muestra patrón y de sustitución óptima de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en los suelos colapsables.	V.D: Características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque	Propiedades de suelos colapsables	Estadística del suelo patrón y de las adiciones de la CBCA en las propiedades físico-mecánicas y de colapsabilidad en suelos colapsables	Características microestructurales	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos de observación directa.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD01			
LABORATORIO:	AMAZING CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES		
PROYECTO:	Aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque		
TESISTAS:	Carranza Fernandez, Joselito Gómez Alarcón, Abraham Antonio		
DEPARTAMENTO:	Lambayeque	PROVINCIA:	Chiclayo
INDICADOR:	Sin adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar		
DEPARTAMENTO:	DISTRITO:		Chiclayo

Observación	Propiedad	Resultado
1	Densidad Natural Seca	1.42
2	Análisis Granulométrico	SP-SC

Obs. N°	Propiedad	M001-0-LL	M002-0-LL	M003-0-LL	M004-0-LL	PROMEDIO
3	Limite de Atterberg	24.66	26.50	29.90	30.77	27.96
		15.81	16.41	16.61	17.89	16.68
		8.85	10.09	13.29	12.88	11.28
		PROMEDIO				

Obs. N°	Propiedad	M013-0-MDS	M014-0-MDS	M015-0-MDS	M016-0-MDS	PROMEDIO
4	Proctor Modificado	1.68	1.80	1.69	1.67	1.71
		13.30	12.30	13.80	13.60	13.25
		PROMEDIO				

Obs. N°	Propiedad	M021-0-CBR	M022-0-CBF	M023-0-CBF	M024-0-CBF	PROMEDIO
5	CBR(%)	3.40	4.10	3.30	4.80	3.90

Fuente: Elaboración propia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD02



LABORATORIO: AMAZING CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES
 Aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque

PROYECTO: Aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque

TESISTAS: Carranza Fernandez, Joselito
 Gómez Alarcón, Abraham Antonio

DEPARTAMENTO: Lambayeque **PROVINCIA:** Chiclayo **DISTRITO:** Chiclayo

INDICADOR: 5% de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar

Obs. N°	Propiedad	M025-5-LL	M026-5-LL	M027-5-LL	M028-5-LL	PROMEDIO
6	Limite de Atterberg	24.07	25.70	29.33	30.18	27.32
		M029-5-LP	M030-5-LP	M031-5-LP	M032-5-LP	PROMEDIO
		15.44	16.29	16.48	17.70	16.48
		M033-5-IP	M034-5-IP	M035-5-IP	M036-5-IP	PROMEDIO
		8.63	9.41	12.85	12.48	10.84

Obs. N°	Propiedad	M037-5-MDS	M038-5-MDS	M039-5-MDS	M040-5-MDS	PROMEDIO
7	Proctor Modificado	1.77	1.82	1.72	1.69	1.75
		M041-5-OCH	M042-5-OCH	M043-5-OCH	M044-5-OCH	PROMEDIO
		12.10	11.20	13.60	13.00	12.48

Obs. N°		M045-5-CBR	M046-5-CBR	M047-5-CBR	M048-5-CBR	PROMEDIO
8	CBR(%)	8.50	6.90	7.50	10.30	8.30

Fuente: Elaboración propia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD03



LABORATORIO: AMAZING CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES
 Aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque

PROYECTO: propiedades de suelos colapsables, Lambayeque

TESISTAS: Carranza Fernandez, Joselito
 Gómez Alarcón, Abraham Antonio

DEPARTAMENTO: Lambayeque **PROVINCIA:** Chiclayo **DISTRITO:** Chiclayo

INDICADOR: 10% de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar

Obs. N°	Propiedad	M049-10-LL	M050-10-LL	M051-10-LL	M052-10-LL	PROMEDIO
9	Limite de Atterberg	23.67	25.29	28.93	29.52	26.85
		M053-10-LP	M054-10-LP	M055-10-LP	M056-10-LP	PROMEDIO
		15.77	16.01	16.46	17.63	16.47
		M057-10-IP	M058-10-IP	M059-10-IP	M060-10-IP	PROMEDIO
		7.90	9.28	12.47	11.89	10.39

Obs. N°	Propiedad	M061-10-MDS	M062-10-MDS	M063-10-MDS	M064-10-MDS	PROMEDIO
10	Proctor Modificado	1.81	1.89	1.78	1.76	1.81
		M065-10-OCH	M066-10-OCH	M067-10-OCH	M068-10-OCH	PROMEDIO
		10.50	10.70	11.70	11.60	11.13

Obs. N°		M069-10-CBR	M070-10-CBR	M071-10-CBR	M072-10-CBR	PROMEDIO
11	CBR(%)	10.10	7.50	8.60	14.00	10.05

Fuente: Elaboración propia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD04



LABORATORIO: AMAZING CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES

Aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y

PROYECTO: propiedades de suelos colapsables, Lambayeque

TESISTAS: Carranza Fernandez, Joselito

Gómez Alarcón, Abraham Antonio

DEPARTAMENTO: Lambayeque

PROVINCIA: Chiclayo

DISTRITO: Chiclayo

INDICADOR: 15% de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar

Obs. N°	Propiedad	M073-15-LL	M074-15-LL	M075-15-LL	M076-15-LL	PROMEDIO
		23.22	25.04	28.30	29.02	26.40
		M077-15-LP	M078-15-LP	M079-15-LP	M080-15-LP	PROMEDIO
12	Limite de Atterberg	15.43	15.93	16.40	17.55	16.33
		M081-15-IP	M082-15-IP	M083-15-IP	M084-15-IP	PROMEDIO
		7.79	9.11	11.9	11.47	10.07

Obs. N°	Propiedad	M085-15-MDS	M086-15-MDS	M087-15-MDS	M088-15-MDS	PROMEDIO
		1.84	1.92	1.81	1.80	1.84
13	Proctor Modificado	M089-15-OCH	M090-15-OCH	M091-15-OCH	M092-15-OCH	PROMEDIO
		9.80	10.70	10.70	9.00	10.05

Obs. N°	Propiedad	M093-15-CBR	M094-15-CBR	M095-15-CBR	M096-15-CBR	PROMEDIO
14	CBR(%)	11.50	8.70	10.30	17.50	12.00

Fuente: Elaboración propia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD05



LABORATORIO: AMAZING CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES
 Aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque

PROYECTO: microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque

TESISTAS: Carranza Fernandez, Joselito
 Gómez Alarcón, Abraham Antonio

DEPARTAMENTO: Lambayeque **PROVINCIA:** Chiclayo **DISTRITO:** Chiclayo

INDICADOR: 20% de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar

Obs. N°	Propiedad	M097-20-LL	M098-20-LL	M099-20-LL	M100-20-LL	PROMEDIO
		22.71	24.38	27.79	28.20	25.77
		M101-20-LP	M102-20-LP	M103-20-LP	M104-20-LP	PROMEDIO
15	Limite de Atterberg	15.22	15.41	16.10	17.27	16.00
		M105-20-IP	M106-20-IP	M107-20-IP	M108-20-IP	PROMEDIO
		7.49	8.97	11.69	10.93	9.77

Obs. N°	Propiedad	M109-20-MDS	M110-20-MDS	M111-20-MDS	M112-20-MDS	PROMEDIO
		1.83	1.87	1.80	1.78	1.82
16	Proctor Modificado	M113-20-OCH	M114-20-OCH	M115-20-OCH	M116-20-OCH	PROMEDIO
		11.40	11.90	12.40	12.70	12.10

Obs. N°		M117-20-CBR	M118-20-CBR	M119-20-CBR	M120-20-CBR	PROMEDIO
17	CBR(%)	10.40	8.10	8.90	14.60	10.50

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Validación del instrumento de observación directa.

Validación de instrumento N°1.

CARTA DE SOLICITUD

Estimado Ing.:

Mg. Carolina Ortiz Vargas

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación **GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA**, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **Aplicación de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista 1: Carranza Fernández Joselito



Tesista 2: Gómez Alarcón Abraham Antonio

GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Carolina Ortiz Vargas

Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo

Título profesional: Maestra en Gestión Pública

Grado: Magister Mención: Ingeniería Civil

Institución donde lo obtuvo: Universidad Cesar Vallejo, Perú

Otros Estudios: Ingeniera Agrícola

2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)				X	
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido				X	
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)				X	
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)				X	
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)				28	40
Puntaje total				68	

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$= [68/75] \times 100 = 91\%$$

Validación de instrumento N°2.

CARTA DE SOLICITUD

Estimado Ing.:

Mg. Arturo Elmer Casas Lopez

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación **GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA**, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **Aplicación de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista 1: Carranza Fernández Joselito



Tesista 2: Gómez Alarcón Abraham Antonio

GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Arturo Elmer Casas López

Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo

Título profesional: Maestro en Gestión Pública

Grado: Magister Mención: Ingeniería Civil

Institución donde lo obtuvo: Universidad Cesar Vallejo, Perú

2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)				X	
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)				X	
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)			X		
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)				X	
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)				X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)			3	24	40
Puntaje total					67

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$= (67/75) \times 100 = 90\%$$

4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

..... El instrumento es válido, se encuentra apto para ser
..... aplicado a la población de dicho estudio, ya que cumple
..... con los criterios metodológicos
.....
.....
.....

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Arturo Elmer Casas López con DNI. N°. 16762948 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisistas, Carranza Fernández Joselito & Gómez Alarcón Abraham Antonio en la investigación denominada: APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLES, LAMBAYEQUE.



Mg. Arturo Casas López
CIP N° 77532

Mg. Arturo Elmer Casas Lopez

DNI: 16762948

Validación de instrumento N°3.

CARTA DE SOLICITUD

Estimado Ing.:

Mg. Luis Mariano Villegas Granados

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación **GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA**, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **Aplicación de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta Investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista 1: Carranza Fernández Joselito



Tesista 2: Gómez Alarcón Abraham Antonio

GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Luis Mariano Villegas Granados

Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo

Título profesional: Magister en Gestión Pública

Grado: Magister Dirección de empresas de la construcción Mención: Ingeniería Civil

Institución donde lo obtuvo: Universidad Cesar Vallejo, Perú

Otros Estudios: Magister en Educación Docencia y Gestión Pública

2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)				X	
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)				X	
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)				X	
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)				X	
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido				X	
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)					X
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)				X	
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)				X	
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)				X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)				36	30
Puntaje total				66	

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$= (66/75) \times 100 = 88\%$$

4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

Revisando los instrumentos de recolección de datos, se concluye que son aptos para su aplicación.

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Luis Mariano Villegas Granados con DNI. N°. 16665065 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisistas, Carranza Fernández Joselito & Gómez Alarcón Abraham Antonio en la investigación denominada: APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLES, LAMBAYEQUE.



Mariano Villegas Granados
INGENIERO CIVIL
RIP. 75063

Mg. Luis Mariano Villegas Granados

DNI: 16665065

Anexo 5. Ensayos



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-1
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O	M-1		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla Limite liquido : 38.73% Limite plástico : 20.93% Índice de plasticidad : 17.80% Humedad natural : 13.50%
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7 0.70					
0.8	A B I E R T O	M-2		SP-SC A-2-4 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla Limite liquido : 24.66% Limite plástico : 15.81% Índice de plasticidad : 8.85% Humedad natural : 15.70%
0.9					
1.0					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5 1.50					

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

German Oscar Gastelo Curtinas
 TEC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



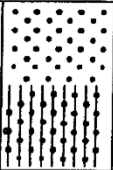
Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

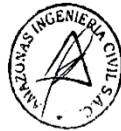
Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-2
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O	M-1		SP-SM A-2-4 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.2					Limite líquido : 28.93%
0.3					Limite plástico : 22.86%
0.4					Índice de plasticidad : 6.08%
0.5					Humedad natural : 19.50%
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					A B I E R T O
1.1	Limite líquido : 25.35%				
1.2	Limite plástico : 15.86%				
1.3	Índice de plasticidad : 9.49%				
1.4	Humedad natural : 17.50%				
1.5					

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES






 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-3
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Simbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.2					Limite liquido : 37.54%
0.3					Limite plástico : 20.41%
0.4					Índice de plasticidad : 17.13%
0.5 0.50					Humedad natural : 12.80%
0.6		M-2		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.7					Limite liquido : 31.46%
0.8					Limite plástico : 17.78%
0.9					Índice de plasticidad : 13.68%
1.0					Humedad natural : 12.20%
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5 1.50					

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante



German Oscar Gaselo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES






Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023 Calicata : C-4
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Simbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SP-SC A-2-4 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.2					Limite liquido : 30.09%
0.3					Limite plástico : 21.14%
0.4					Índice de plasticidad : 8.94%
0.5 0.50					Humedad natural : 13.10%
0.6		M-2		SP-SC A-2-4 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.7					Limite liquido : 26.50%
0.8					Limite plástico : 16.41%
0.9					Índice de plasticidad : 10.10%
1.0					Humedad natural : 13.60%
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5 1.50					

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante



Germán Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES


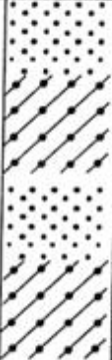



Juan Carlos Pirma Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-5
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Simbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.2					Limite liquido : 37.72% Humedad natural
0.3					Limite plástico : 19.54%
0.4 0.40					Índice de plasticidad : 18.18% 11.40%
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1	M-2		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla	
1.2				Limite liquido : 29.23%	
1.3				Limite plástico : 18.46%	
1.4				Índice de plasticidad : 10.77%	
1.5 1.50				Humedad natural : 11.40%	

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante



Germán Oscar Gastelú Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

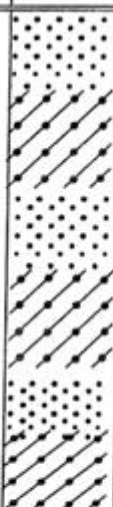



Juan Carlos Fierro Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : 'APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE'
 Ubicación : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-6
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Simbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla Limite liquido : 37.10% Limite plástico : 18.21% Índice de plasticidad : 18.89% Humedad natural : 12.90%
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5 1.50					

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante


 German Oscar Gastelo Churinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

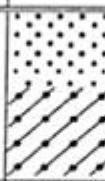
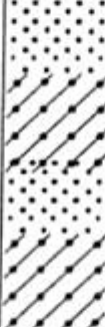



 Juan Carlos Forno Ojeda Ayest
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C.
 Tesisistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Píca - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-7
 Nivel freático : NO

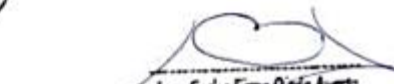
REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.2					Limite líquido : 31.51%
0.3					Limite plástico : 20.75%
0.4					Índice de plasticidad : 10.76%
0.5 0.50					Humedad natural : 5.10%
0.6		M-2		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.7					Limite líquido : 29.90%
0.8					Limite plástico : 16.61%
0.9					Índice de plasticidad : 13.29%
1.0					Humedad natural : 10.90%
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5 1.50					

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante



German Oscar Castañeda Curran
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES






Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.P. 123351

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-8
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O A B I E R T O	M-1		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.2					Limite líquido : 27.05% Humedad natural
0.3					Limite plástico : 16.00%
0.4					Índice de plasticidad : 11.05% 6.50%
0.5					
0.6		M-2		SP-SC A-2-4 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.7					Limite líquido : 26.43%
0.8					Limite plástico : 17.54%
0.9					Índice de plasticidad : 8.89%
1.0					Humedad natural : 10.90%
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					1.50

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante



German Oscar Caserio
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE...



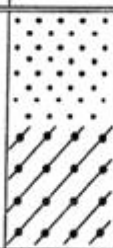

Juan Carlos Fierro
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

Ubicación : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-9
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O	M-1		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.2					Limite liquido : 28.35%
0.3					Limite plástico : 17.11%
0.4					Índice de plasticidad : 11.25%
0.5					Humedad natural : 11.60%
0.6					
0.7 0.70					
0.8					A B I E R T O
0.9	Limite liquido : 33.52%				
1.0	Limite plástico : 17.17%				
1.1	Índice de plasticidad : 16.35%				
1.2	Humedad natural : 10.50%				
1.3					
1.4					
1.5 1.50					

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante



German Oscar Gasella Urrinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES






Juan Carlos Firme Cueva Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
 Calicata : C-10
 Nivel freático : NO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	A C I E L O	M-1		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
0.2					Limite liquido : 29.52%
0.3					Limite plástico : 18.97%
0.4					Índice de plasticidad : 10.54%
0.5					Humedad natural : 18.50%
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					
1.1	A B I E R T O	M-2		SP-SC A-2-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla
1.2					Limite liquido : 30.77%
1.3					Limite plástico : 17.89%
1.4					Índice de plasticidad : 12.88%
1.5					Humedad natural : 18.90%

Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pícali - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 - 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127 - 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

Muestra

Profundidad:

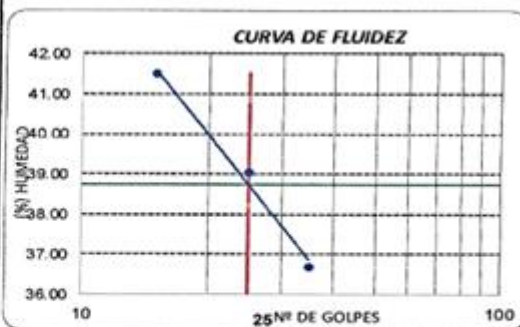
C-1

M-1

0.00m. - 0.70m.

Analisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	4.0	96.0
N° 20	0.850	8.3	91.7
N° 40	0.425	17.5	82.5
N° 50	0.300	39.2	60.8
N° 100	0.150	67.6	32.4
N° 200	0.075	88.1	11.9



Ensayo de Limite de Atterberg

Límite líquido (LL)	38.73	(%)
Límite Plástico (LP)	20.93	(%)
Índice Plástico (IP)	17.80	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)	
Descripción	REGULAR	

Distribución granulométrica

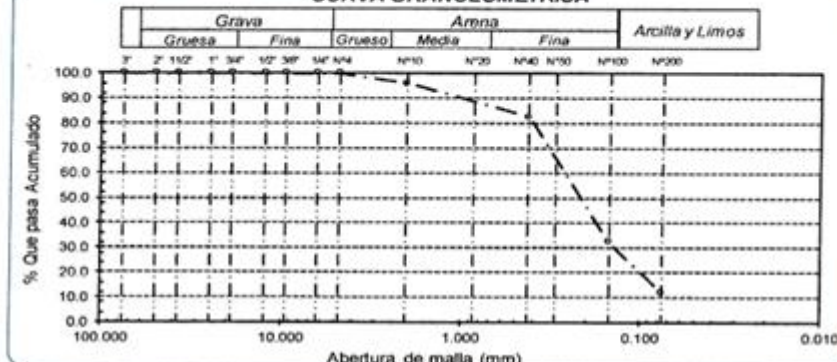
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	0.0
% Arena	A.G. %	4.0	
	A.M. %	13.5	
	A.F. %	70.6	88.1
% Arcilla y Limo		11.9	11.9
Total			100.0

Contenido de Humedad

13.5

REGULAR

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.

- El presente documento deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gastelo Charinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.126 : 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

C-1

Muestra

M-2

Profundidad:

0.70m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	17.0	83.0
N° 20	0.850	28.7	71.3
N° 40	0.425	38.4	61.6
N° 50	0.300	45.5	54.5
N° 100	0.150	64.9	35.1
N° 200	0.075	88.6	11.4



Distribución granulométrica

% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %	17.0	
	A.M. %	21.5	
	A.F. %	50.1	
% Arcilla y Limo		11.4	11.4
	Total		100.0

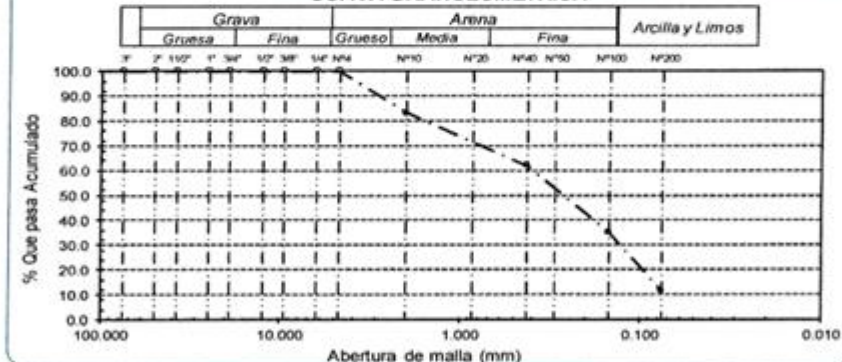
Ensayo de Límite de Atterberg

Límite líquido (LL)	24.66 (%)
Límite Plástico (LP)	15.81 (%)
Índice Plástico (IP)	8.85 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción	BUENO

Contenido de Humedad

15.7

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


Germain Oscar Gasca Cruzines
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Fierro Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CÉSAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.126 : 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

Muestra

Profundidad:

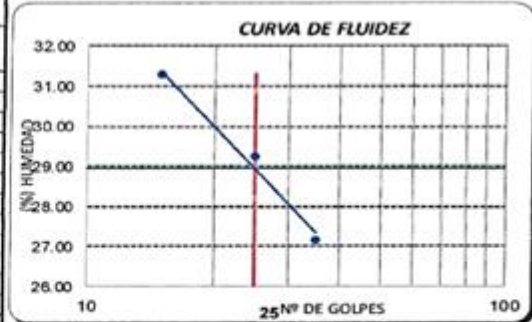
C-2

M-1

0.00m. - 0.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N°4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	9.4	90.6
N° 20	0.850	17.8	82.2
N° 40	0.425	32.0	68.0
N° 50	0.300	48.2	51.8
N° 100	0.150	68.3	33.7
N° 200	0.075	88.8	11.2

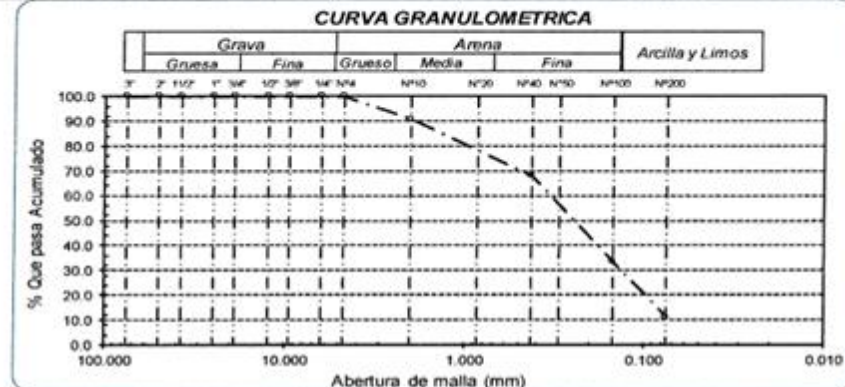


Distribución granulométrico

% Grava	G.G. %		0.0
	G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %		9.4
	A.M. %		22.6
% Arcilla y Limo	A.F. %		56.8
	Total		11.2
Total			100.0

Ensayo de Limite de Atterberg

Límite líquido (LL)	28.93	(%)
Límite Plástico (LP)	22.86	(%)
Índice Plástico (IP)	6.08	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SM	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con limo	
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)	
Descripción	BUENO	



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Fierro Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJOS

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 : 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:
C-2

Muestra
M-2

Profundidad:
0.50m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	2.6	97.4
N° 20	0.850	5.4	94.6
N° 40	0.425	8.0	92.0
N° 50	0.300	22.5	77.5
N° 100	0.150	50.7	49.3
N° 200	0.075	90.0	10.0



Ensayo de Limite de Atterberg

Límite líquido (LL)	25.35	(%)
Límite Plástico (LP)	15.86	(%)
Índice Plástico (IP)	9.49	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)	
Descripción	BUENO	

Distribución granulométrica

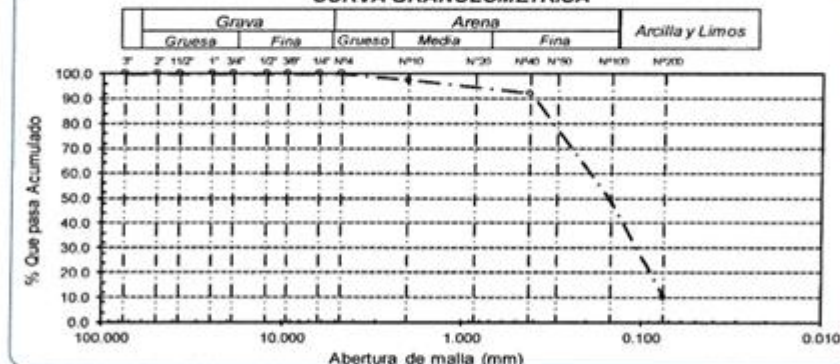
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %	2.6	
	A.M. %	5.4	
	A.F. %	82.0	
% Arcilla y Limo	Total	10.0	10.0
	Total	100.0	100.0

Contenido de Humedad

17.5

BUENO

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gaspari Churines
TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




Juan Carlos Fermo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 - 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127 - 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

Muestra

Profundidad:

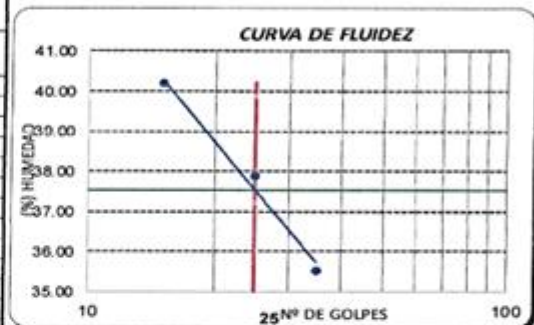
C-3

M-1

0.00m. - 0.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	9.8	90.2
N° 20	0.850	18.7	81.3
N° 40	0.425	30.0	70.0
N° 50	0.300	43.6	56.4
N° 100	0.150	63.6	36.4
N° 200	0.075	89.5	10.5



Ensayo de Límite de Atterberg

Límite líquido (LL)	37.54 (%)
Límite Plástico (LP)	20.41 (%)
Índice Plástico (IP)	17.13 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Descripción	REGULAR

Distribución granulométrica

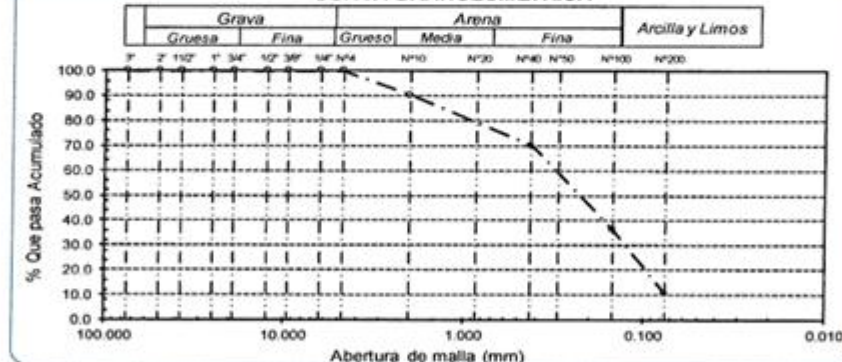
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	0.0
% Arena	A.G. %	9.8	
	A.M. %	20.2	
	A.F. %	59.5	89.5
% Arcilla y Limo		10.5	10.5
Total		100.0	100.0

Contenido de Humedad

12.5

REGULAR

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 : 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

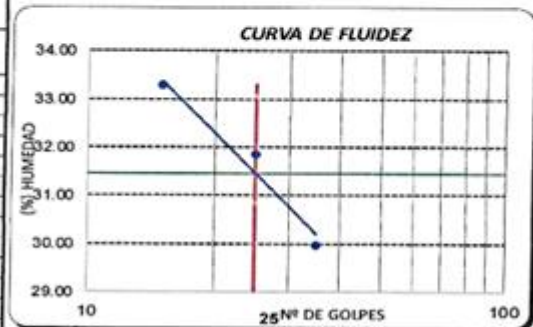
Calicata: C-3

Muestra M-2

Profundidad: 0.50m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	3.8	96.2
N° 20	0.850	6.7	93.3
N° 40	0.425	22.0	78.0
N° 50	0.300	39.6	60.4
N° 100	0.150	69.6	30.4
N° 200	0.075	89.5	10.5



Distribución granulométrica

% Grava	%	
	G.G. %	0.0
G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %	3.8
	A.M. %	18.2
	A.F. %	67.5
% Arcilla y Limo		10.5
	Total	100.0

Ensayo de Limite de Atterberg

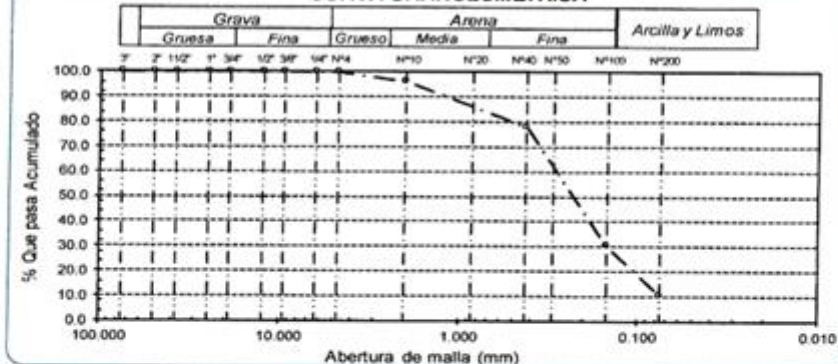
Límite líquido (LL)	31.46 (%)
Límite Plástico (LP)	17.78 (%)
Índice Plástico (IP)	13.68 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Descripción	REGULAR

Contenido de Humedad

12.2

REGULAR

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Churines
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayest
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 12335*

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 - 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127 - 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

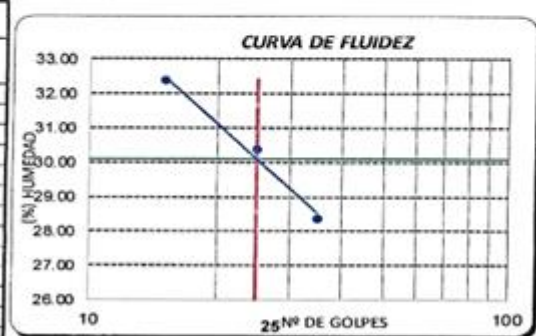
Calicata:
C-4

Muestra
M-1

Profundidad:
0.00m. - 0.50m.

Analisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	6.1	93.9
N° 20	0.850	14.4	85.6
N° 40	0.425	24.8	75.2
N° 60	0.300	41.7	58.3
N° 100	0.150	61.6	38.4
N° 200	0.075	88.8	11.2



Ensayo de Limite de Atterberg

Límite líquido (LL)	30.09	(%)
Límite Plástico (LP)	21.14	(%)
Índice Plástico (IP)	8.94	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)	
Descripción	BUENO	

Distribución granulométrico

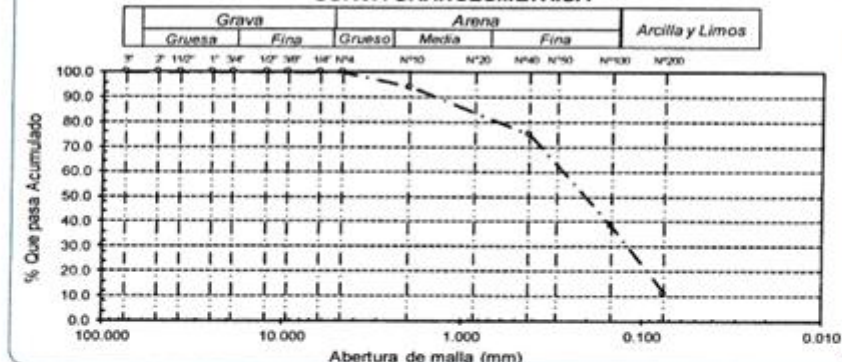
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	0.0
% Arena	A.G. %	6.1	
	A.M. %	18.8	
	A.F. %	64.0	88.8
% Arcilla y Limo		11.2	11.2
Total		100.0	100.0

Contenido de Humedad

13.1

BUENO

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


Gerem Oscar Gastelo Chirinos
TEC LABORATORIO DE ENSAYO S.A.S. ICA




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 : 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

Muestra

Profundidad:

C-4

M-2

0.50m. - 1.50m.

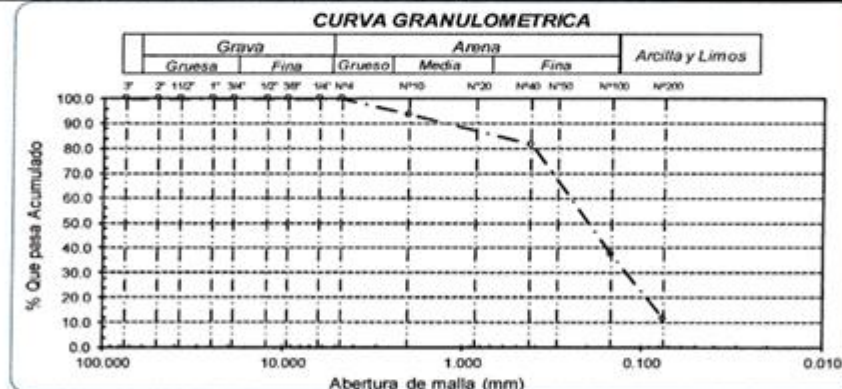
Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	6.5	93.5
N° 20	0.850	14.9	85.1
N° 40	0.425	18.5	81.5
N° 50	0.300	30.6	69.4
N° 100	0.150	62.5	37.5
N° 200	0.075	88.7	11.3



Ensayo de Limite de Atterberg

Distribución granulométrica		Ensayo de Limite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL) 26.50 (%)
	G.F. %	0.0	Límite Plástico (LP) 16.41 (%)
% Arena	A.G. %	6.5	Índice Plástico (IP) 10.10 (%)
	A.M. %	12.0	Clasificación (S.U.C.S.) SP-SC
	A.F. %	70.2	Descripción del suelo Arena pobremente graduada con arcilla
% Arcilla y Limo		11.3	Clasificación (AASHTO) A-2-4 (0)
Total		100.0	Descripción BUENO



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gaspari Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESTISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 : 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

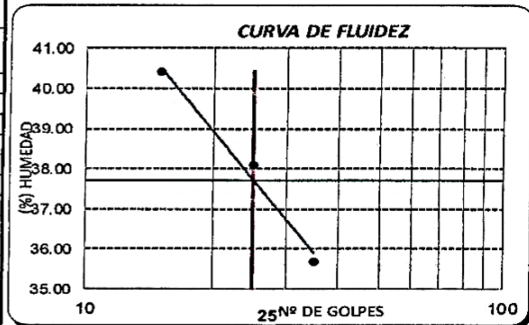
Calicata:
C-5

Muestra:
M-1

Profundidad:
0.00m. - 0.40m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	8.2	91.8
N° 20	0.850	18.8	81.2
N° 40	0.425	31.3	68.7
N° 50	0.300	43.5	56.5
N° 100	0.150	64.1	35.9
N° 200	0.075	88.9	11.1



Ensayo de Límite de Atterberg

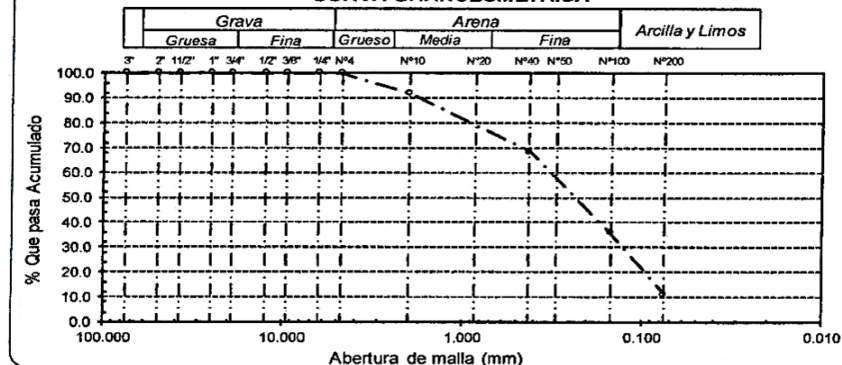
Distribución granulométrica			Ensayo de Límite de Atterberg		
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL)	37.72 (%)	
	G. F %	0.0	Límite Plástico (LP)	19.54 (%)	
% Arena	A.G %	8.2	Índice Plástico (IP)	18.18 (%)	
	A.M %	23.1	Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
	A.F %	57.6	88.9	Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla
% Arcilla y Limo		11.1	11.1	Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Total		100.0	100.0	Descripción	REGULAR

Contenido de Humedad

11.4

REGULAR

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesto
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.126: 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

C-6

Muestra

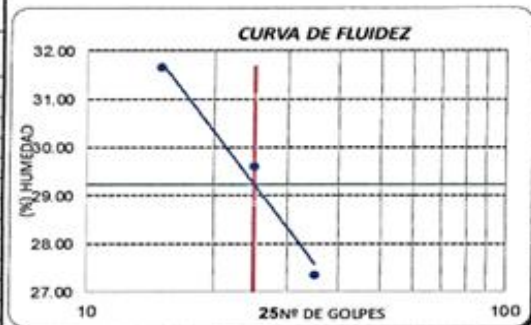
M-2

Profundidad:

0.40m. - 1.50m.

Analisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	6.3	93.7
N° 20	0.850	14.7	85.3
N° 40	0.425	25.4	74.6
N° 50	0.300	36.3	63.7
N° 100	0.150	60.9	39.1
N° 200	0.075	90.2	9.8



Ensayo de Limite de Atterberg

Límite líquido (LL)	29.23	(%)
Límite Plástico (LP)	18.46	(%)
Índice Plástico (IP)	10.77	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)	
Descripción	REGULAR	

Distribución granulométrico

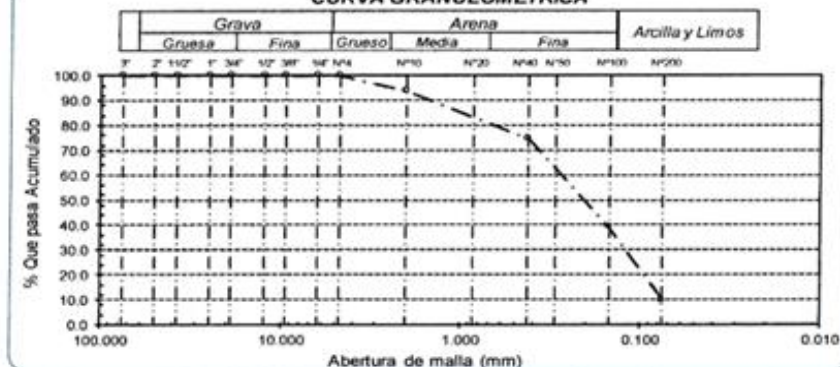
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G. F %	0.0	
	A.G %	6.3	
% Arena	A.M %	19.1	90.2
	A.F %	64.8	
% Arcilla y Limo	9.8	9.8	
Total		100.0	

Contenido de Humedad

11.4

REGULAR

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gassto Chirra
TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS




Juan Carlos Forno Ojeda Ayest
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESTISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pisci - Provincia de Chidlayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.126 - 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127 - 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

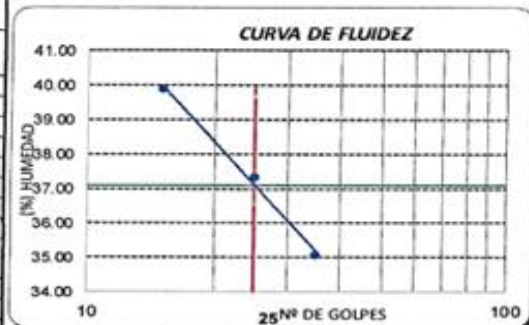
Calicata:
C-6

Muestra
M-1

Profundidad:
0.00m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	18.0	82.0
N° 20	0.850	28.8	71.2
N° 40	0.425	35.9	64.1
N° 50	0.300	43.2	56.8
N° 100	0.150	62.8	37.2
N° 200	0.075	88.9	11.1



Distribución granulométrica

% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F. %	0.0	0.0
% Arena	A.G. %	18.0	
	A.M. %	17.9	
% Arcilla y Limo	A.F. %	53.0	88.9
	Total	11.1	100.0

Ensayo de Limite de Atterberg

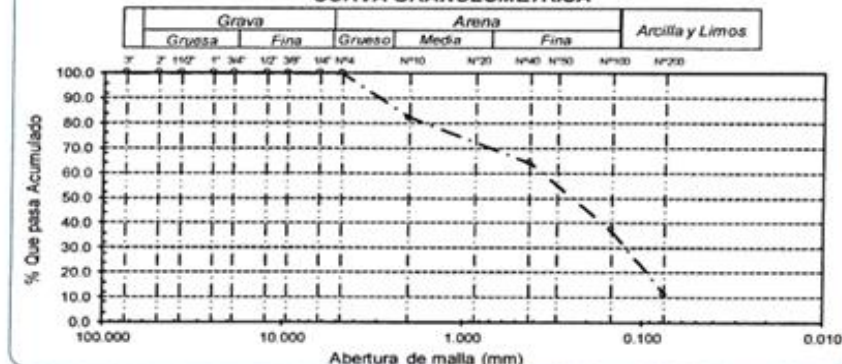
Límite líquido (LL)	37.10	(%)
Límite Plástico (LP)	18.21	(%)
Índice Plástico (IP)	18.89	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)	
Descripción	REGULAR	

Contenido de Humedad

12.9

REGULAR

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gasuelo Churruarín
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pisco - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128: 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

C-7

Muestra

M-1

Profundidad:

0.00m. - 0.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

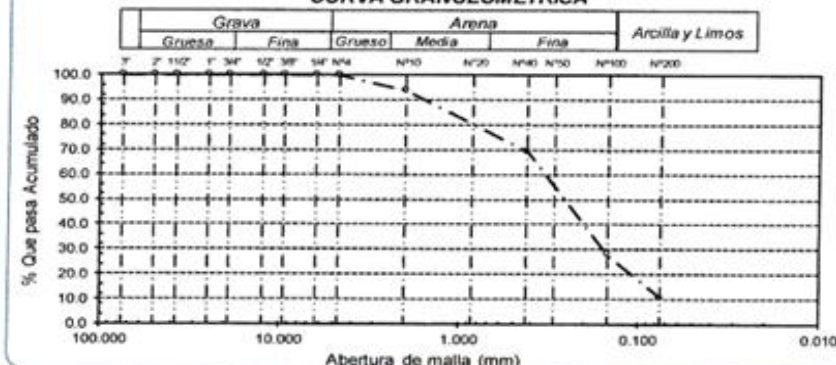
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	6.3	93.7
N° 20	0.850	15.1	84.9
N° 40	0.425	30.7	69.3
N° 50	0.300	48.8	51.2
N° 100	0.150	72.0	28.0
N° 200	0.075	89.2	10.8



Ensayo de Limite de Atterberg

% Grava	GG %	0.0		Límite líquido (LL)	31.51 (%)
	GF %	0.0	0.0	Límite Plástico (LP)	20.75 (%)
% Arena	AG %	6.3		Índice Plástico (IP)	10.76 (%)
	AM %	24.4		Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC
	AP %	58.5	89.2	Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla
% Arcilla y Limo		10.8	10.8	Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Total			100.0	Descripción	REGULAR
Contenido de Humedad			5.1		

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gastelo Churruarín
TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




Juan Carlos Fermo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESTISTAS : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO
 PROYECTO : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 UBICACIÓN : Distrito de Píca - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 : 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico
 Referencia: 339.127 : 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

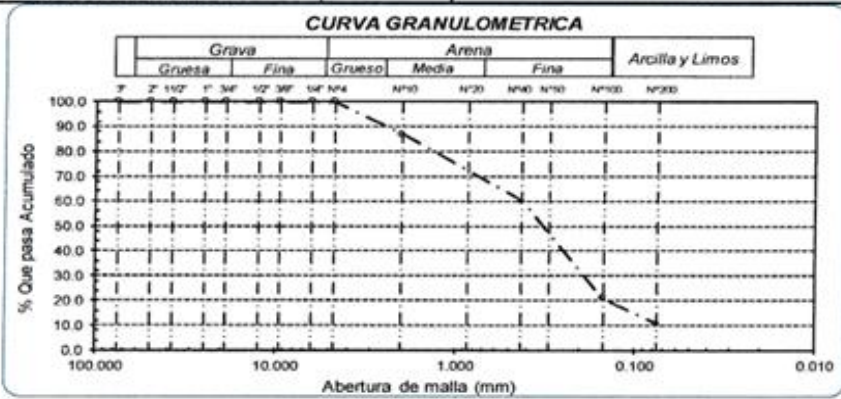
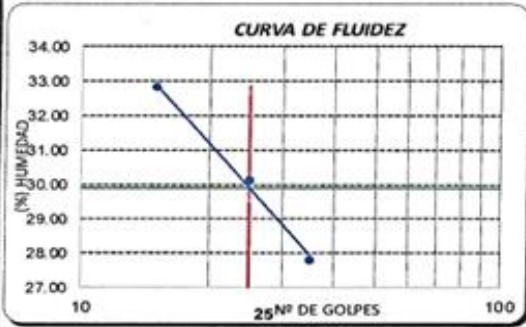
Calicata: C-7 Muestra: M-2 Profundidad: 0.50m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	13.2	86.8
N° 20	0.850	21.4	78.6
N° 40	0.425	40.0	60.0
N° 50	0.300	58.8	41.2
N° 100	0.150	79.1	20.9
N° 200	0.075	89.4	10.6

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G %	0.0	0.0
	G.F %	0.0	
% Arena	A.G %	13.2	89.4
	A.M %	26.8	
	A.F %	49.4	
% Arcilla y Limo		10.6	10.6
Total			100.0

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	29.90 (%)
Límite Plástico (LP)	16.61 (%)
Índice Plástico (IP)	13.29 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC
Descripción del suelo	
Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Descripción	
REGULAR	

Contenido de Humedad	
	10.9



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Gerardo Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Fierro Córdova Agüero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJOS
PROYECTO : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
UBICACIÓN : Distrito de Pisco- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 : 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 399.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

Muestra

Profundidad:

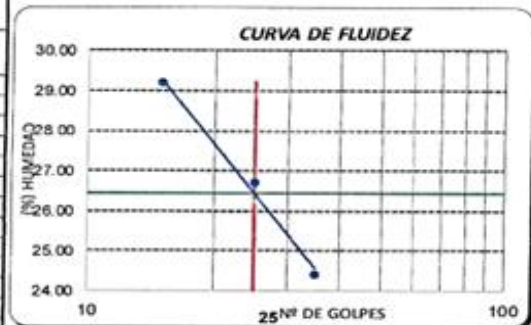
C-8

M-2

0.40m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	11.8	88.2
N° 20	0.850	20.1	79.9
N° 40	0.425	36.2	63.8
N° 50	0.300	55.4	44.6
N° 100	0.150	81.4	18.6
N° 200	0.075	90.3	9.7



Ensayo de Limite de Atterberg

Límite líquido (LL)	26.43	(%)
Límite Plástico (LP)	17.54	(%)
Índice Plástico (IP)	8.89	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)	
Descripción	BUENO	

Distribución granulométrica

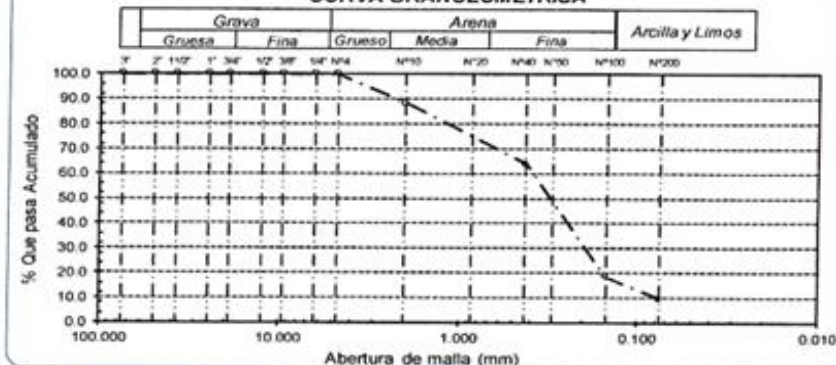
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %	11.8	
	A.M. %	24.4	
	A.F. %	54.1	
% Arcilla y Limo	9.7	9.7	
Total		100.0	

Contenido de Humedad

10.9

BUENO

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☎ C: 924 387 254 - 963 847 718
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 : CESAR VALLEJO

UNIVERSIDAD

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pica - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 - 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127 - 1996 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

Muestra

Profundidad:

C-9

M-1

0.00m. - 0.70m.

Analisis Granulométrico por tamizado

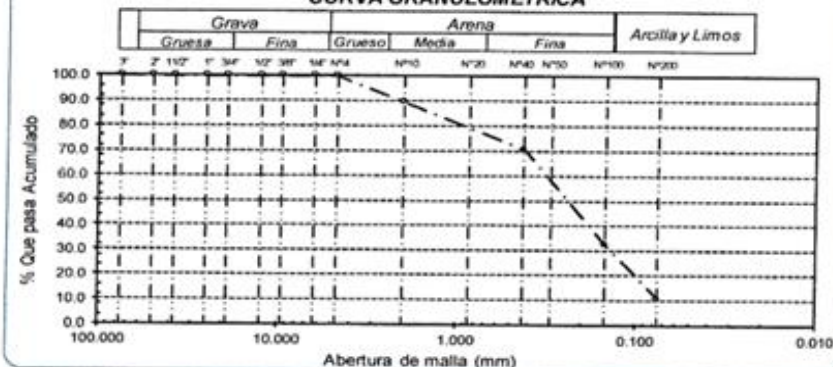
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	10.6	89.4
N° 20	0.850	21.8	78.2
N° 40	0.425	29.5	70.5
N° 50	0.300	47.4	52.6
N° 100	0.150	67.4	32.6
N° 200	0.075	89.4	10.6



Ensayo de Limite de Atterberg

Distribución granulométrica		Ensayo de Limite de Atterberg	
% Grava	G.G. % G.F. %	0.0 0.0	0.0
% Arena	A.G. %	10.6	
	A.M. %	18.8	
	A.F. %	59.9	89.4
% Arcilla y Limo	Total	10.6 100.0	10.6 100.0
Contenido de Humedad		11.6	
		REGULAR	
		Límite líquido (LL)	28.35 (%)
		Límite Plástico (LP)	17.11 (%)
		Índice Plástico (IP)	11.25 (%)
		Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC
		Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla
		Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
		Descripción	

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
: CESAR VALLEJO

UNIVERSIDAD

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Písci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 - 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127.1996 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

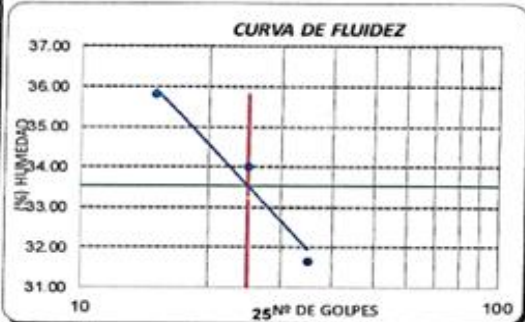
Calicata:
C-9

Muestra:
M-2

Profundidad:
0.70m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	16.1	83.9
N° 20	0.850	33.0	67.0
N° 40	0.425	47.5	52.5
N° 50	0.300	59.5	40.5
N° 100	0.150	77.6	22.4
N° 200	0.075	89.4	10.6



Ensayo de Limite de Atterberg

Límite líquido (LL)	33.52	(%)
Límite Plástico (LP)	17.17	(%)
Índice Plástico (IP)	16.35	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)	
Descripción	REGULAR	

Distribución granulométrica

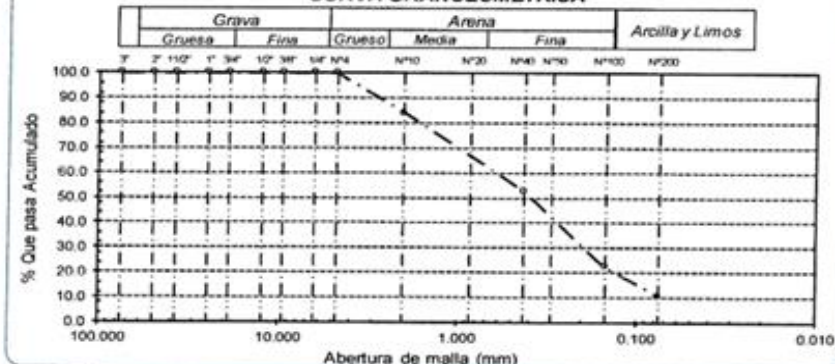
% Grava	G.G %		0.0
	G.F %	0.0	
% Arena	A.G %		16.1
	A.M %		31.5
% Arcilla y Limo	A.F %		41.9
	Total		89.4
Total		10.6	10.6
Total		100.0	100.0

Contenido de Humedad

10.5

REGULAR

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Churinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Forno Ojeda Aguiar
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO

PROYECTO : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 - 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127: 1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata: C-10

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.60m.

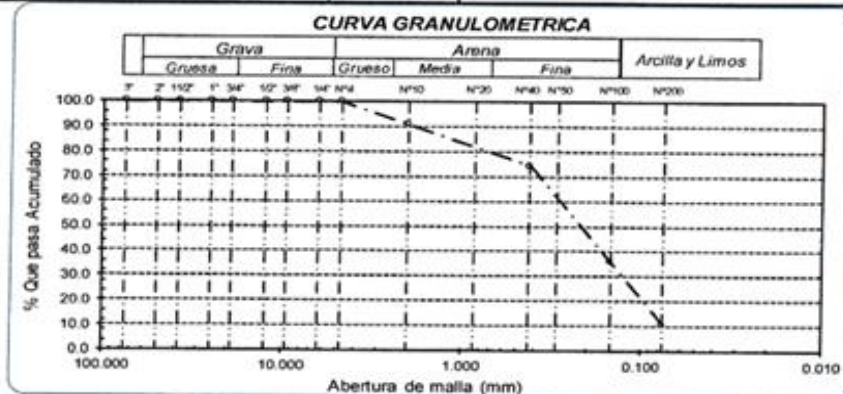
Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	9.1	90.9
N° 20	0.850	17.5	82.5
N° 40	0.425	25.7	74.3
N° 50	0.300	42.8	57.2
N° 100	0.150	63.9	36.1
N° 200	0.075	89.3	10.7



Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G.F. %	0.0	0.0
% Arena	A.G. %	9.1	
	A.M. %	16.6	
	A.F. %	63.6	89.3
% Arcilla y Limo		10.7	10.7
Total			100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	29.52 (%)
Límite Plástico (LP)	18.97 (%)
Índice Plástico (IP)	10.54 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC
Descripción del suelo	
Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Descripción	
REGULAR	

Contenido de Humedad: 18.5



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirines
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Fierro Córdova
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 12335

INFORME DE ENSAYO N° 0665

EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE

TESISTAS

: JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
: ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN

UNIVERSIDAD

: CESAR VALLEJO

PROYECTO

: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

UBICACIÓN

: Distrito de Pical - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

Referencia: 399.128 - 1999 - Método de ensayo para el análisis granulométrico

Referencia: 339.127.1998 - Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Referencia: NTP 399.131 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

Calicata:

C-10

Muestra

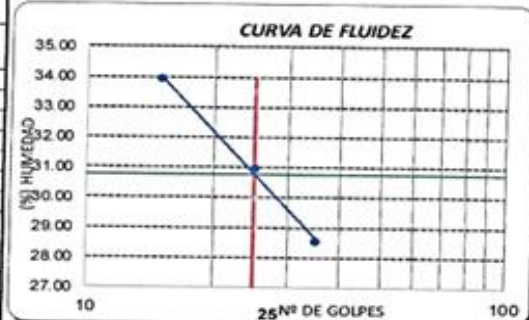
M-2

Profundidad:

0.60m. - 1.50m.

Analisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	7.4	92.6
N° 20	0.850	13.9	86.1
N° 40	0.425	22.4	77.6
N° 50	0.300	38.8	61.2
N° 100	0.150	66.8	33.2
N° 200	0.075	88.8	11.2



Ensayo de Limite de Atterberg

Límite líquido (LL)	30.77	(%)
Límite Plástico (LP)	17.89	(%)
Índice Plástico (IP)	12.88	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla	
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)	
Descripción	REGULAR	

Distribución granulométrica

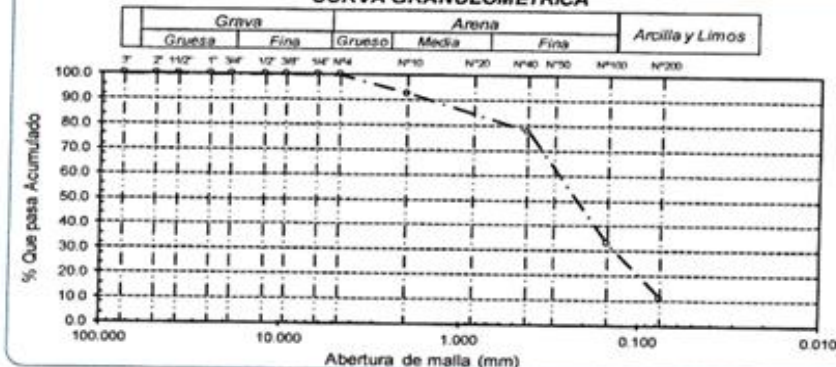
% Grava	GG %	0.0	
	GF %	0.0	0.0
% Arena	AG %	7.4	
	AM %	14.9	
	AF %	66.5	88.8
% Arcilla y Limo	11.2	11.2	
Total		100.0	

Contenido de Humedad

18.9

REGULAR

CURVA GRANULOMETRICA



- Identificación y muestreo designada por el solicitante.

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Cjeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

PROCTOR MODIFICADO


German Oscar Gastelú Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

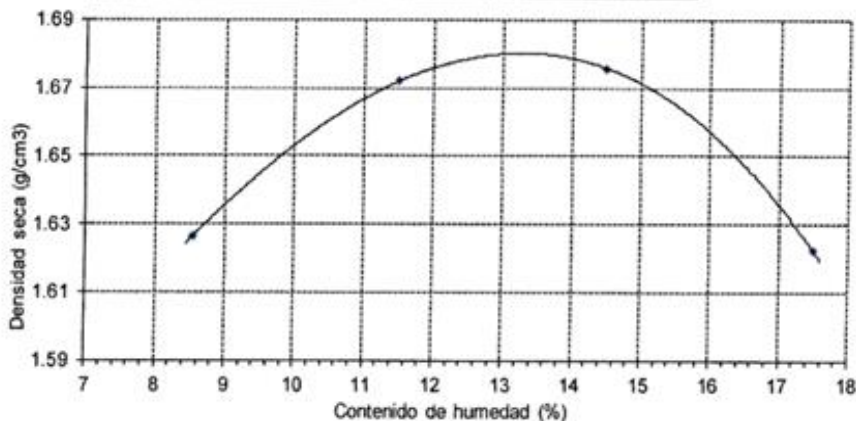
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-mm³ (56000 pie-lbf/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 1

Muestra : 2

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10082	10291	10406	10380
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.765	1.864	1.919	1.906
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	421.5	489.2	427.1	442.7
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	391	442	377.1	381.3
8.- Peso del agua	(g)	30.5	47.2	50	61.4
9.- Peso de la tara	(g)	33.8	31.7	32.1	30.4
10.- Peso de suelo seco	(g)	357.2	410.3	345	350.9
11.- Contenido de humedad	(%)	8.54	11.50	14.49	17.50
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.626	1.672	1.676	1.622

Máxima Densidad Seca	1.680	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	13.3	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 Germa Oscar Gasco Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

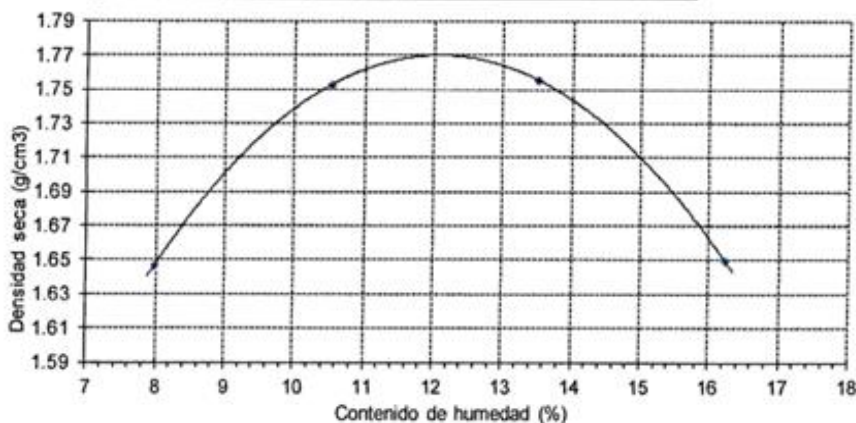
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-mm³ (56000 pie-lbf/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 1

Muestra : 2 + 5% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10108	10445	10562	10403
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.778	1.937	1.992	1.917
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	507.8	510.1	502.5	512.2
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	472.5	464.4	446.4	444.9
8.- Peso del agua	(g)	35.3	45.7	56.1	67.3
9.- Peso de la tara	(g)	29.8	30.1	31.1	30.7
10.- Peso de suelo seco	(g)	442.7	434.3	415.3	414.2
11.- Contenido de humedad	(%)	7.97	10.52	13.51	16.25
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.646	1.753	1.755	1.649

Máxima Densidad Seca	1.770	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	12.1	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

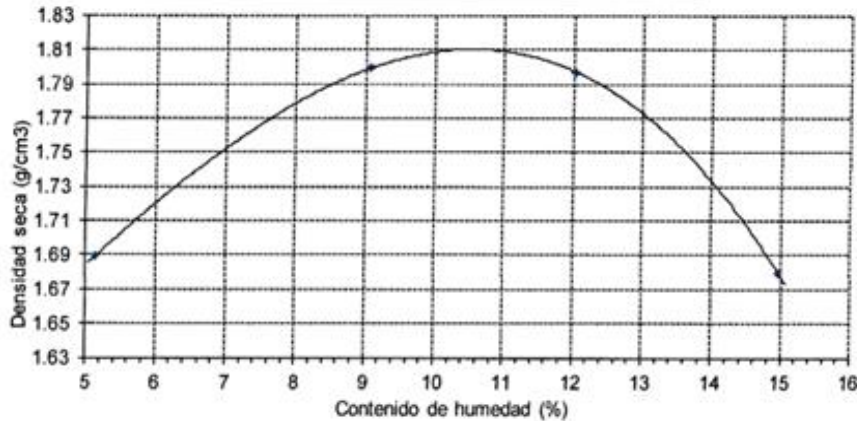
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·mm³ (56000 pie·lb/ft³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 1

Muestra : 2 + 10% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10105	10498	10606	10432
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.776	1.962	2.013	1.931
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	569.3	571.5	561.3	572.7
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	542.9	526.5	504.4	502.1
8.- Peso del agua	(g)	26.4	45	56.9	70.6
9.- Peso de la tara	(g)	29.3	30.1	31.2	30.5
10.- Peso de suelo seco	(g)	513.6	496.4	473.2	471.6
11.- Contenido de humedad	(%)	5.14	9.07	12.02	14.97
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.689	1.799	1.797	1.680

Máxima Densidad Seca	1.810	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	10.5	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 Gerem Oscar Castelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

(Pag 01 de 01)

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACION DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERISTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

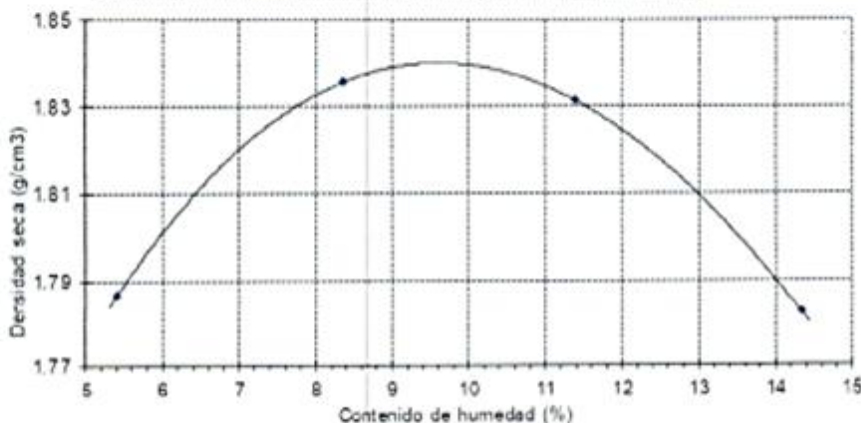
ENSAYO : SUELOS Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN/mm³ (50000 pie-lb/pe³))
 REFERENCIA : NTP 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 1

Muestra : 2 + 15% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1. - Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10331	10555	10662	10658
2. - Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3. - Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4. - Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.883	1.989	2.040	2.038
5. - N° de la tara		1	2	3	4
6. - Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	537.6	521.1	541.8	532.1
7. - Peso de la tara + suelo seco	(g)	511.4	483.1	489.4	468.9
8. - Peso del agua	(g)	26.1	38	52.4	63.2
9. - Peso de la tara	(g)	28.5	28.9	29.2	28.1
10. - Peso de suelo seco	(g)	482.9	454.2	460.2	440.8
11. - Contenido de humedad	(%)	5.40	8.37	11.39	14.34
12. - Densidad seca	(g/cm ³)	1.787	1.836	1.831	1.782

Máxima Densidad Seca	1.840	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	9.8	%




Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS




 Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

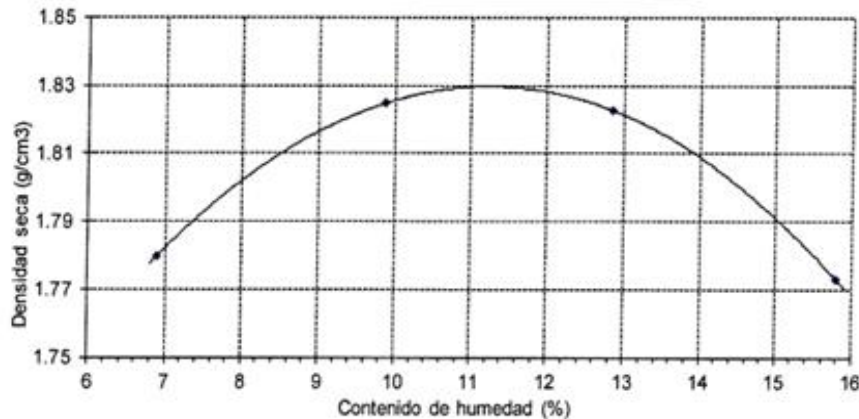
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 1

Muestra : 2 + 20% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10372	10588	10698	10690
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.903	2.005	2.057	2.053
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	534.7	528.2	541.6	532.5
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	502.2	483.6	483.4	464.2
8.- Peso del agua	(g)	32.5	44.6	58.2	68.3
9.- Peso de la tara	(g)	30.8	31.5	30.4	32
10.- Peso de suelo seco	(g)	471.4	452.1	453	432.2
11.- Contenido de humedad	(%)	6.89	9.87	12.85	15.80
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.780	1.825	1.823	1.773

Máxima Densidad Seca	1.830	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	11.4	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gualtero Churinus
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

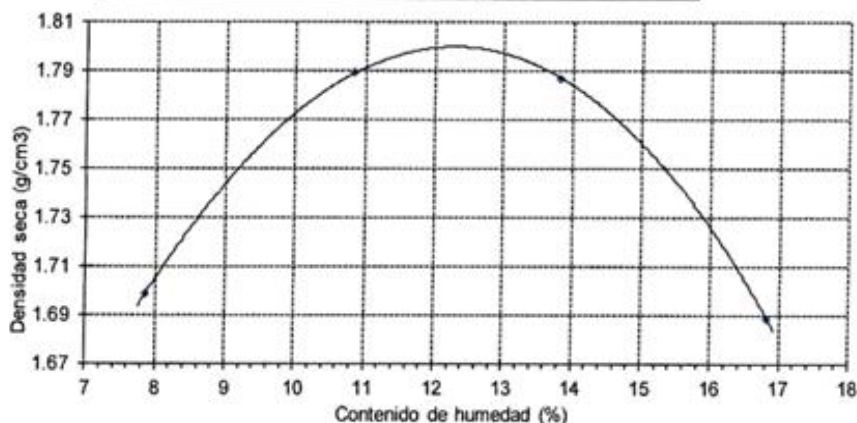
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·mm³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 4

Muestra : 2

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10222	10542	10650	10520
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.832	1.983	2.034	1.973
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	481.8	477.7	481.4	478.4
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	452.8	439.1	433.2	421.4
8.- Peso del agua	(g)	29	38.6	48.2	57
9.- Peso de la tara	(g)	83.4	83.2	84.6	82.7
10.- Peso de suelo seco	(g)	369.4	355.9	348.6	338.7
11.- Contenido de humedad	(%)	7.85	10.85	13.83	16.83
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.698	1.789	1.787	1.688

Máxima Densidad Seca	1.800	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	12.3	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chinus
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayala
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

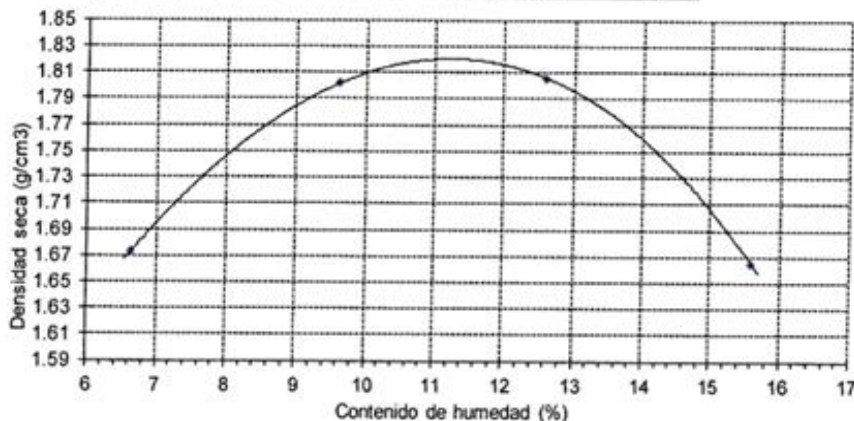
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/ft³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D- 1557

Calicata : 4

Muestra : 2 + 5% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10122	10525	10649	10420
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.784	1.975	2.034	1.925
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	524.2	533.7	512.3	537.6
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	493.5	489.6	458.4	469.3
8.- Peso del agua	(g)	30.7	44.1	53.9	68.3
9.- Peso de la tara	(g)	30.8	31.1	30.6	31.5
10.- Peso de suelo seco	(g)	462.7	458.5	427.8	437.8
11.- Contenido de humedad	(%)	6.63	9.62	12.60	15.60
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.673	1.802	1.806	1.665

Máxima Densidad Seca	1.820	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	11.2	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastel
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

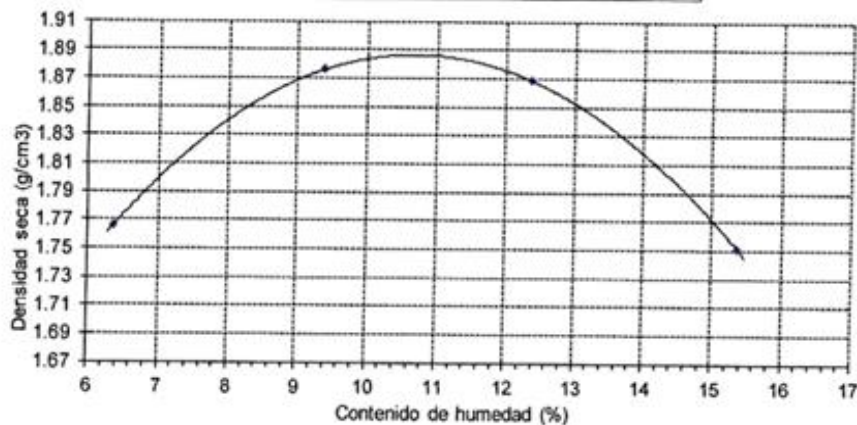
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·bf/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 4

Muestra : 2 + 10% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10322	10688	10789	10620
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.879	2.052	2.100	2.020
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	486.2	495.7	486.1	481.5
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	458.9	455.9	436	421.5
8.- Peso del agua	(g)	27.3	39.8	50.1	60
9.- Peso de la tara	(g)	30.4	31.7	30.5	31.3
10.- Peso de suelo seco	(g)	428.5	424.2	405.5	390.2
11.- Contenido de humedad	(%)	6.37	9.38	12.36	15.38
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.766	1.876	1.869	1.751

Máxima Densidad Seca	1.887	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	10.7	%



Método : "C"

OBERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agosto
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesisistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

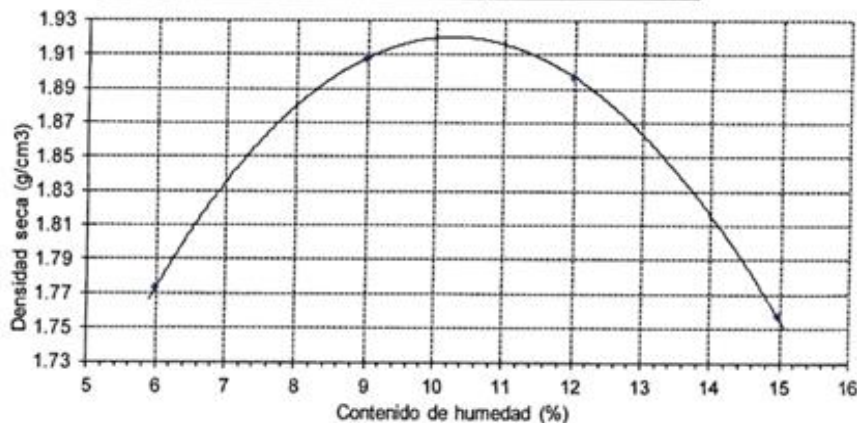
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·mm³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 4

Muestra : 2 + 15% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10323	10745	10841	10620
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.879	2.079	2.124	2.020
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	585.1	573.8	589.1	581.4
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	553.9	529.2	529.6	510.1
8.- Peso del agua	(g)	31.2	44.6	59.5	71.3
9.- Peso de la tara	(g)	33.2	32.6	33.4	33.8
10.- Peso de suelo seco	(g)	520.7	496.6	496.2	476.3
11.- Contenido de humedad	(%)	5.99	8.98	11.99	14.97
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.773	1.908	1.897	1.757

Máxima Densidad Seca	1.920	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	10.7	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Castañeda Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Fierro Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

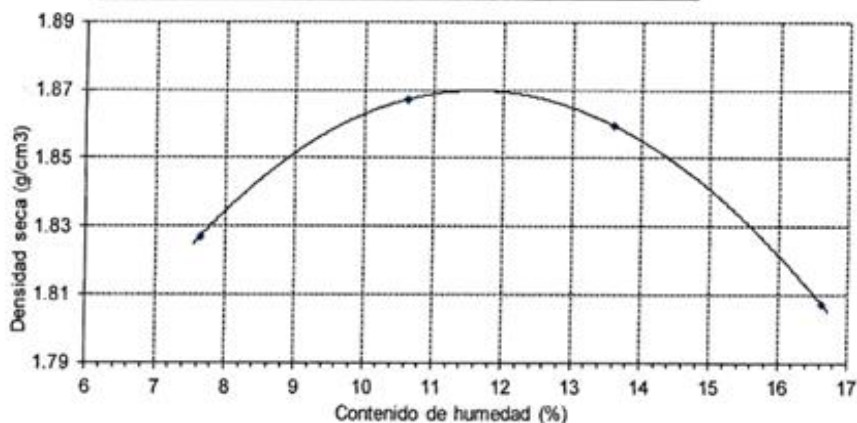
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D- 1557

Calicata : 4

Muestra : 2 + 20% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10507	10717	10816	10806
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.966	2.066	2.113	2.108
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	532.2	518.8	521.1	540.4
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	496.6	471.9	462.4	467.9
8.- Peso del agua	(g)	35.6	46.9	58.7	72.5
9.- Peso de la tara	(g)	30.4	30.7	31.3	31.7
10.- Peso de suelo seco	(g)	466.2	441.2	431.1	436.2
11.- Contenido de humedad	(%)	7.64	10.63	13.62	16.62
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.827	1.867	1.859	1.807

Máxima Densidad Seca	1.870	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	11.9	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gasca
 TECNOLÓGICO DE ENSAYOS DE SUELOS




 Juan Carlos Fermo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

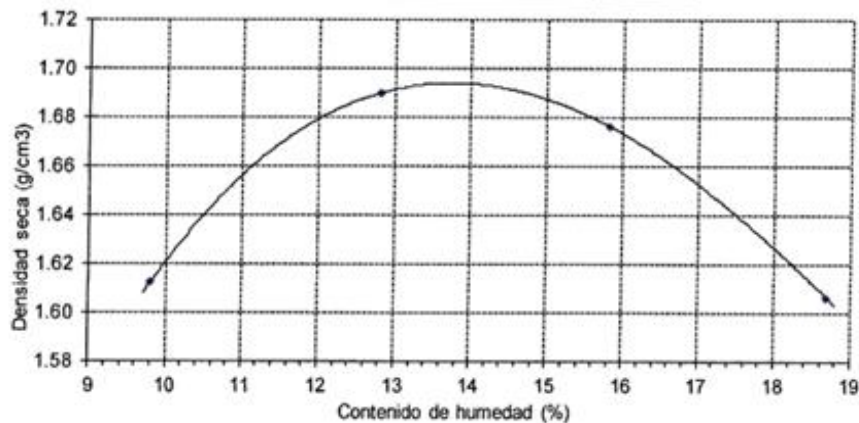
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D- 1557

Calicata : 7

Muestra : 2

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10092	10380	10454	10380
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.770	1.906	1.941	1.906
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	476.4	468.1	457.2	472.3
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	441.6	424.6	406.3	411.5
8.- Peso del agua	(g)	34.8	43.5	50.9	60.8
9.- Peso de la tara	(g)	86.5	85.1	84.4	86.2
10.- Peso de suelo seco	(g)	355.1	339.5	321.9	325.3
11.- Contenido de humedad	(%)	9.80	12.81	15.81	18.69
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.612	1.690	1.676	1.606

Máxima Densidad Seca	1.694	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	13.8	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Testistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE
 Lugar : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

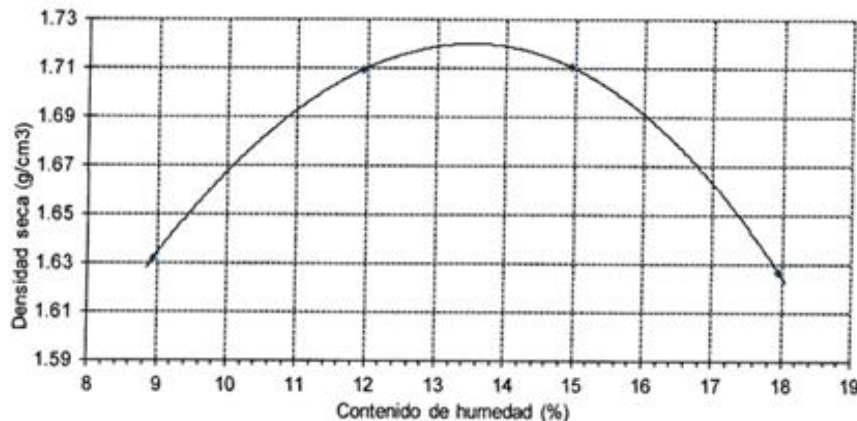
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 7

Muestra : 2 + 5% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10108	10395	10506	10406
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.778	1.913	1.966	1.919
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	502.6	512	501.6	506.7
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	463.9	460.7	440.3	434.4
8.- Peso del agua	(g)	38.7	51.3	61.3	72.3
9.- Peso de la tara	(g)	30.8	31.1	30.4	31.5
10.- Peso de suelo seco	(g)	433.1	429.6	409.9	402.9
11.- Contenido de humedad	(%)	8.94	11.94	14.95	17.94
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.632	1.709	1.710	1.627

Máxima Densidad Seca	1.720	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	13.6	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Castañeda Chirinos
 TEC LABORATORIO DE ENSAYOS GENERALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Testistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

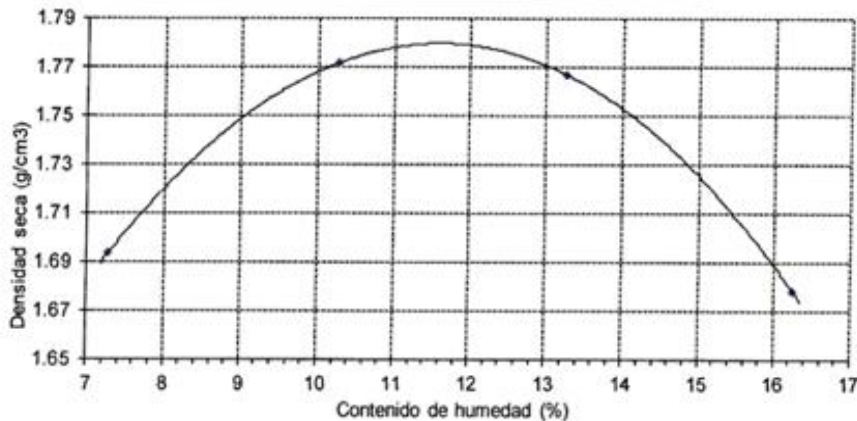
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·bf/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D- 1557

Calicata : 7

Muestra : 2 + 10% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10190	10480	10580	10474
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.816	1.954	2.001	1.951
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	507.7	511.6	512.5	507.9
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	475.4	466.9	456.3	441.3
8.- Peso del agua	(g)	32.3	44.7	56.2	66.6
9.- Peso de la tara	(g)	31.2	31.8	32.3	31.4
10.- Peso de suelo seco	(g)	444.2	435.1	424	409.9
11.- Contenido de humedad	(%)	7.27	10.27	13.25	16.25
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.693	1.772	1.767	1.678

Máxima Densidad Seca	1.780	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	11.7	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayestar
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesisistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

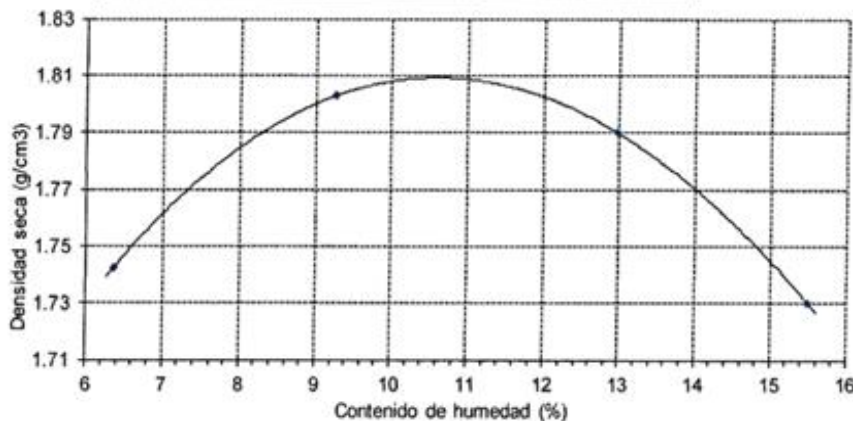
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 7

Muestra : 2 + 15% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10268	10515	10625	10574
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.853	1.970	2.022	1.998
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	503.7	512.2	525.9	507.2
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	475.6	471.6	469.3	443.5
8.- Peso del agua	(g)	28.1	40.6	56.6	63.7
9.- Peso de la tara	(g)	34.1	33.7	33.1	32.6
10.- Peso de suelo seco	(g)	441.5	437.9	436.2	410.9
11.- Contenido de humedad	(%)	6.36	9.27	12.98	15.50
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.742	1.803	1.790	1.730

Máxima Densidad Seca	1.810	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	10.7	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Castedo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

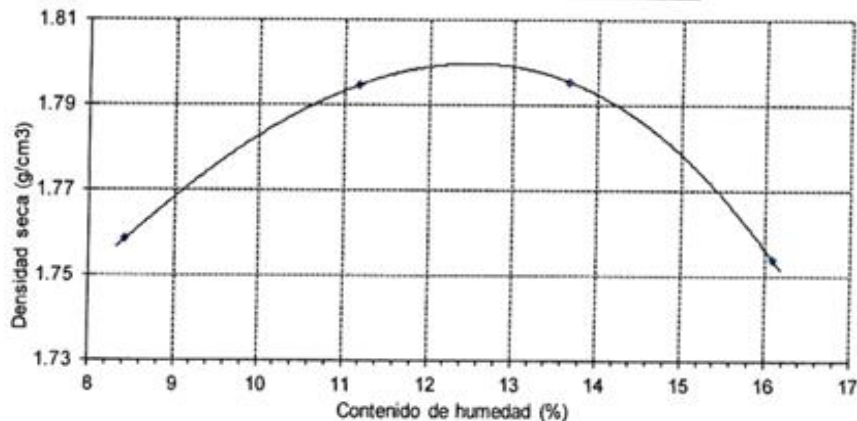
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·bf/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 7

Muestra : 2 + 20% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10380	10568	10664	10654
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.906	1.995	2.041	2.036
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	476.2	468.6	457.5	472.7
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	441.6	424.6	406.3	411.5
8.- Peso del agua	(g)	34.6	44	51.2	61.2
9.- Peso de la tara	(g)	30.7	31.1	31.5	30.9
10.- Peso de suelo seco	(g)	410.9	393.5	374.8	380.6
11.- Contenido de humedad	(%)	8.42	11.18	13.66	16.08
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.758	1.795	1.795	1.754

Máxima Densidad Seca	1.800	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	12.4	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gancelo Chirinus
 TEC LABORATORIO DE ENSAYO DE MINERALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Picsi- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

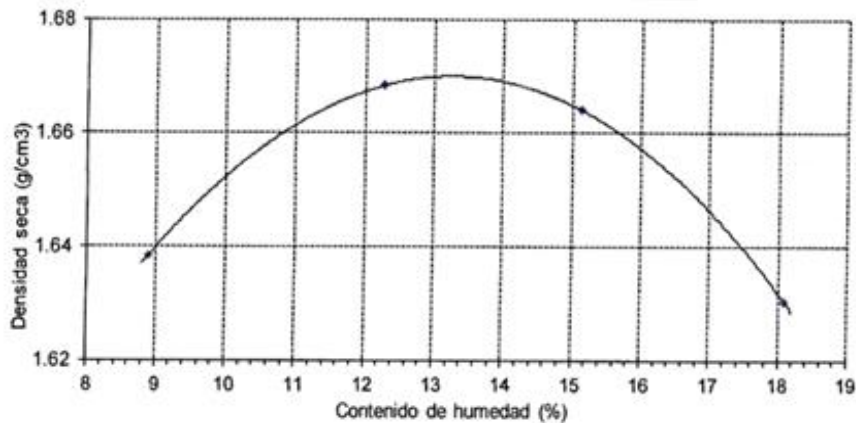
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 10

Muestra : 2

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10122	10310	10400	10420
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.784	1.873	1.916	1.925
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	465.3	481.4	459.5	472.6
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	434	438	410.3	413
8.- Peso del agua	(g)	31.3	43.4	49.2	59.6
9.- Peso de la tara	(g)	82.4	84.6	85.1	83.7
10.- Peso de suelo seco	(g)	351.6	353.4	325.2	329.3
11.- Contenido de humedad	(%)	8.90	12.28	15.13	18.10
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.638	1.668	1.664	1.630

Máxima Densidad Seca	1.670	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	13.6	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Churinus
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS




 Juan Carlos Pirma Ojeda Agoston
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

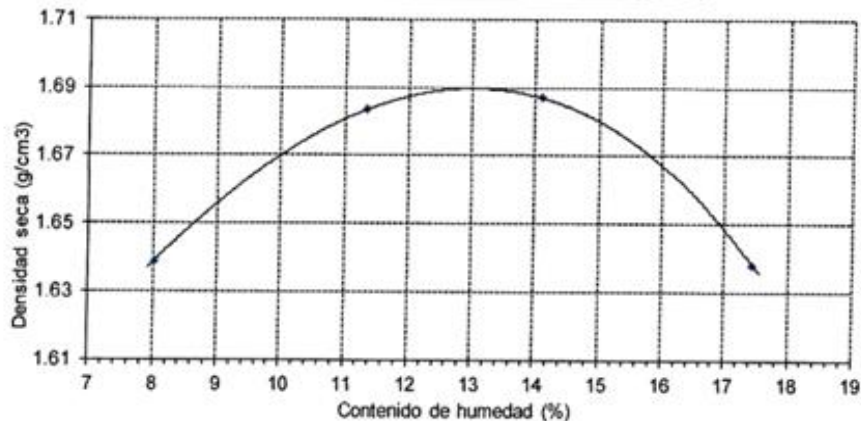
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D- 1557

Calicata : 10

Muestra : 2 + 5% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10093	10312	10419	10417
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.771	1.874	1.925	1.924
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	556.2	562.5	560.6	559.4
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	517.3	508.5	495.1	481.1
8.- Peso del agua	(g)	38.9	54	65.5	78.3
9.- Peso de la tara	(g)	32.5	32.2	30.6	32.4
10.- Peso de suelo seco	(g)	484.8	476.3	464.5	448.7
11.- Contenido de humedad	(%)	8.02	11.34	14.10	17.45
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.639	1.683	1.687	1.638

Máxima Densidad Seca	1.690	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	13.0	%



Método : "C"

OBERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Rm. CIP. 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

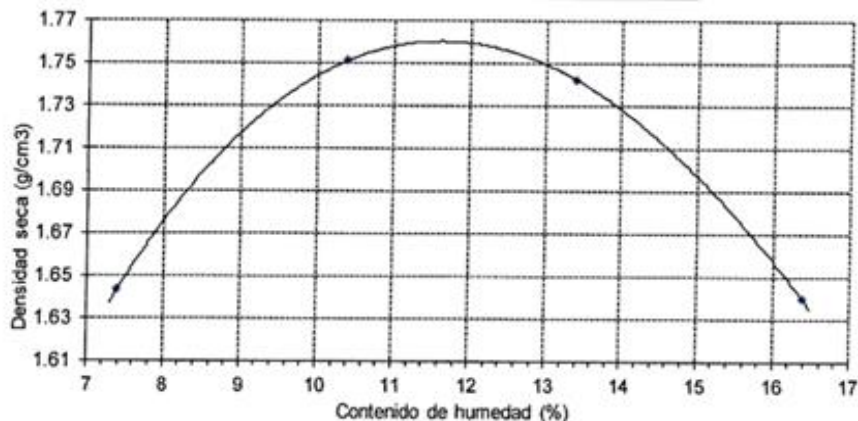
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 10

Muestra : 2 + 10% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10080	10436	10526	10384
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.764	1.933	1.975	1.908
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	576.1	582.6	578.4	585.2
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	539.4	531.8	515.1	508.9
8.- Peso del agua	(g)	36.7	50.8	63.3	76.3
9.- Peso de la tara	(g)	42.6	42.7	42.4	43.1
10.- Peso de suelo seco	(g)	496.8	489.1	472.7	465.8
11.- Contenido de humedad	(%)	7.39	10.39	13.39	16.38
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.643	1.751	1.742	1.640

Máxima Densidad Seca	1.760	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	11.6	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Churinus
 TEC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agosto
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP 123351

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

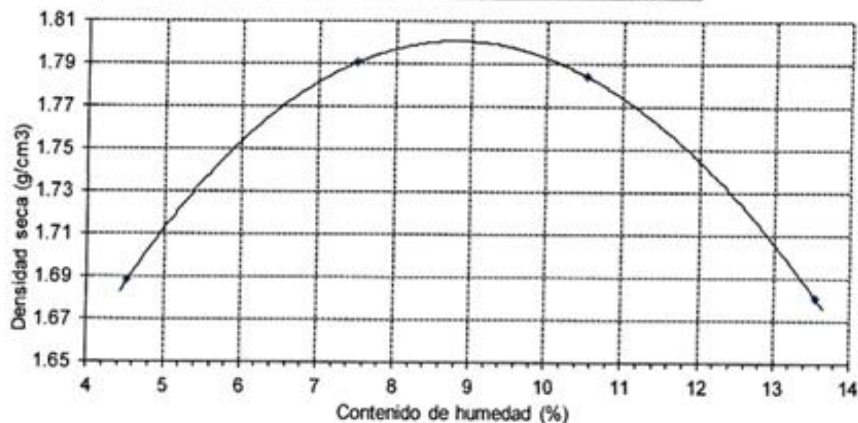
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/ft³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 10

Muestra : 2 + 15% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10080	10419	10518	10384
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.764	1.925	1.972	1.908
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	427.3	480.2	422.3	439.7
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	412.3	452.5	390.1	397.1
8.- Peso del agua	(g)	15	27.7	32.2	42.6
9.- Peso de la tara	(g)	80.4	83.1	84.3	82.5
10.- Peso de suelo seco	(g)	331.9	369.4	305.8	314.6
11.- Contenido de humedad	(%)	4.52	7.50	10.53	13.54
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.688	1.791	1.784	1.681

Máxima Densidad Seca	1.800	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	9.0	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Churruarín
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS




 Juan Carlos Firme Ojeda
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.º.º.º.

INFORME DE ENSAYO N° 0665

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : EXPEDIENTE N° 579 - 2023 L.E.M AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Picsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

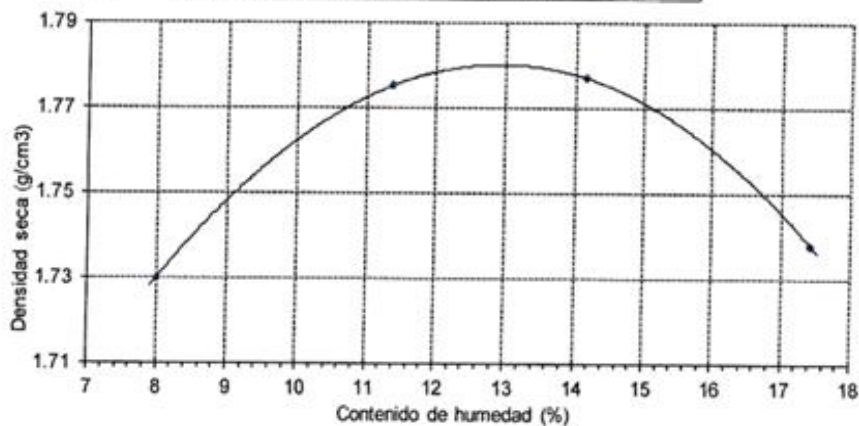
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
 REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : 10

Muestra : 2 + 20% CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	10300	10530	10638	10664
2.- Peso del molde	(g)	6350	6350	6350	6350
3.- Volumen del molde	(cm ³)	2114	2114	2114	2114
4.- Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.868	1.977	2.028	2.041
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	556.1	562.7	560.8	559.2
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	517.3	508.5	495.1	481.1
8.- Peso del agua	(g)	38.8	54.2	65.7	78.1
9.- Peso de la tara	(g)	32.7	32.4	30.8	32.9
10.- Peso de suelo seco	(g)	484.6	476.1	464.3	448.2
11.- Contenido de humedad	(%)	8.01	11.38	14.15	17.43
12.- Densidad seca	(g/cm ³)	1.730	1.775	1.777	1.738

Máxima Densidad Seca	1.780	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	12.7	%



Método : "C"

OBSERVACIONES :

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelú (Firma)
 TEC. LABORATORIO DE LAMBAYEQUE




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

CBR




German Oscar Gustavo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES


Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : 'APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE'
 Ubicación : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra

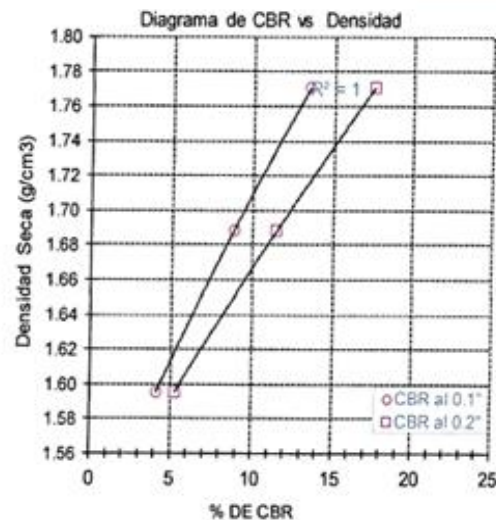
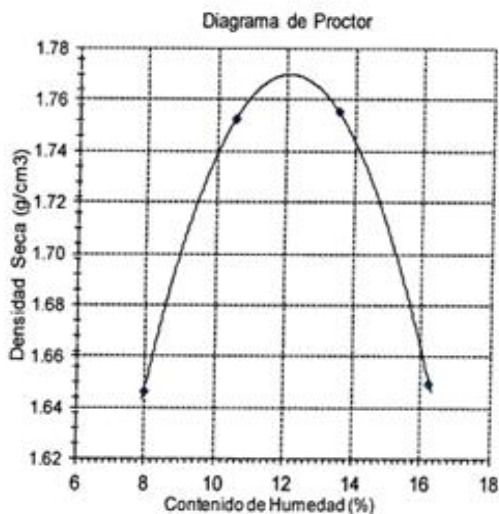
Calicata : 01

Muestra : M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.770 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.1 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	13.5	1.771	0.3	0.1"	100	13.5
02	25	8.8	1.688	0.4	0.1"	95	8.5
03	10	4.1	1.596	0.4	0.2"	100	17.5
					0.2"	95	11.0



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Chirinos
 CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES



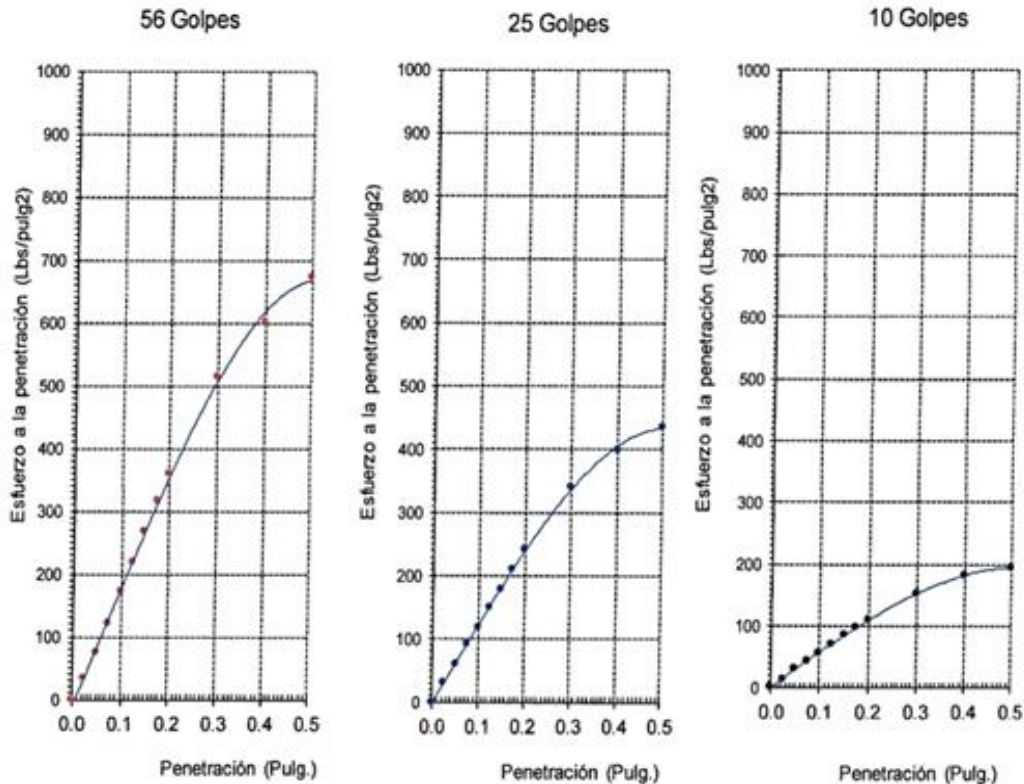

 Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picó - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 01
 Muestra : M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS



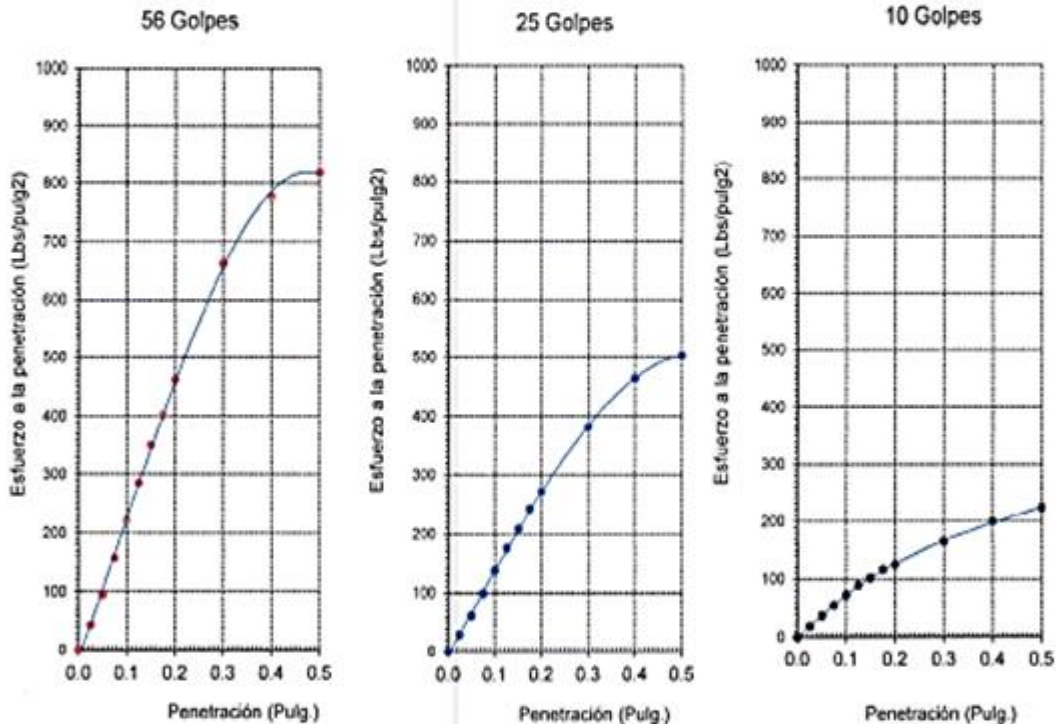

 Juan Carlos Firme Ojeda Agostini
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 309.145 / ASTM D-1983
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 01
 Muestra : M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

(Pág. 02 de 02)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesisistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Píasi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

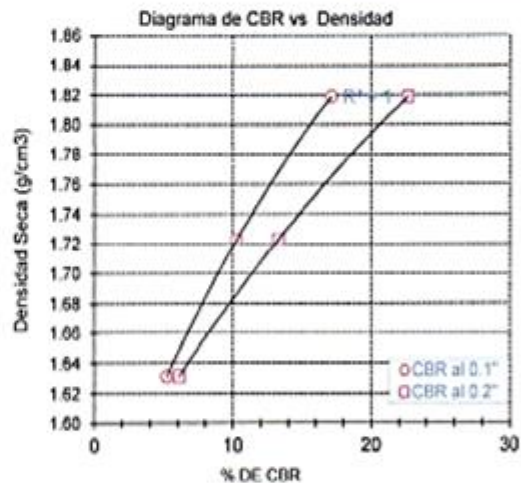
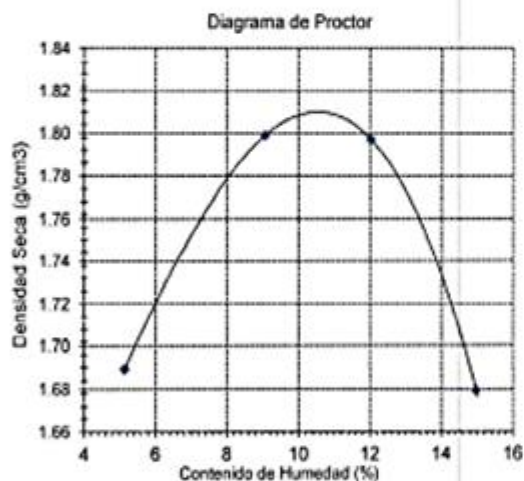
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1583
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : 01
 Muestra : M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.810 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.5 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MOS	CBR (%)
01	56	17.1	1.819	0.4	0.1"	100	16.6
02	25	10.3	1.723	0.4	0.1"	95	10.1
03	10	5.2	1.631	0.5	0.2"	100	21.8
					0.2"	95	13.0



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. G.P. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0665

(Pág. 01 de 02)

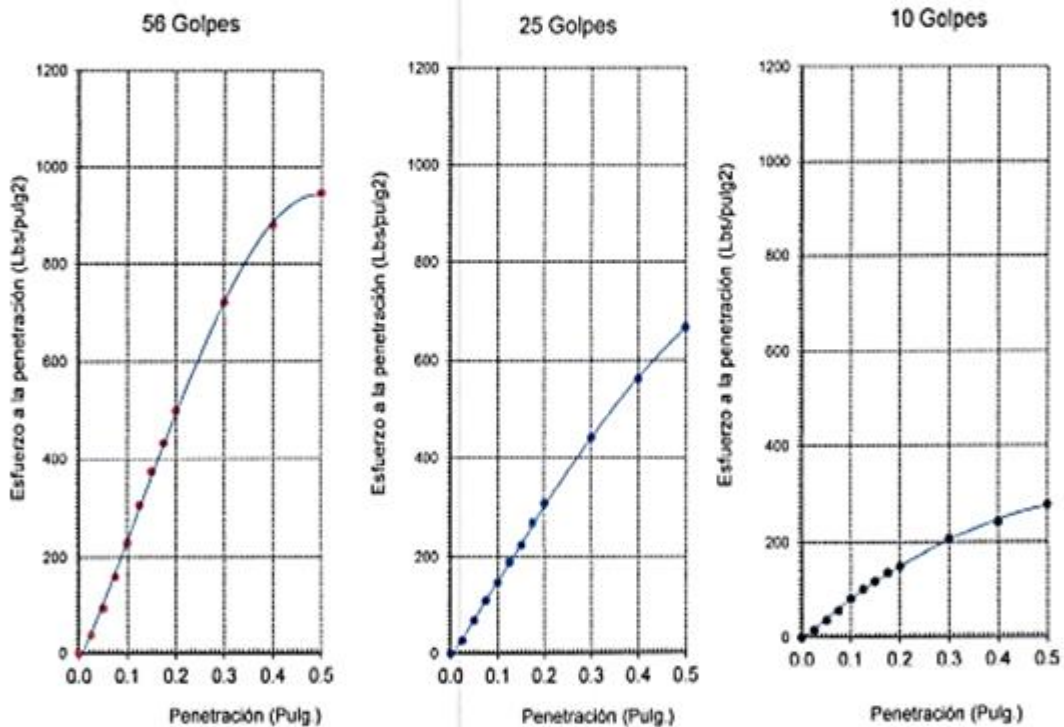
Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de José Leonardo Ortiz- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra

Calicata : 01
 Muestra : M2*15% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Oscar Gastelo
 TECN. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




Juan Carlos Firma Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE
 Ubicación : Distrito de Píca - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

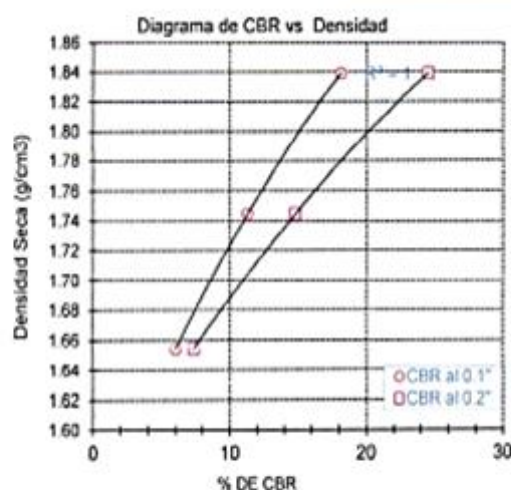
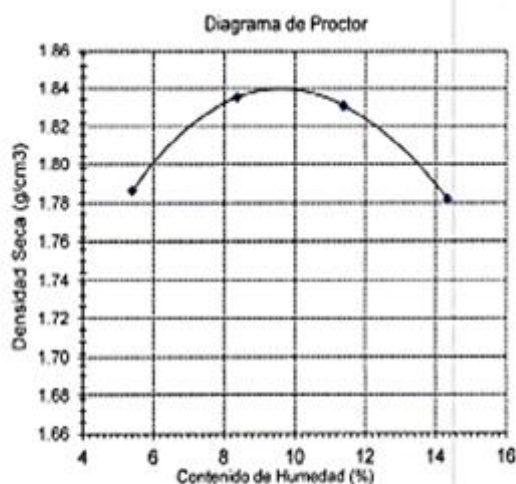
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : 01
 Muestra : M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.840 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	9.8 %

N°	Numero de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MODS	CBR (%)
01	56	18.1	1.839	0.1	0.1"	100	18.2
02	25	11.3	1.745	0.1	0.1"	95	11.5
03	10	6.0	1.655	0.1	0.2"	100	24.6
					0.2"	95	15.1



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



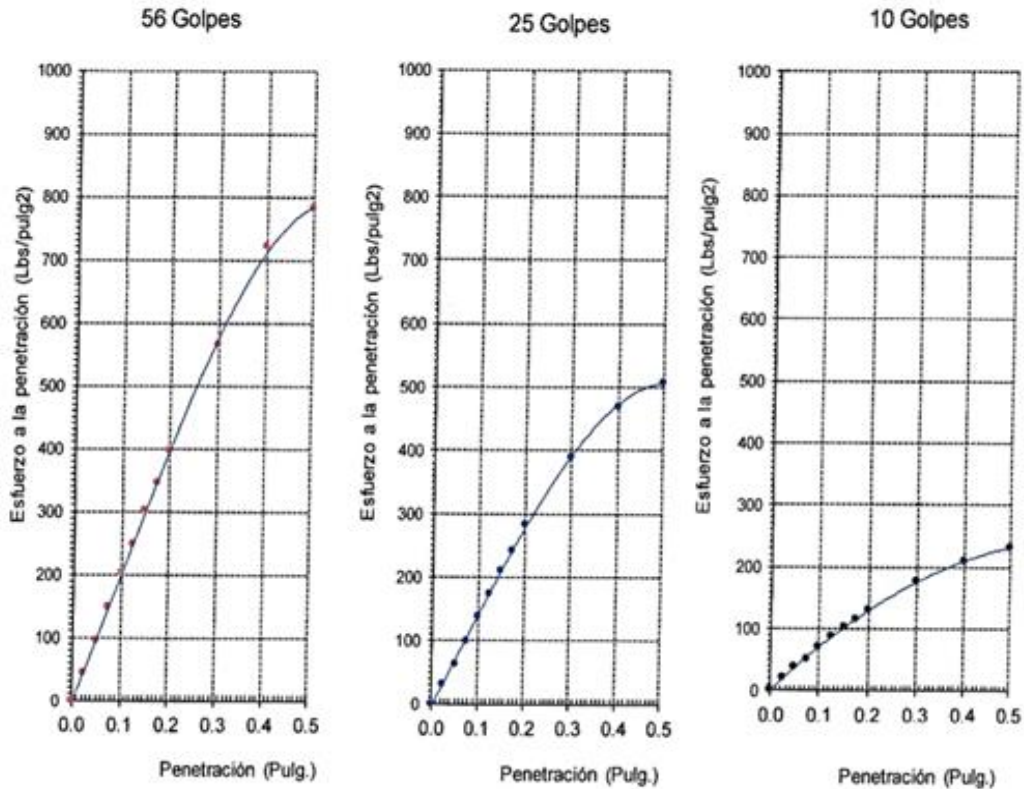

 Juan Carlos Firme Ojeda-Agosta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 01
 Muestra : M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS



Juan Carlos Pimma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra

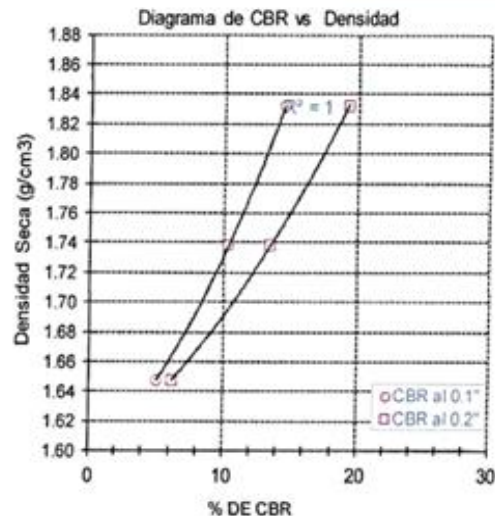
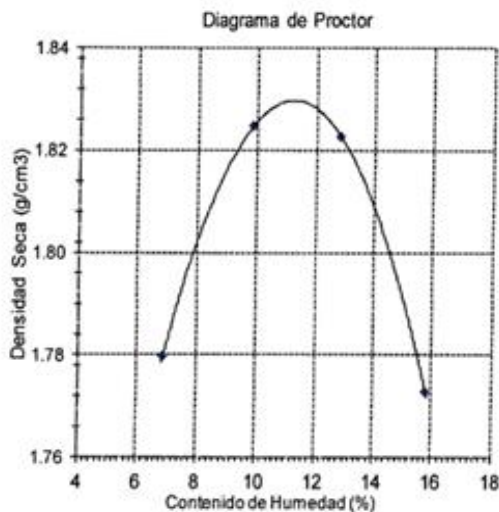
Calicata : 01

Muestra : M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.830 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.4 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Puig)	% de MDS	CBR (%)
01	56	14.5	1.832	0.3	0.1"	100	14.4
02	25	10.4	1.738	0.3	0.1"	95	10.4
03	10	5.1	1.648	0.3	0.2"	100	19.1
					0.2"	95	13.5



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Churinus
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



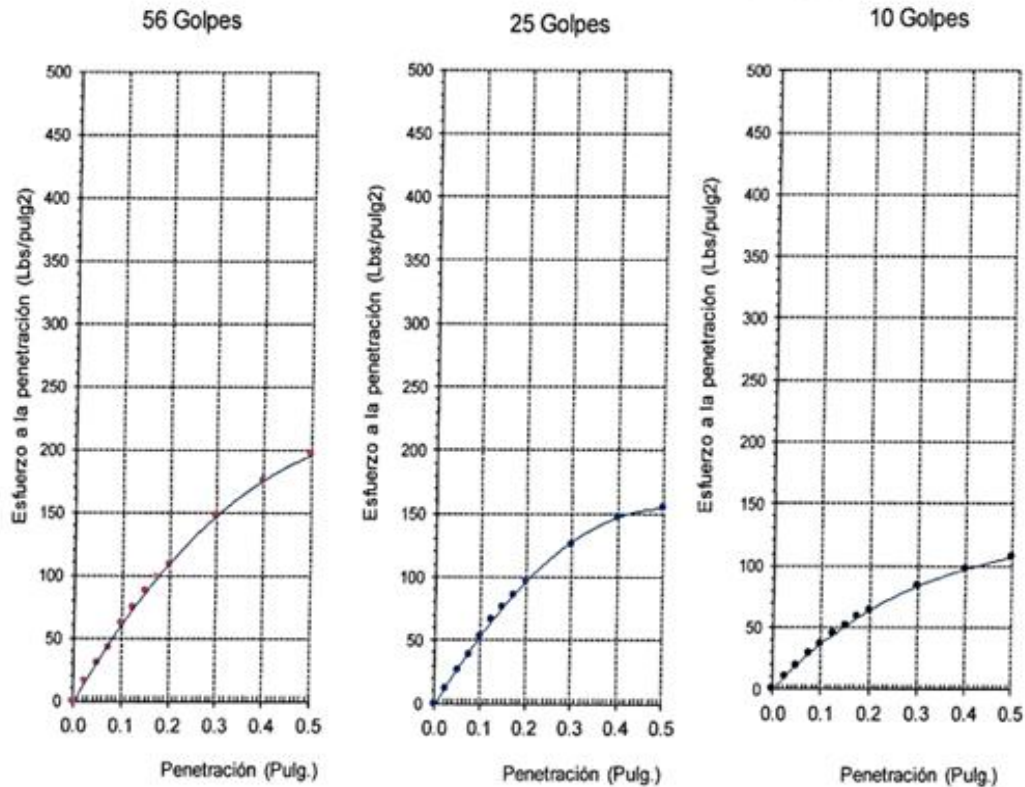

 Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 04
 Muestra : M2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo
 TECNICO LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Pineda
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 12135

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

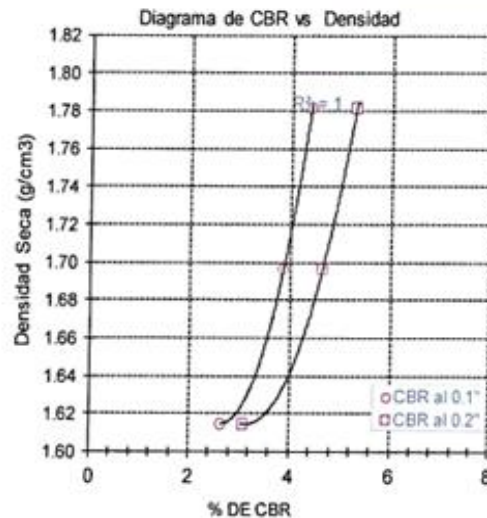
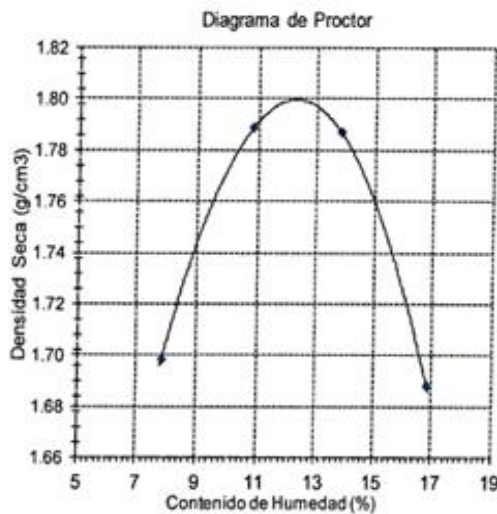
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra Calicata : 04
 Muestra : M2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.800 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.3 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	4.4	1.782	0.8	0.1"	100	4.6
02	25	3.9	1.697	0.7	0.1"	95	4.1
03	10	2.6	1.615	0.6	0.2"	100	5.4
					0.2"	95	4.9



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinus
 TEC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



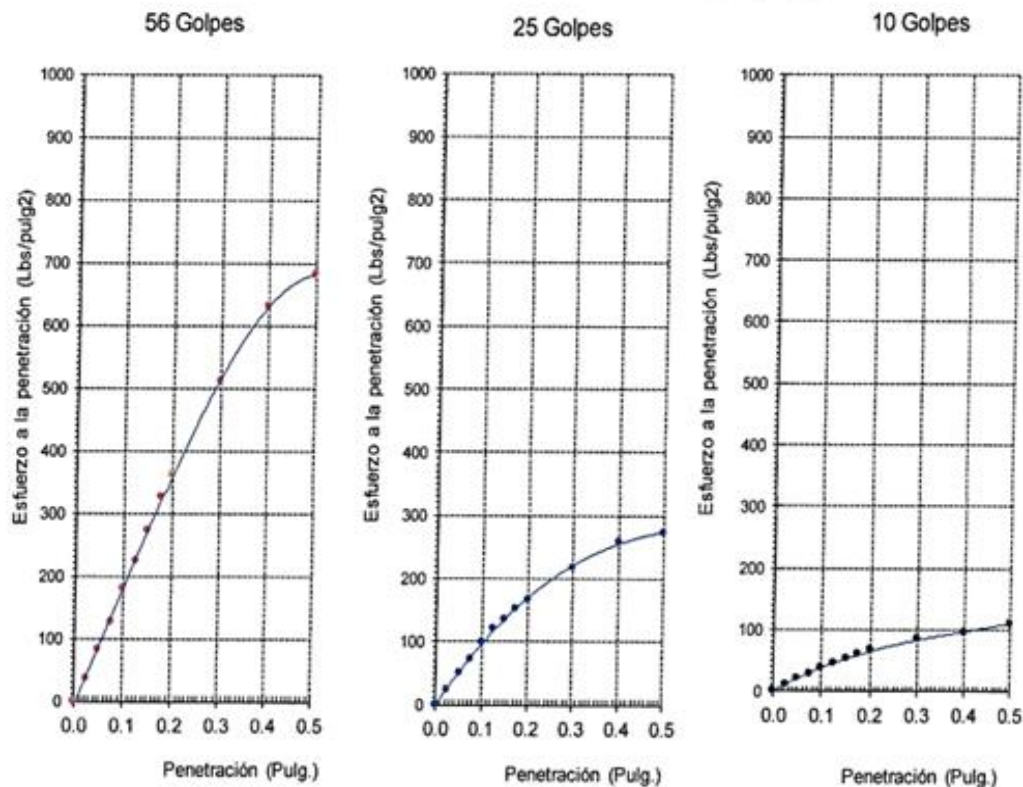

 Juan Carlos Fima Djeida Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Testistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 04
 Muestra : M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 Golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

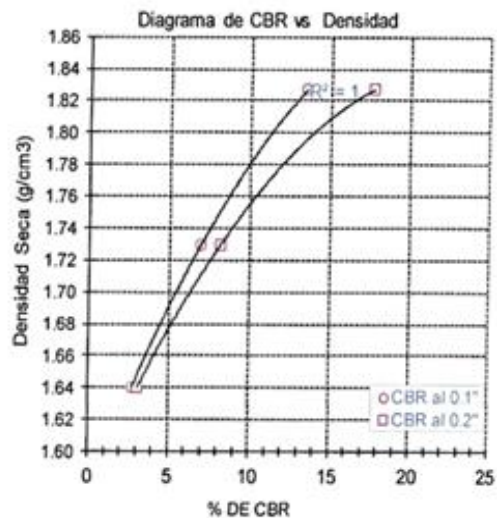
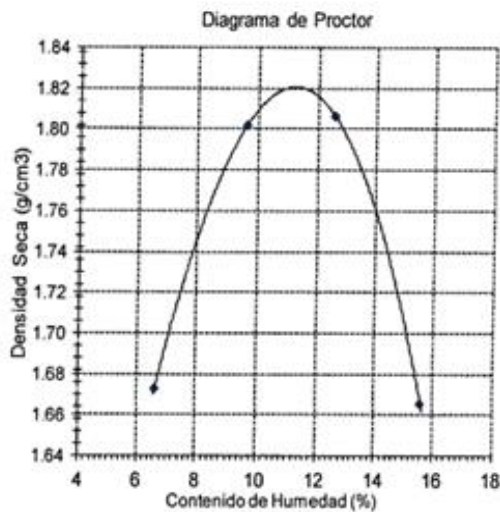
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra Calicata : 04
 Muestra : M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.820 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.2 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	13.5	1.827	0.3	0.1"	100	13.1
02	25	7.0	1.730	0.3	0.1"	95	6.9
03	10	2.8	1.640	0.4	0.2"	100	17.1
					0.2"	95	8.1



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Castelo Chirinos
 TEC LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS



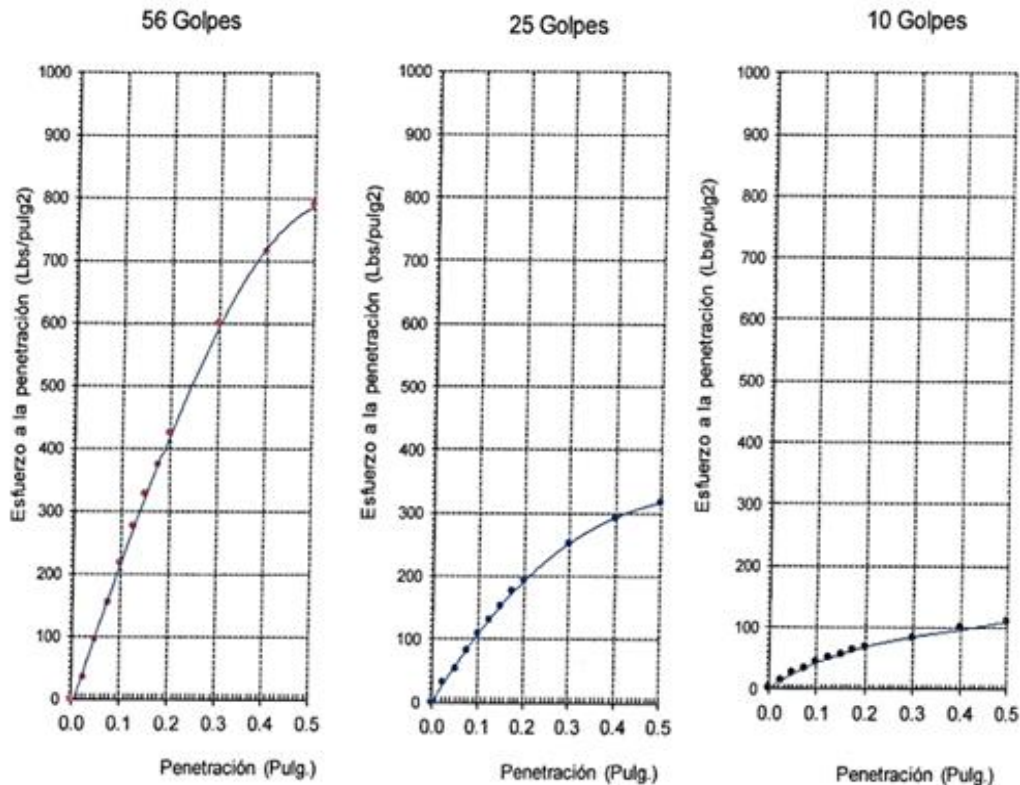

 Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesis : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 Tesis : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : 'APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE'
 Ubicación : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 04
 Muestra : M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 Golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Pardo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 12335*

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra

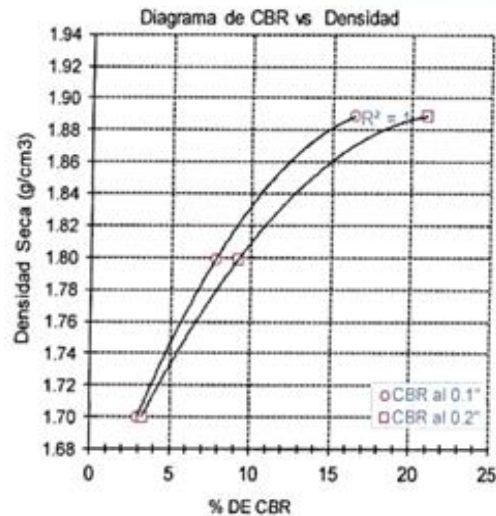
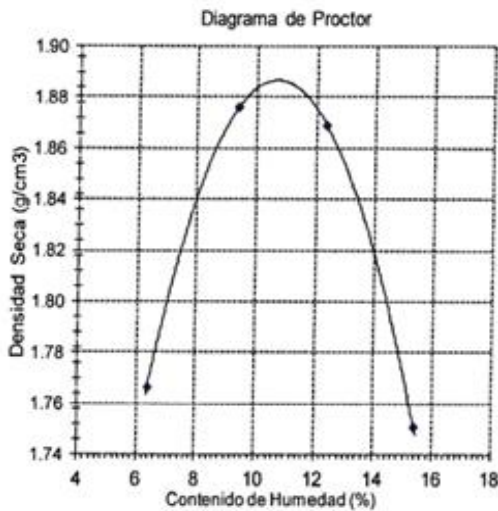
Calicata : 04

Muestra : M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.887 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.7 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	16.5	1.889	0.4	0.1"	100	16.4
02	25	7.8	1.799	0.4	0.1"	95	7.5
03	10	3.0	1.701	0.5	0.2"	100	20.7
					0.2"	95	8.8



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Chirinos
 ING. LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS



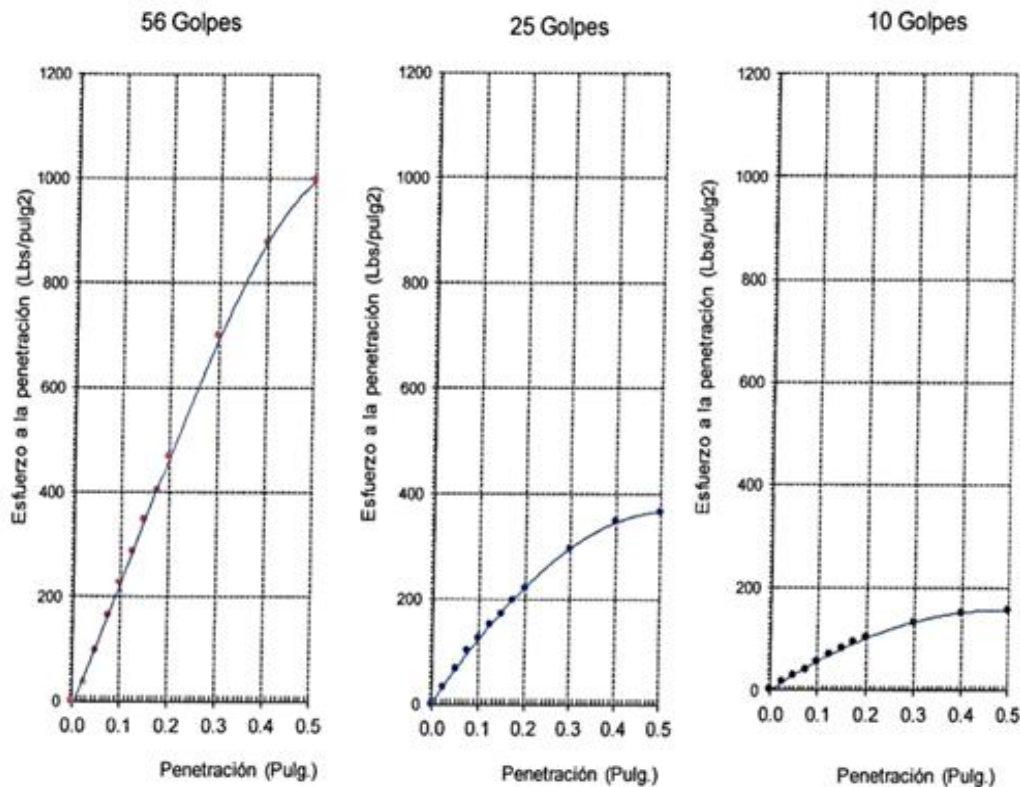

 Juan Carlos Fermo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Calicata : 04
 Muestra : M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gaszelo Chirinos
 TECNICARIO DE ENSAYOS DE SUELOS



Juan Carlos Forno Oyeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra

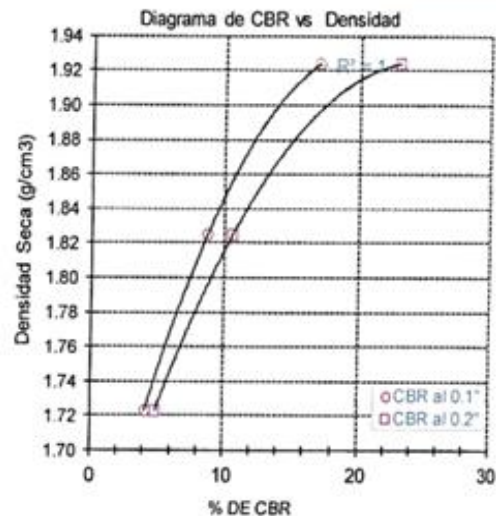
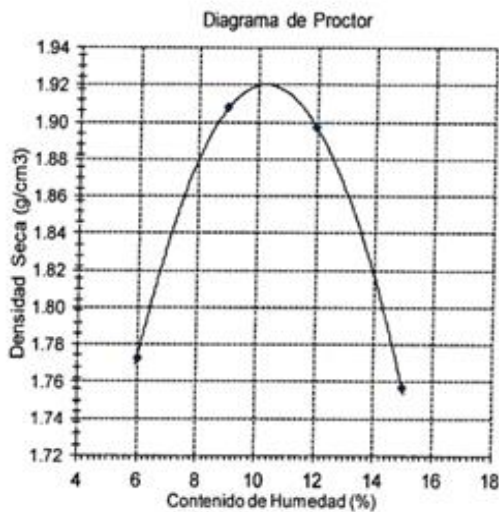
Calicata : 04

Muestra : M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.920 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.3 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	17.0	1.924	0.4	0.1"	100	16.7
02	25	8.7	1.825	0.4	0.1"	95	8.7
03	10	4.1	1.723	0.5	0.2"	100	22.6
					0.2"	95	10.6



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS




 Juan Carlos Pirmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

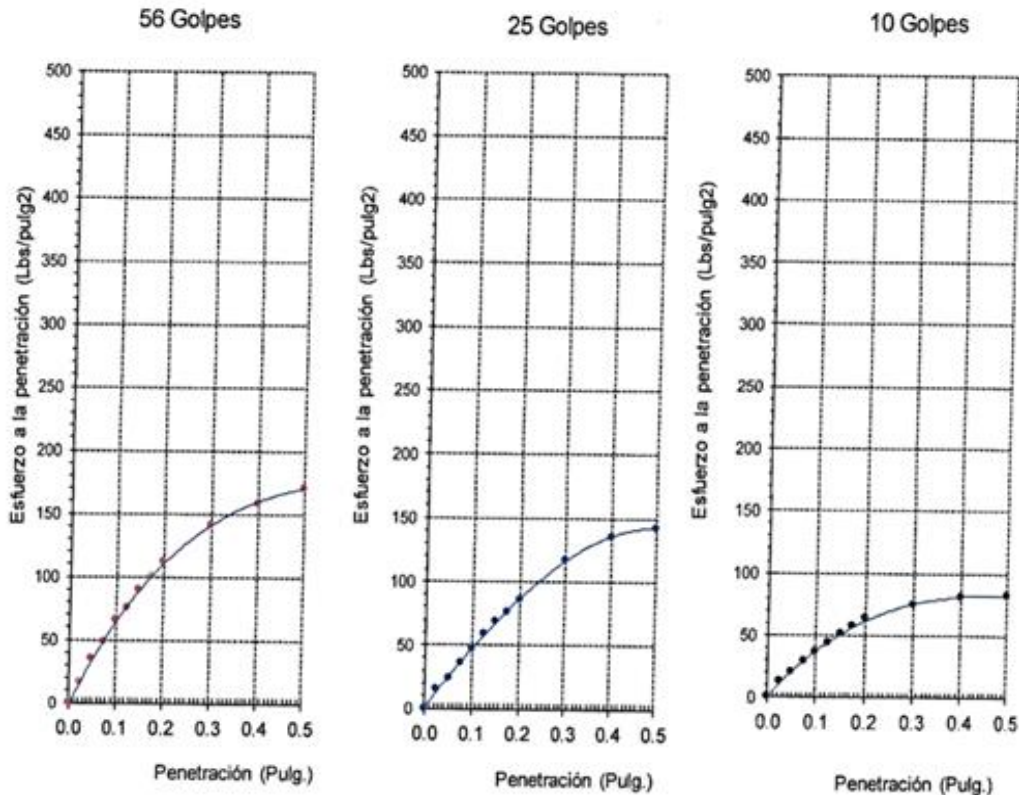
Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 07
 Muestra : M2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS M.T. + A.E.S.



Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

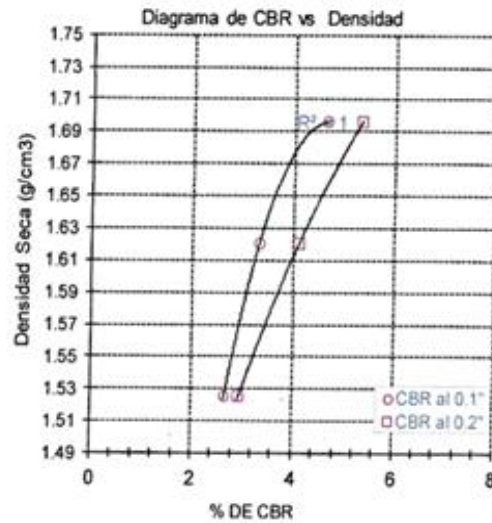
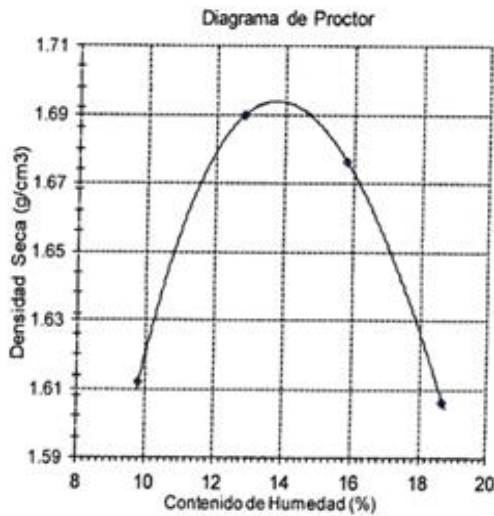
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : 07
 Muestra : M2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.694 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.8 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	4.7	1.696	0.7	0.1"	100	4.6
02	25	3.3	1.621	0.6	0.1"	95	3.3
03	10	2.7	1.526	0.5	0.2"	100	5.3
					0.2"	95	4.0



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germain Oscar Gastelo Churinus
 TEC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

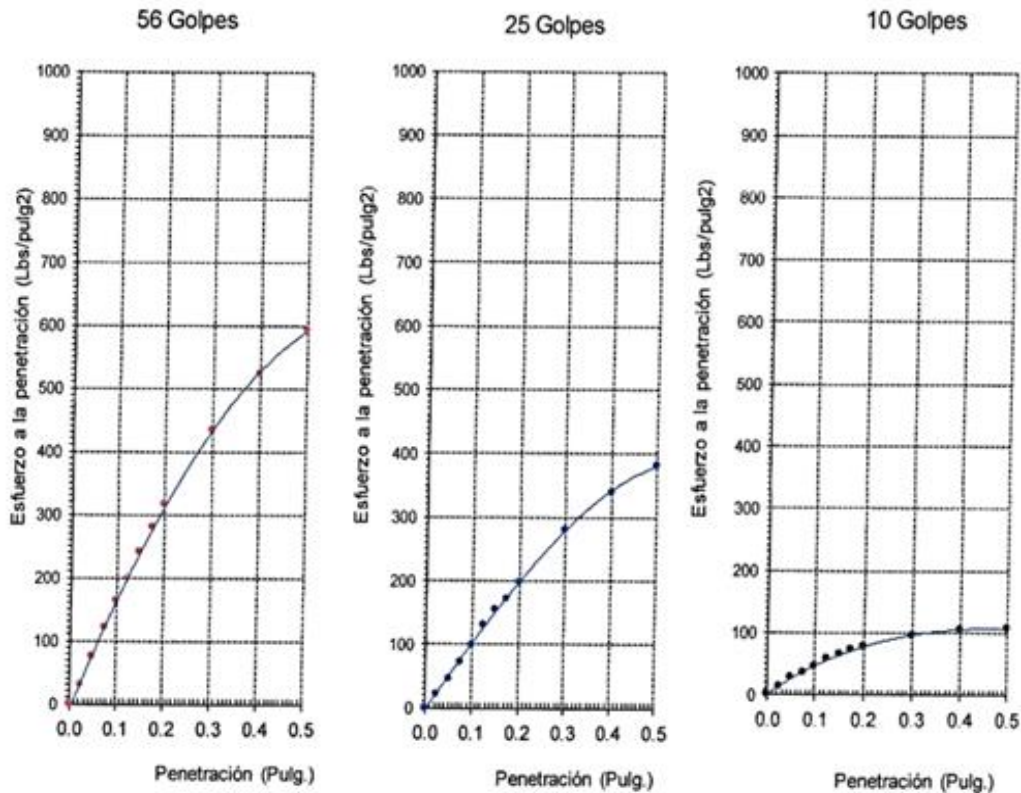
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra

Calicata : 07

Muestra : M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Curruis
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

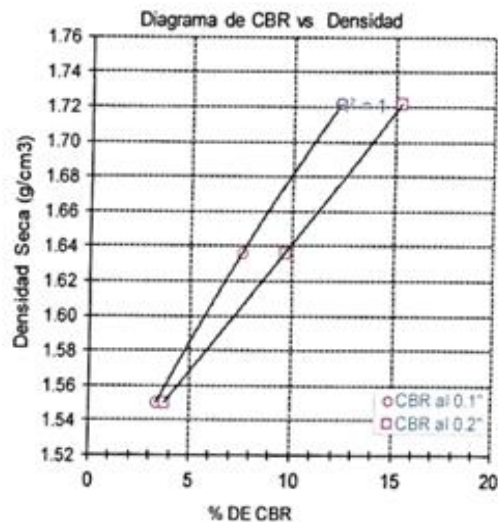
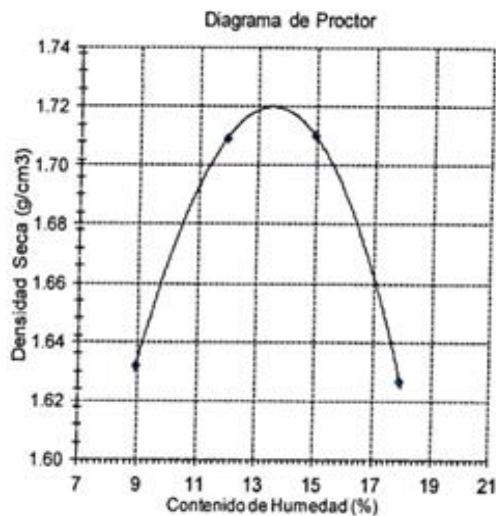
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : 07
 Muestra : M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.720 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.5 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	12.3	1.722	0.3	0.1"	100	12.2
02	25	7.5	1.636	0.4	0.1"	95	7.5
03	10	3.3	1.550	0.4	0.2"	100	15.2
					0.2"	95	9.5



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Charinas
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



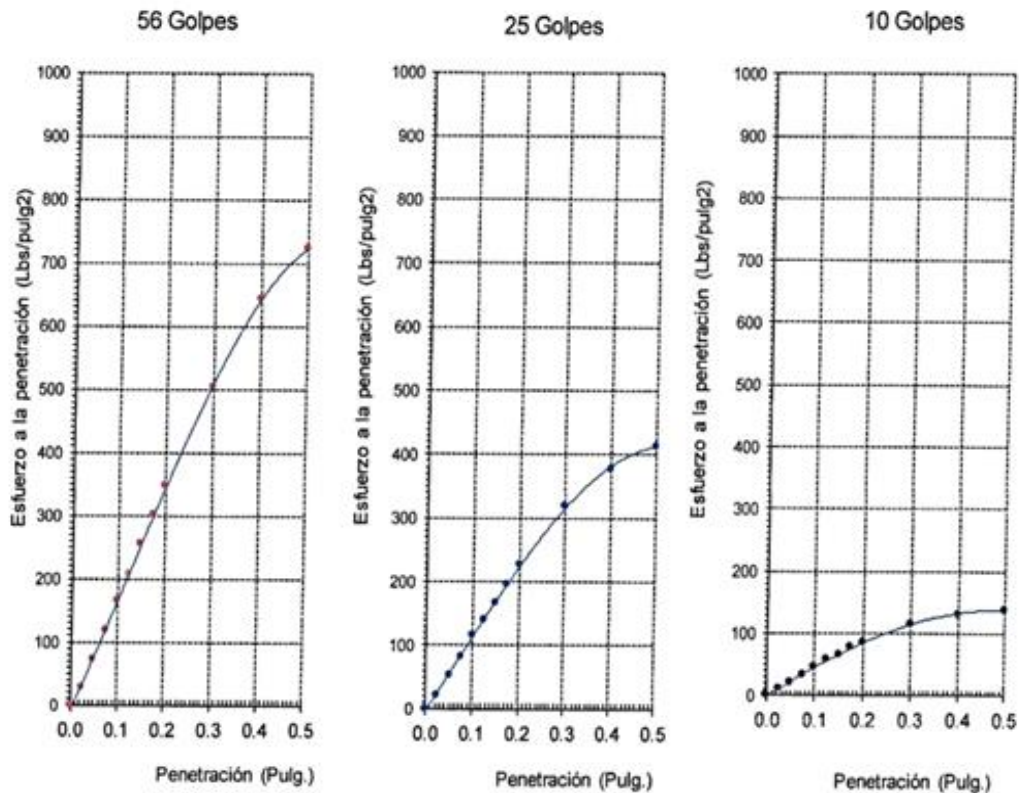

 Juan Carlos Fimo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 07
 Muestra : M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastela Churinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Agostini
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

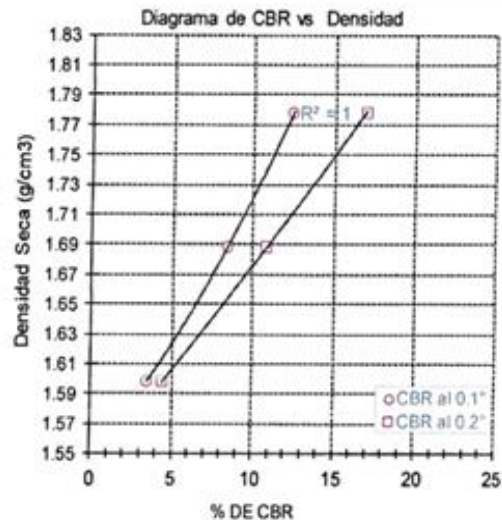
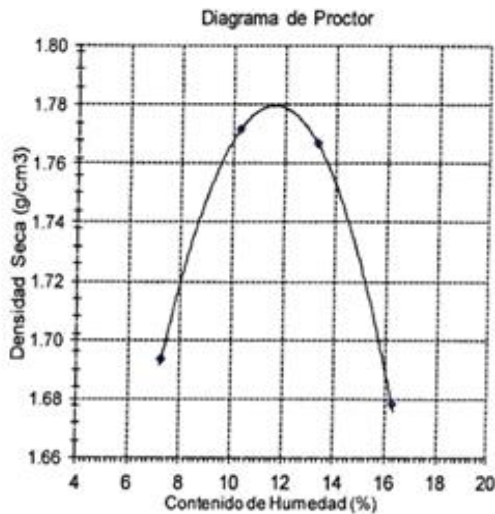
Código : N.T.P. 309.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra Calicata : 07
 Muestra : M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.780 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.7 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	12.5	1.779	0.4	0.1"	100	12.5
02	25	8.5	1.688	0.4	0.1"	95	8.6
03	10	3.5	1.598	0.4	0.2"	100	17.0
					0.2"	95	11.1



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germán Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



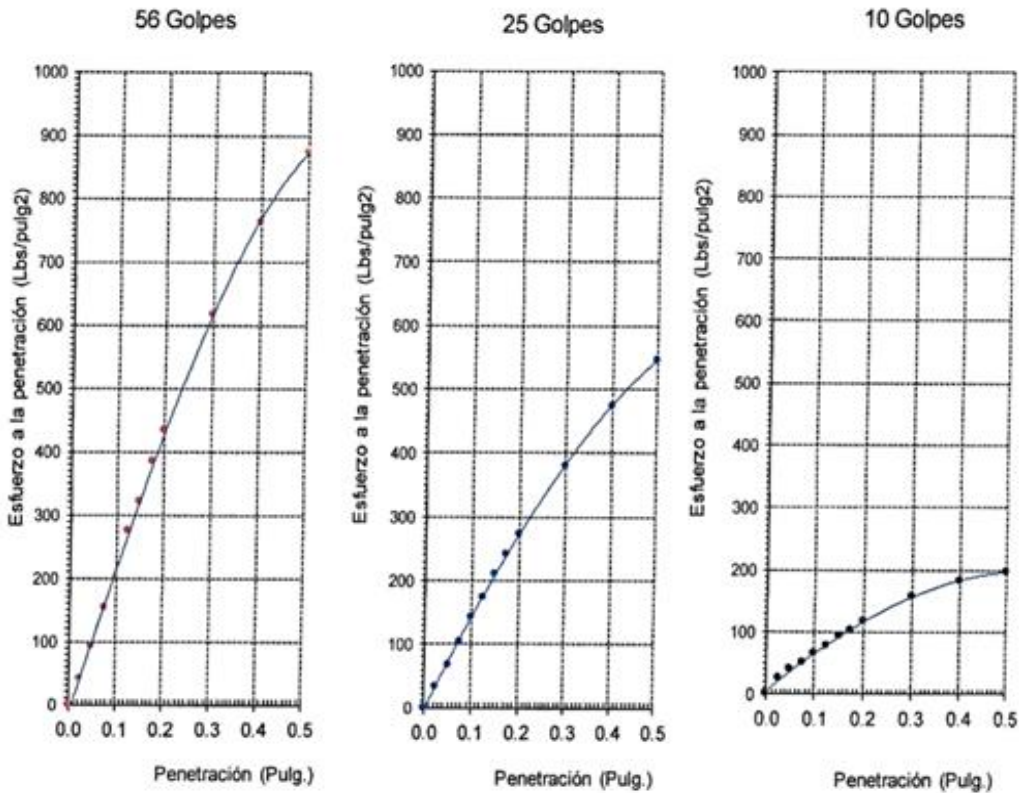

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 07
 Muestra : M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TECNOLÓGICO LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

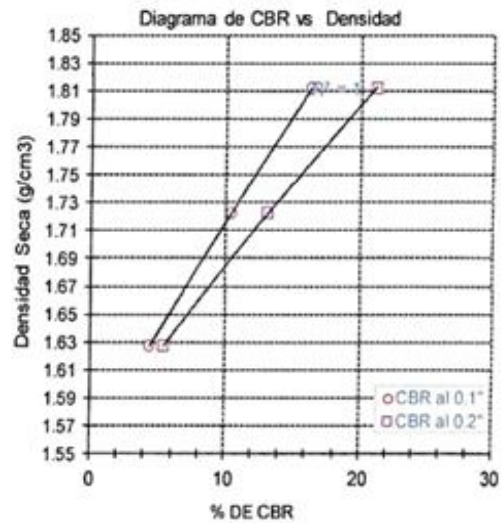
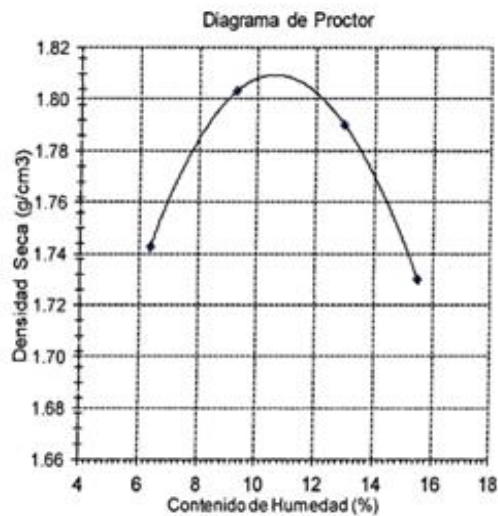
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : 07
 Muestra : M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.810 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.7 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	16.3	1.812	0.1	0.1"	100	16.2
02	25	10.4	1.722	0.1	0.1"	95	10.3
03	10	4.4	1.628	0.1	0.2"	100	20.9
					0.2"	95	12.9



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo
 TECNICO LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



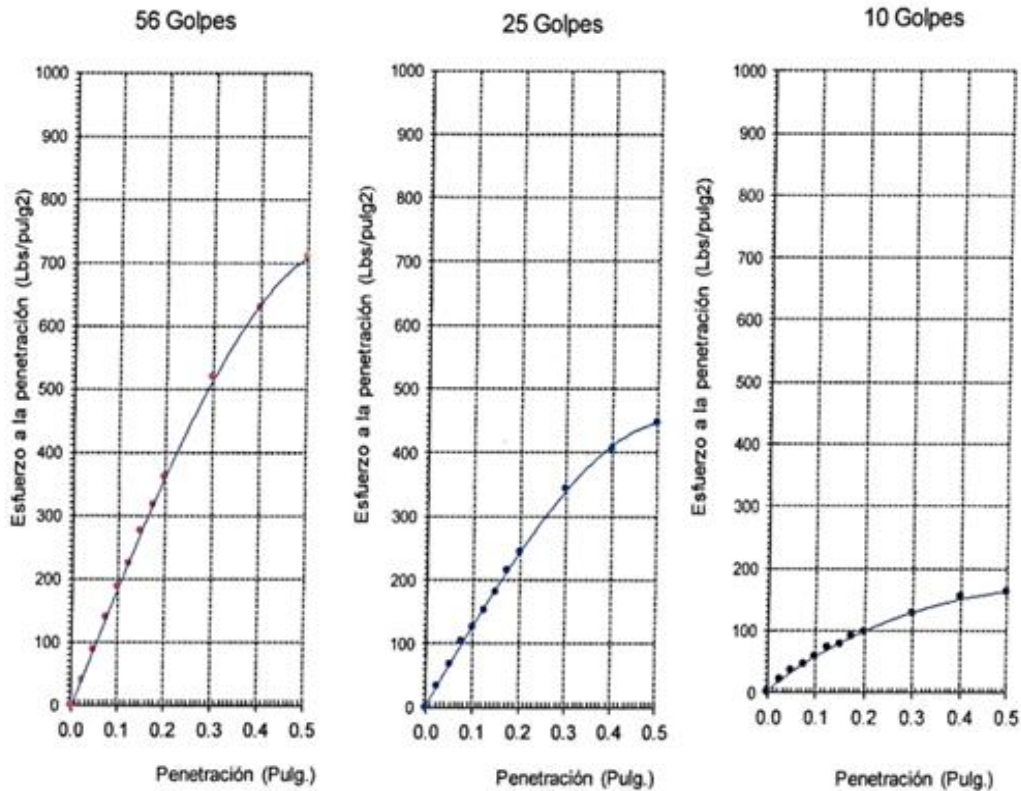

 Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 07
 Muestra : M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Usco Gasca
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS



Juan Carlos Fermo Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

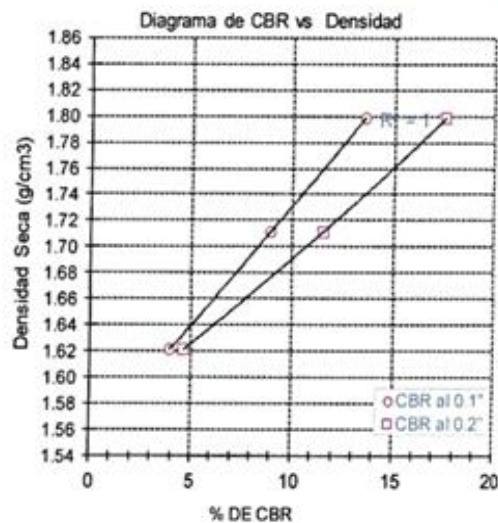
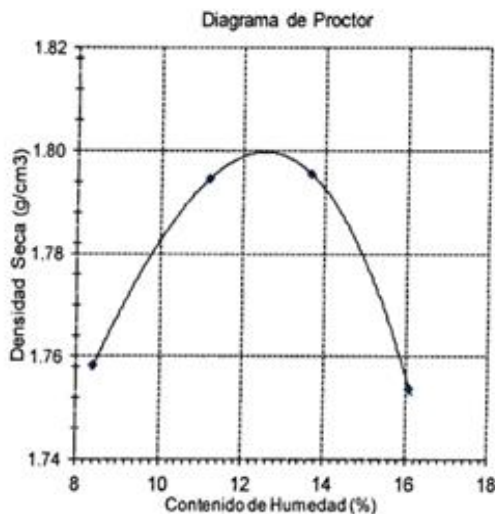
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : 07
 Muestra : M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.800 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.4 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	13.5	1.798	0.3	0.1"	100	13.6
02	25	9.0	1.712	0.4	0.1"	95	8.9
03	10	4.0	1.622	0.4	0.2"	100	17.6
					0.2"	95	11.4



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORANDO DE ENSAYO DE MATERIALES



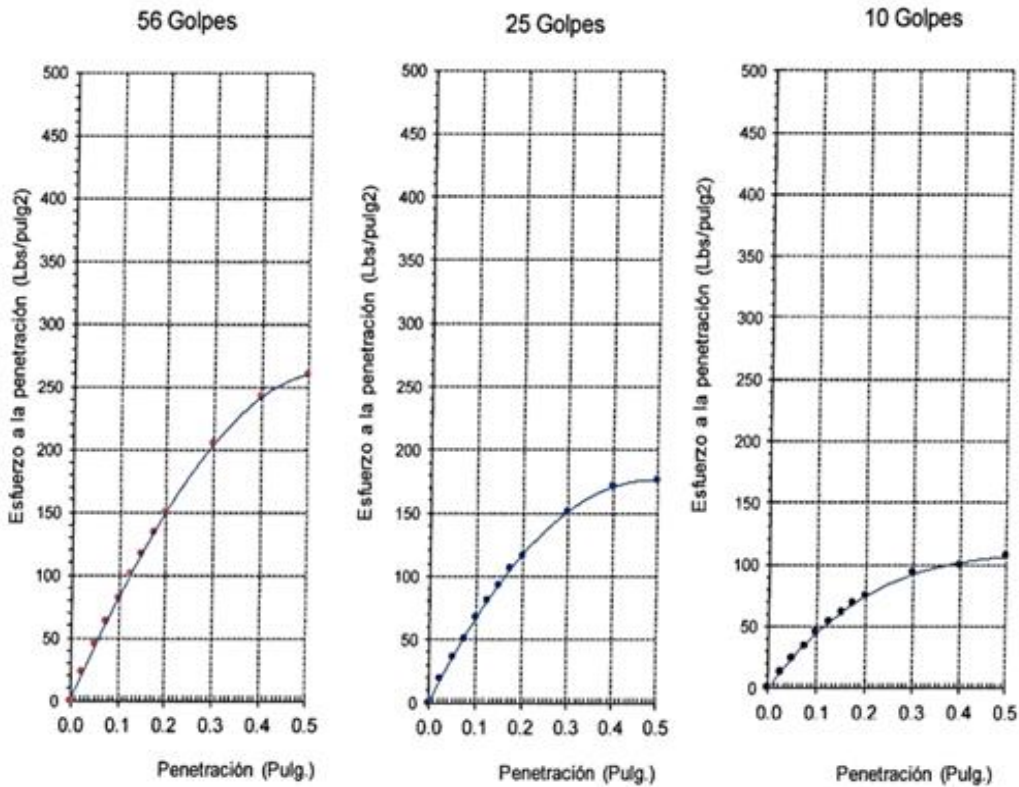

 Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 10
 Muestra : M2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 Golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Ubicación : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

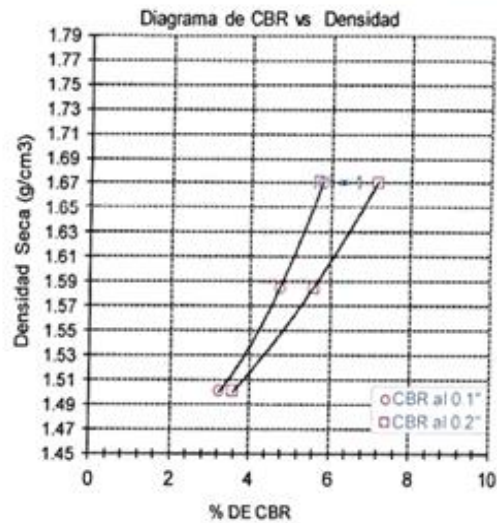
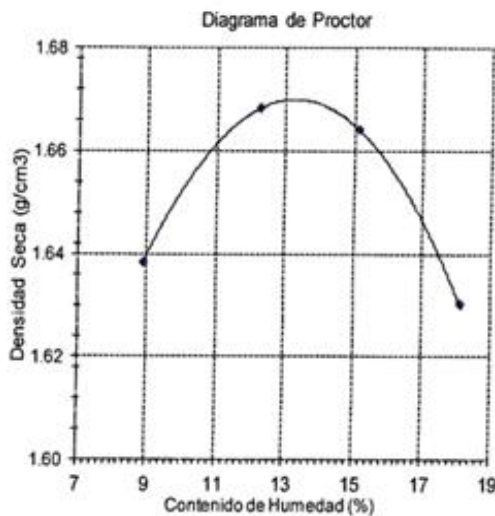
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra Calicata : 10
 Muestra : M2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.670 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.6 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	5.8	1.671	0.8	0.1"	100	5.8
02	25	4.8	1.586	0.7	0.1"	95	4.8
03	10	3.2	1.501	0.6	0.2"	100	7.2
					0.2"	95	5.6



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germain Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



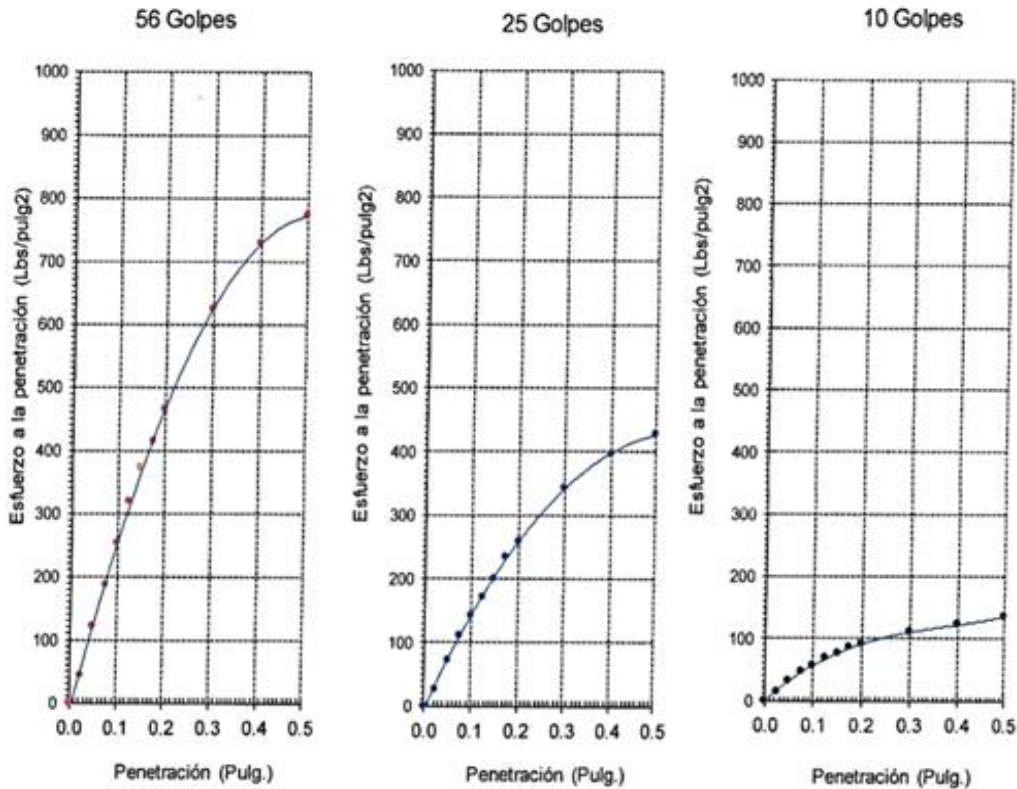

 Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 10
 Muestra : M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinus
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsí - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

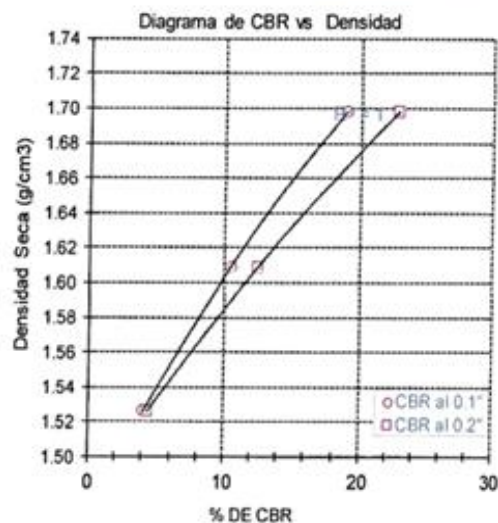
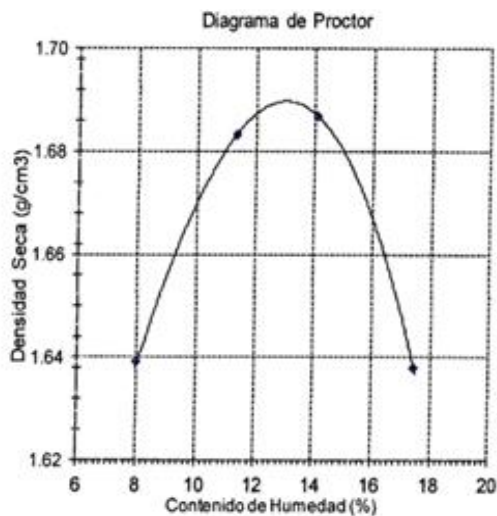
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra Calicata : 10
 Muestra : M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.690 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.0 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.0	1.698	0.5	0.1"	100	18.3
02	25	10.5	1.609	0.6	0.1"	95	10.3
03	10	4.1	1.526	0.7	0.2"	100	22.0
					0.2"	95	12.2



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Germain Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS



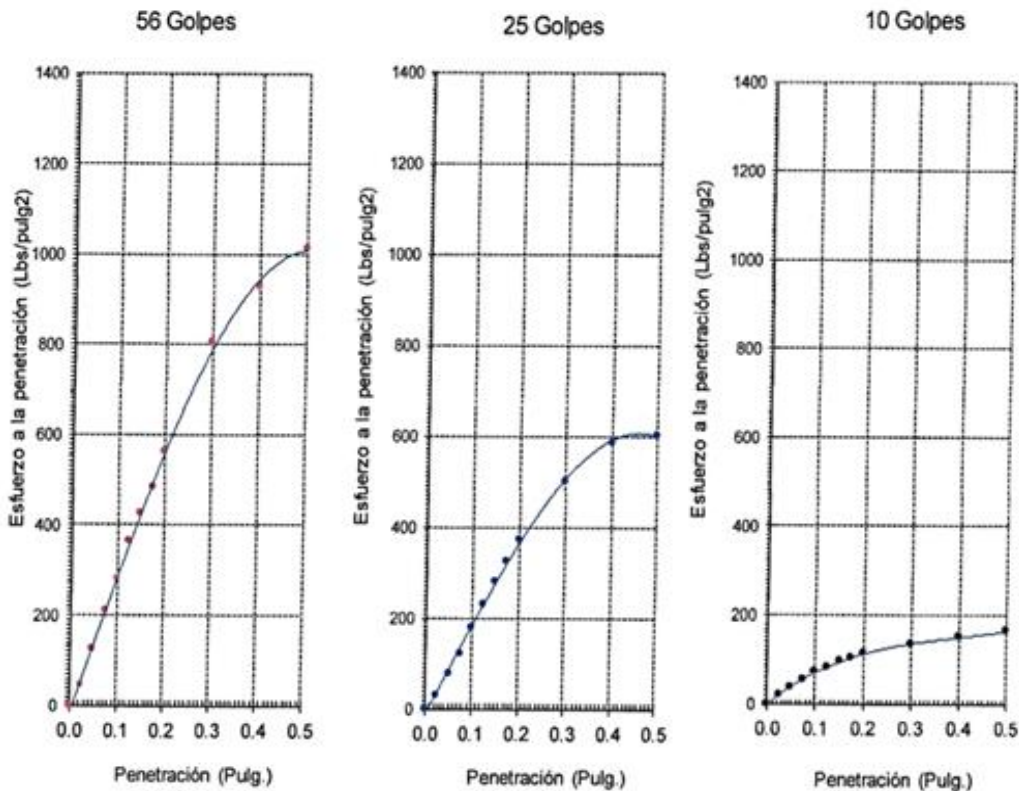

 Aron Carlos Forno Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Lic. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pícaí - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Calicata : 10
 Muestra : M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firma Ojeda
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

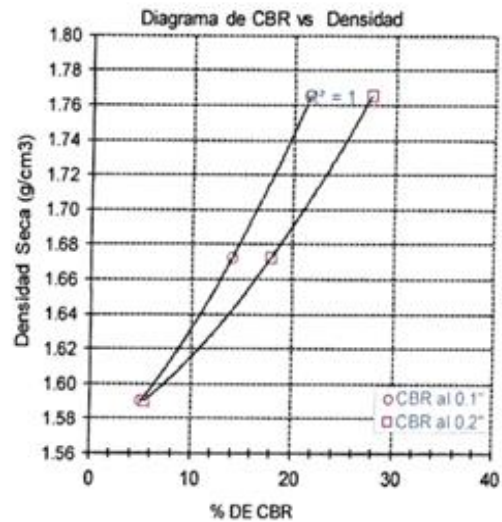
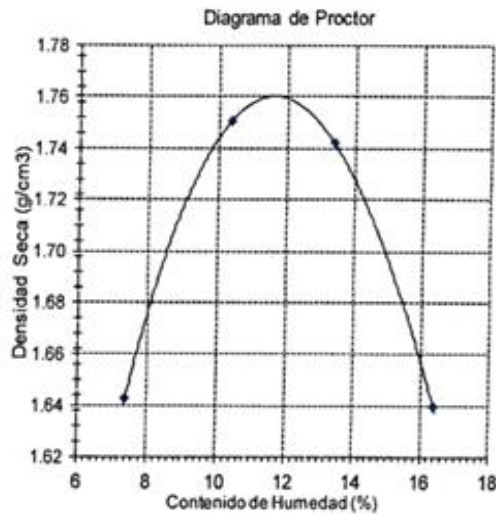
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra : Calicata : 10
 Muestra : M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.760 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.6 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.6	1.765	0.5	0.1"	100	21.1
02	25	14.1	1.673	0.5	0.1"	95	14.0
03	10	5.1	1.590	0.6	0.2"	100	27.1
					0.2"	95	17.9



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



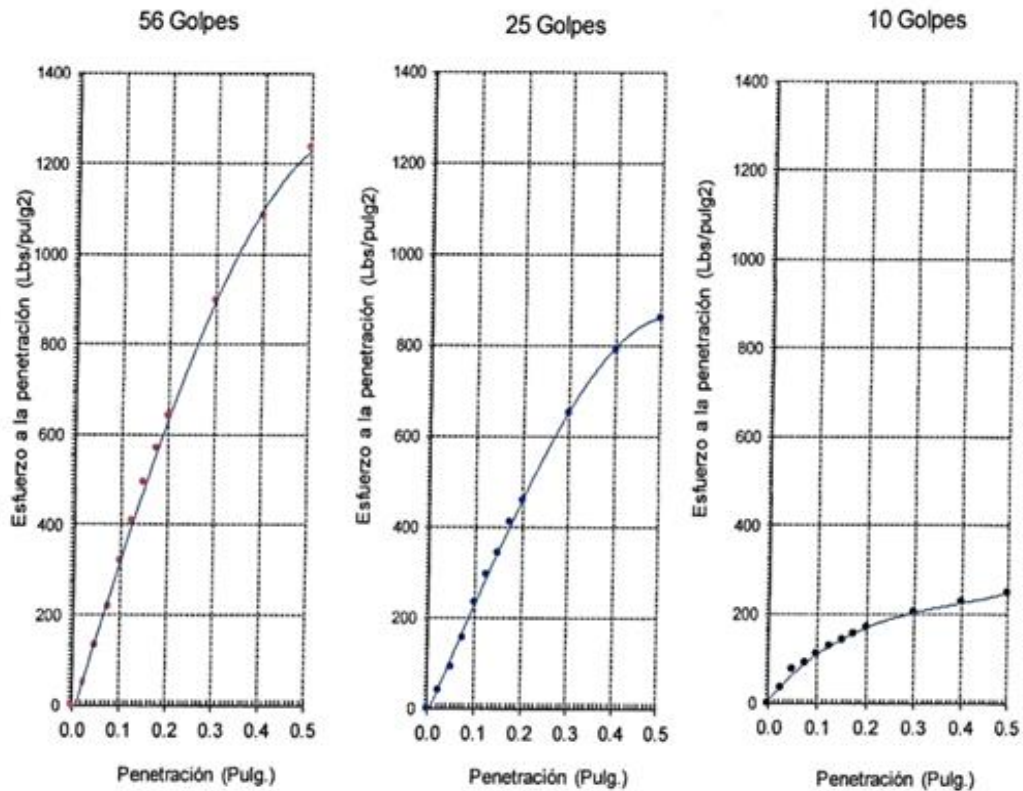

 Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1683
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 10
 Muestra : M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayest
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 12335*

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

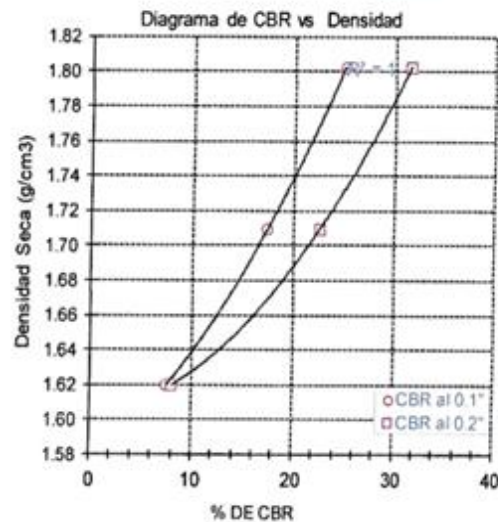
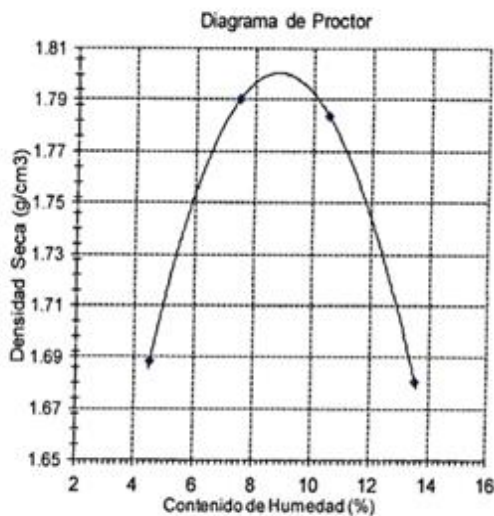
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra Calicata : 10
 Muestra : M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.800 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	9.0 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	25.0	1.802	0.5	0.1"	100	24.8
02	25	17.4	1.710	0.5	0.1"	95	17.5
03	10	7.6	1.620	0.5	0.2"	100	31.3
					0.2"	95	22.7



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



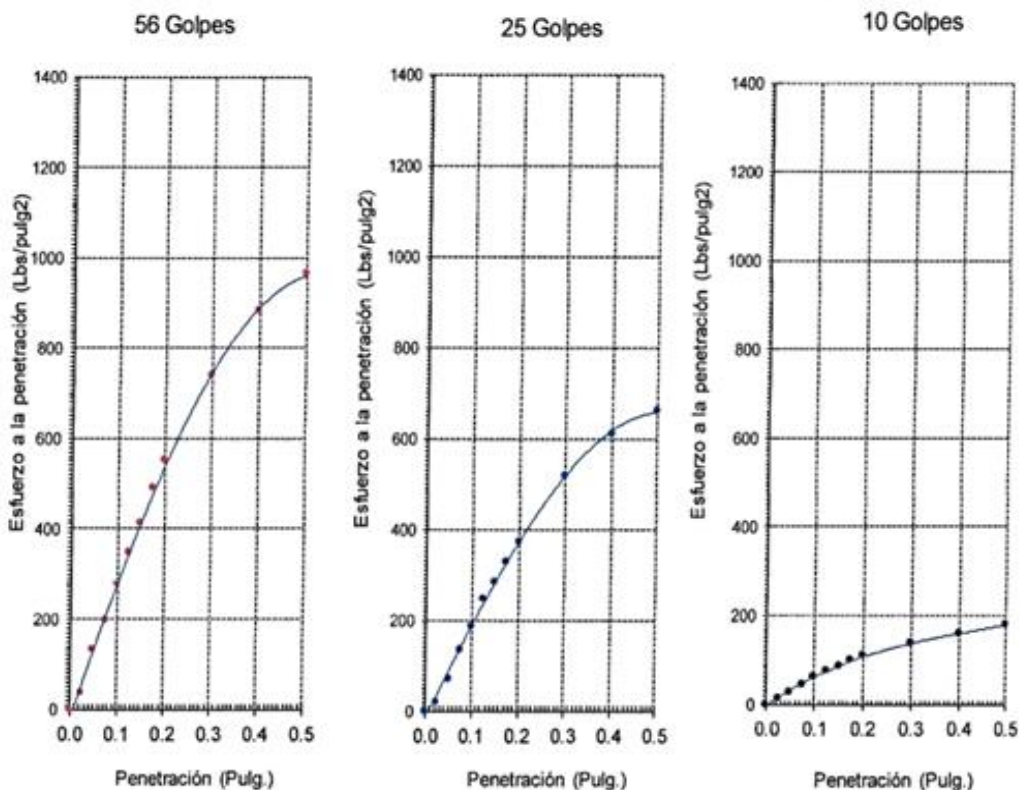
Juan Carlos Firme Ojeda Ayar
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 11

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

Código : N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Calicata : 10
 Muestra : M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Fierro Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 12000

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Distrito de Picsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Noviembre del 2023

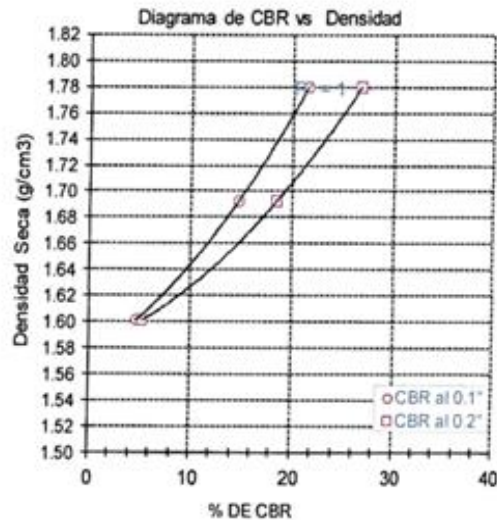
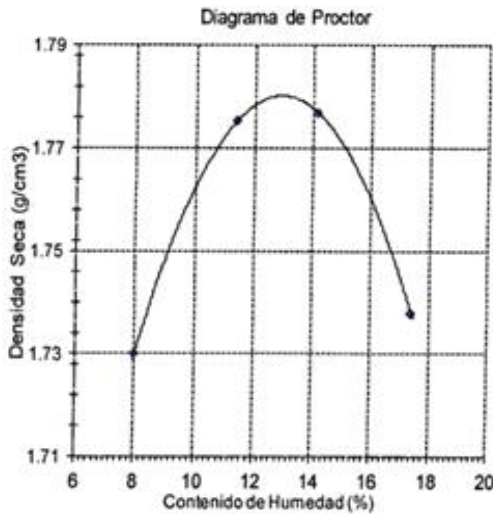
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra Calicata : 10
 Muestra : M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.780 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.7 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.5	1.780	0.3	0.1"	100	21.5
02	25	14.7	1.693	0.4	0.1"	95	14.6
03	10	4.7	1.601	0.5	0.2"	100	26.7
					0.2"	95	18.3



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

Germán Oscar Gustavo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Flores Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Límites de atterberg



INFORME DE ENSAYO N° 0589

(PÁGINA 01 de 01)

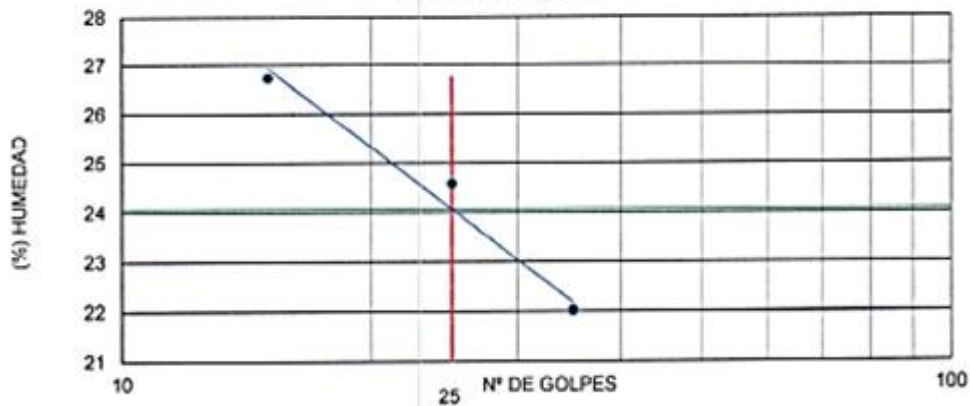
Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
Tesis : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
Tesis : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
Universidad : CESAR VALLEJO
Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : C1-M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

Límite líquido	(%)	24.07
Límite plástico	(%)	15.44
Índice de plasticidad	(%)	8.63

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Cerinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

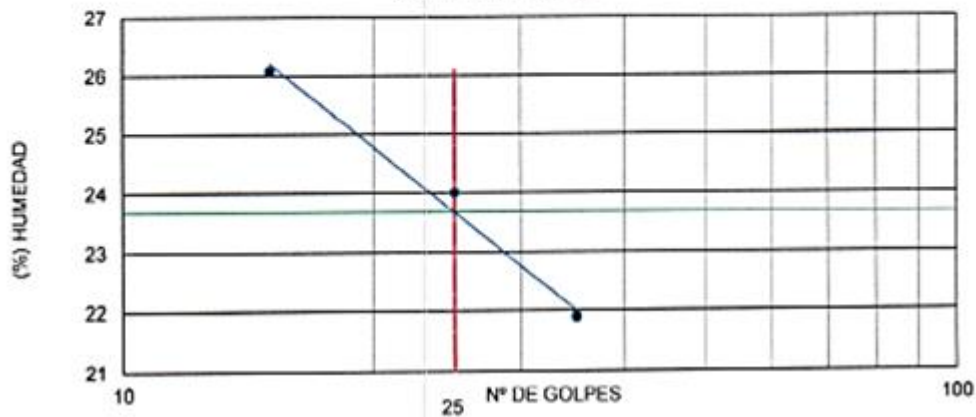
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite, líquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 - ASTM D - 4318

Muestra : : C1-M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	23.67
Límite plástico	(%)	15.77
Índice de plasticidad	(%)	7.90

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chimnos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



Juan Carlos Fimo Ojeda Agosto
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

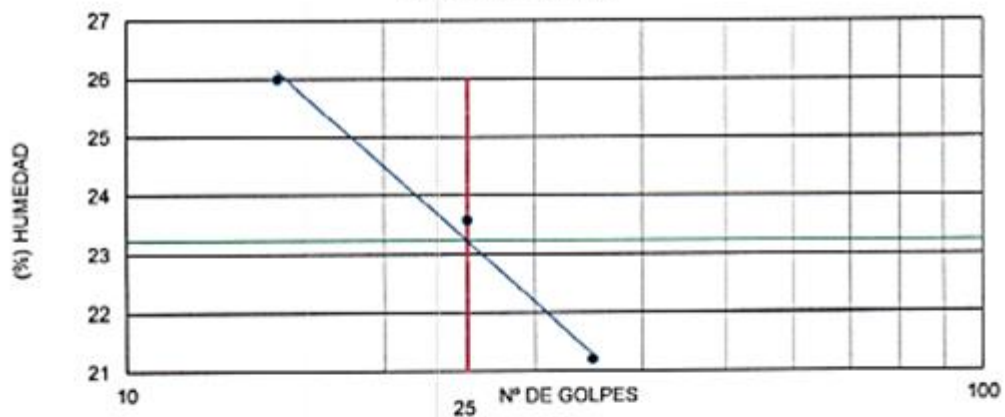
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 - ASTM D - 4318

Muestra : C1-M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	23.22
Límite plástico	(%)	15.43
Índice de plasticidad	(%)	7.79

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEG. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agosta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

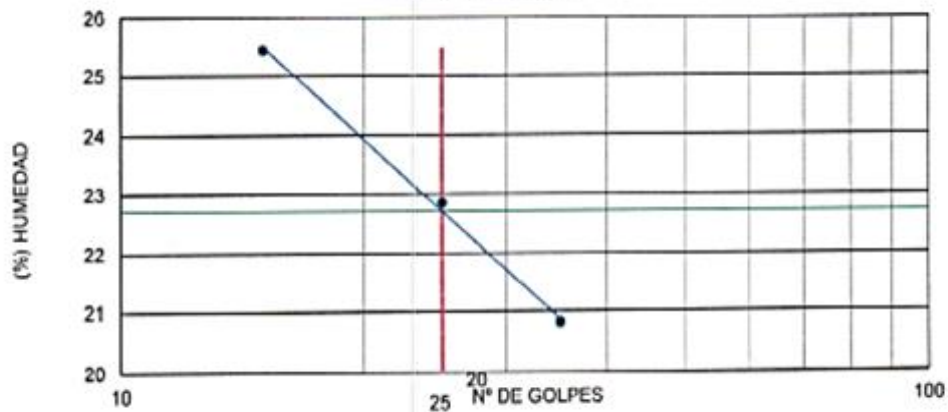
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pisci - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C1-M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	22.71
Límite plástico	(%)	15.22
Índice de plasticidad	(%)	7.49

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gasteley Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

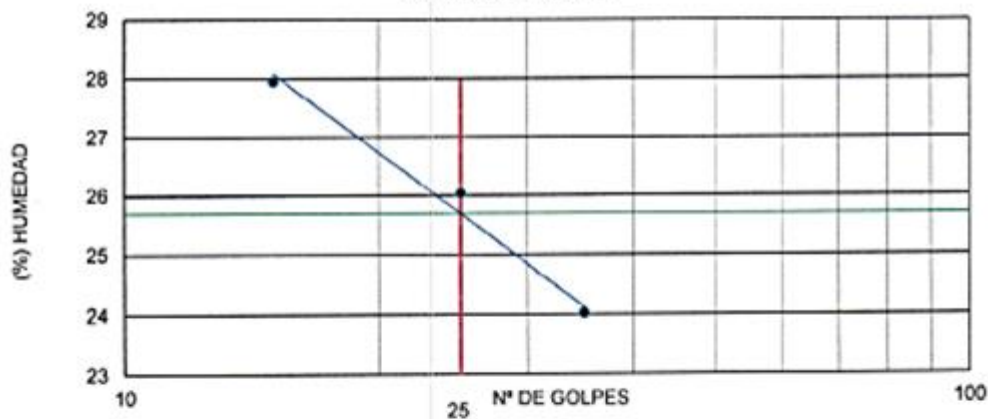
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite, líquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 - ASTM D - 4318

Muestra : : C4-M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	25.70
Límite plástico	(%)	16.29
Índice de plasticidad	(%)	9.41

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

(PÁGINA 01 de 01)

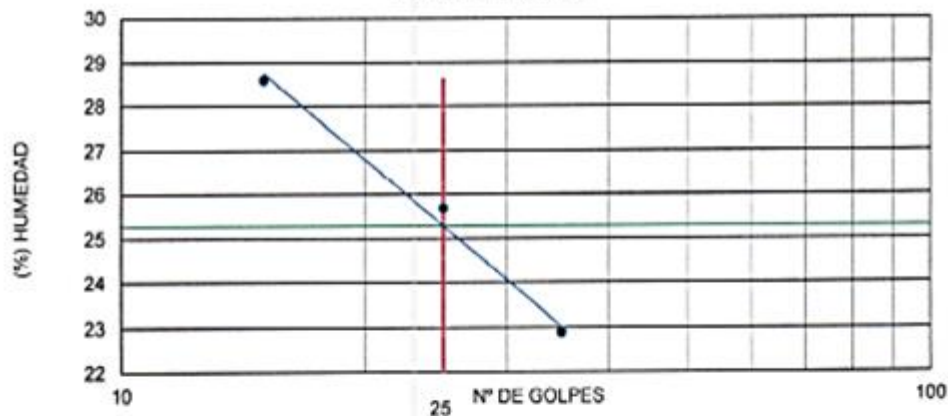
Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C4-M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar

Límite líquido	(%)	25.29
Límite plástico	(%)	16.01
Índice de plasticidad	(%)	9.28

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

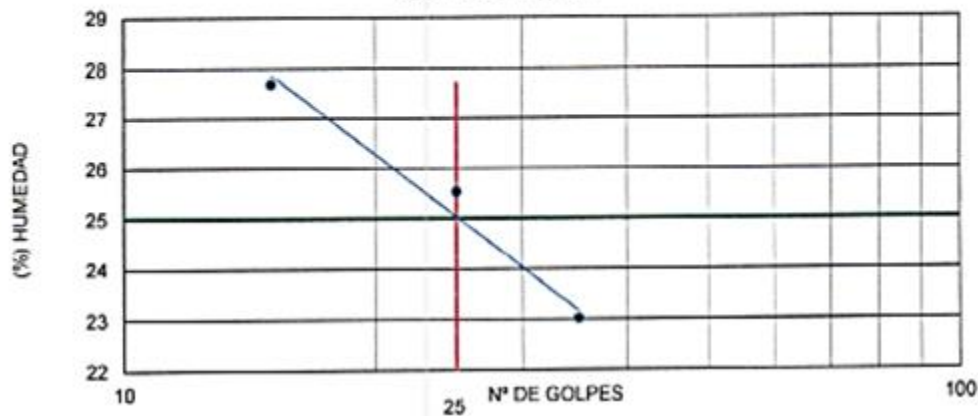
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C4-M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	25.04
Límite plástico	(%)	15.93
Índice de plasticidad	(%)	9.11

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




 Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

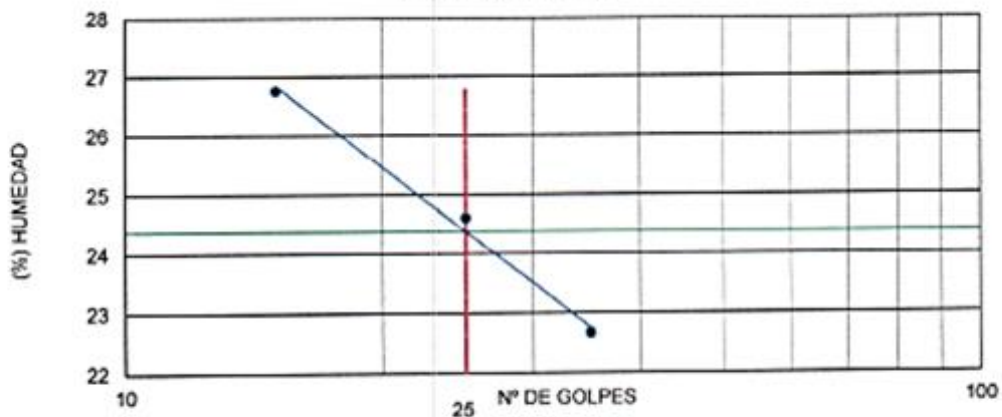
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, líquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 399.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C4-M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	24.38
Límite plástico	(%)	15.41
Índice de plasticidad	(%)	8.97

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

(PÁGINA 01 de 01)

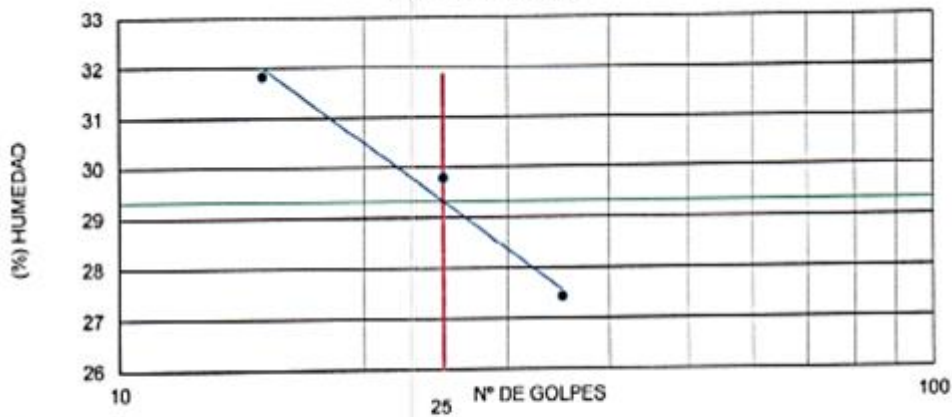
Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 359.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C7-M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar

Límite líquido	(%)	29.33
Límite plástico	(%)	16.48
Índice de plasticidad	(%)	12.85

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Churinus
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

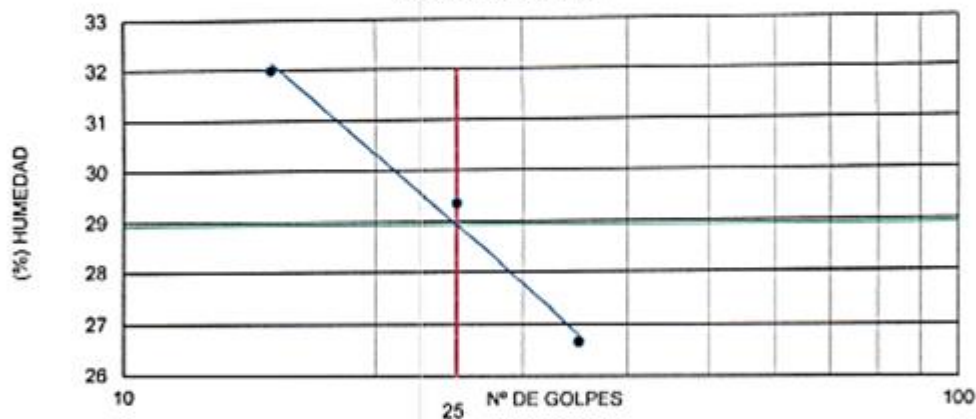
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DCL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite, líquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D-4318

Muestra : : C7-M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	28.93
Límite plástico	(%)	16.46
Índice de plasticidad	(%)	12.47

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CH. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

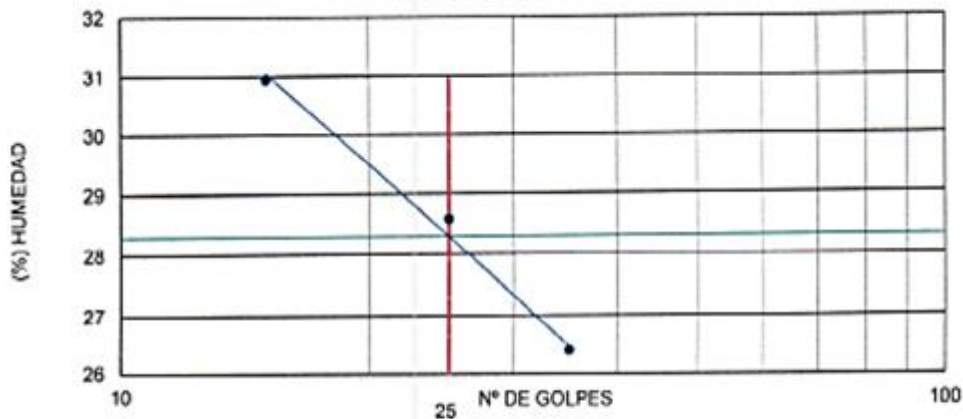
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pícsi - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite, Líquido plástico e Índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C7-M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	28,30
Límite plástico	(%)	16,40
Índice de plasticidad	(%)	11,90

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agostin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

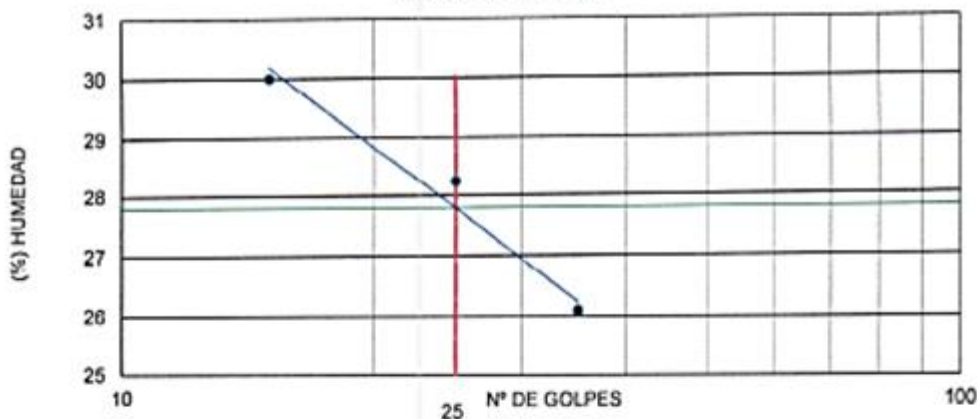
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Metodo de ensayo para determinar el limite, liquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C7-M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	27.79
Límite plástico	(%)	16.10
Índice de plasticidad	(%)	11.69

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



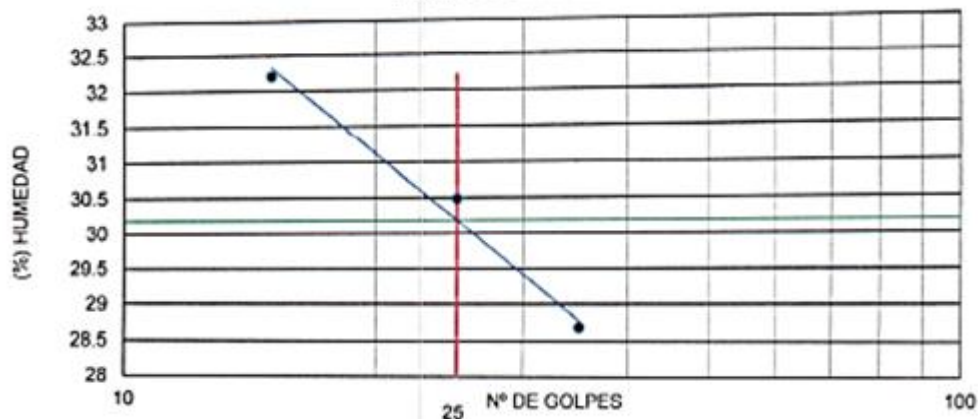

 Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pisco- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 399 129 ASTM D - 4318

Muestra : : C10-M2+5% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	30.18
Límite plástico	(%)	17.70
Índice de plasticidad	(%)	12.48

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

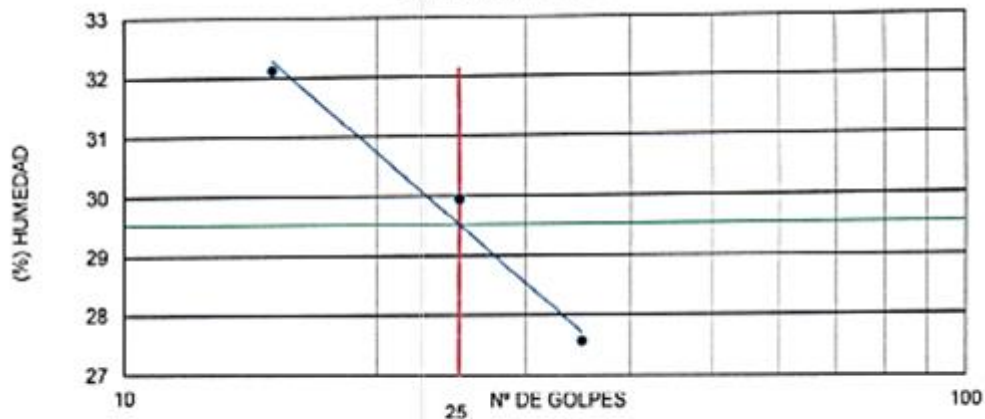
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : *APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE*
 Lugar : Distrito de Pícsi- Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C10-M2+10% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	29.52
Límite plástico	(%)	17.63
Índice de plasticidad	(%)	11.89

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Oyeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

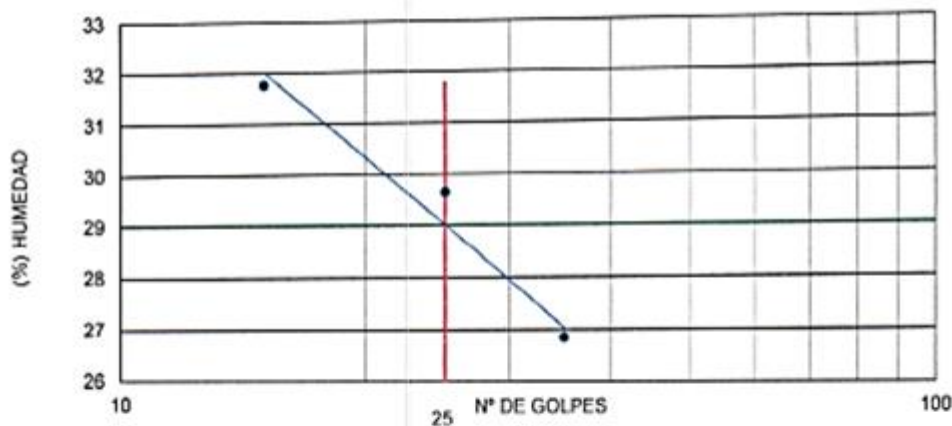
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite, líquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C10-M2+15% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	29.02
Límite plástico	(%)	17.55
Índice de plasticidad	(%)	11.47

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 REC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firma Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0589

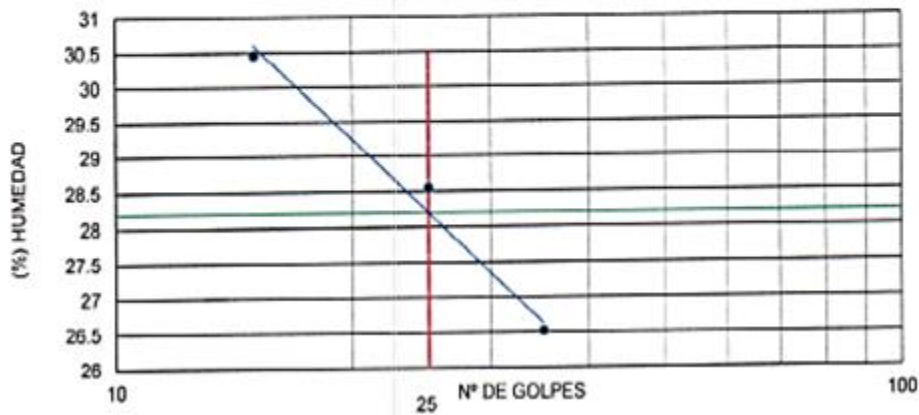
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Lugar : Distrito de Pisci- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS Método de ensayo para determinar el límite, líquido plástico e índice de plasticidad
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

Muestra : : C10-M2+20% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
Límite líquido	(%)	28.20
Límite plástico	(%)	17.27
Índice de plasticidad	(%)	10.93

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS




 Juan Carlos Firme Ojeda Argenta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

SALES



Expediente : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"

Fecha de emisión : Distrito de Picsi- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque

ENSAYO: SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.
 REFERENCIA: NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

Muestra usada	g.	100
Agua destilada usada	ml	300

		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
		M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3	3	3	3	3	3
Número de beaker		1	2	3	4	1	2
Peso de beaker	g.	51.15	51.09	51.54	52.68	51.15	51.09
Peso de beaker + residuo de sales	g.	51.22	51.16	51.60	52.75	51.22	51.15
Peso de residuo de sales	g.	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06
Volumen de la solución tomada	ml	100	100	100	100	100	100
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	2100	2100	1800	2100	2100	1800
Constituyentes de sales solubles totales en peso se (%)		0.21	0.21	0.18	0.21	0.21	0.18

		C-7	C-8	C-9	C-10		
Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3	3	3	3		
Número de beaker		3	4	1	2		
Peso de beaker	g.	51.54	52.68	51.15	51.09		
Peso de beaker + residuo de sales	g.	51.60	52.75	51.22	51.16		
Peso de residuo de sales	g.	0.06	0.07	0.07	0.07		
Volumen de la solución tomada	ml	100	100	100	100		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1800	2100	2100	2100		
Constituyentes de sales solubles totales en peso se (%)		0.18	0.21	0.21	0.21		

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayest
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Densidades de suelo natural In situ



INFORME DE ENSAYO N° 0665

Expediente N° : 579 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Tesistas : JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ
 : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Proyecto : "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLE, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Noviembre del 2023

ENSAYO : SUELOS, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo In-Situ mediante el cono de arena.
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.143 ASTM D-1556

I.- Ubicación y/o Descripción de Prueba

N° de Prueba / N° Base	D - 01	D - 02	D - 03	D - 04
Cono	2	2	2	2
Placa	B	B	B	B

II.- Datos de Campo y de Laboratorio

1.-Peso de frasco + arena calibrada	g.	7226	7181	7040	7340
2.-Peso de frasco + arena que queda	g.	2402	2469	2110	2570
3.-Peso de la arena en el cono	g.	1628	1628	1628	1628
4.-Densidad de la arena	g/cm ³	1.35	1.35	1.35	1.35
5.-Volumen del material extraído	cm ³	2367	2284	2446	2327
6.-Peso del material + recipiente	g.	3891	3718	3856	3961
7.-Peso del recipiente	g.	9.0	9.0	9.0	9.0
8.-Peso del material retenido 3/4"	g.	0	0	0	0
9.-Peso específico de la grava	g/cm ³	2.41	2.41	2.41	2.41
10.-Volumen de la grava	cm ³	0	0	0	0
11.-Peso de finos	g.	3882	3709	3847	3952
12.-Volumen de finos	cm ³	2367	2284	2446	2327
13.-Densidad natural húmeda	g/cm ³	1.640	1.624	1.573	1.698

III.- Contenido de Humedad

14.-Humedad (Speedy)	(%)	15.7	13.6	10.9	18.9
15.-Densidad natural seca	g/cm ³	1.417	1.429	1.418	1.428

D - 01 CALICATA 01 MUESTRA 02 - TERRENO NATURAL
 D - 02 CALICATA 04 MUESTRA 02 - TERRENO NATURAL
 D - 03 CALICATA 07 MUESTRA 02 - TERRENO NATURAL
 D - 04 CALICATA 10 MUESTRA 02 - TERRENO NATURAL

OBSERVACIONES:

- Ensayo realizado : Chiclayo, 28 de Septiembre del 2023
- Identificación y Ubicación de pruebas designadas por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agostini
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

5.1. Estudios para la ceniza de bagazo de caña de azúcar

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	<ul style="list-style-type: none">• JOSELITO CARRANZA FERNÁNDEZ• ABRAHAM ANTONIO, GÓMEZ ALARCÓN
TESIS	"APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLES, LAMBAYEQUE."
MUESTRA	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
FECHA	11 DE SETIEMBRE DEL 2023

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1.- CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca BRUKER, MODELO S2-PICOFX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: 1g/L.

2.- CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 250 mg de la muestra de ceniza de bagazo de caña de azúcar, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3.- METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06



JEFE DE LABORATORIO

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 - CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	49.54	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	16.91	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	7.67	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	3.19	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	1.85	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.13	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	1.68	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.36	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	0.51	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.026	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.017	
PÉRDIDA POR CALCINACIÓN	17.03	

5. DATOS ADICIONALES

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	850.00 ± 3.5
DENSIDAD (g/cm ³)	2.29
TAMAÑO PROMEDIO DE PARTÍCULAS (um)	35.84

MÉTODOS DE ENSAYO:

*Temperatura de calcinación: Determinación por ensayo al horno.

*Densidad: Método del picnómetro

*Tamaño de partícula: Determinación de tamaño de partícula por tamizado

6. CONCLUSION

➤ Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).



Trujillo, 16 de Setiembre del 2023

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	<ul style="list-style-type: none">• JOSELITO CARRANZA FERNÁNDEZ• ABRAHAM ANTONIO, GÓMEZ ALARCÓN
TESIS	"APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLES, LAMBAYEQUE."
MUESTRA	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
FECHA	11 DE SETIEMBRE DEL 2023

1. MUESTRA: Ceniza de bagazo de caña de azúcar (0.5203 gr.)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	500 mg	

2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG_DTA_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS- SUELOS- ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077-288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.co

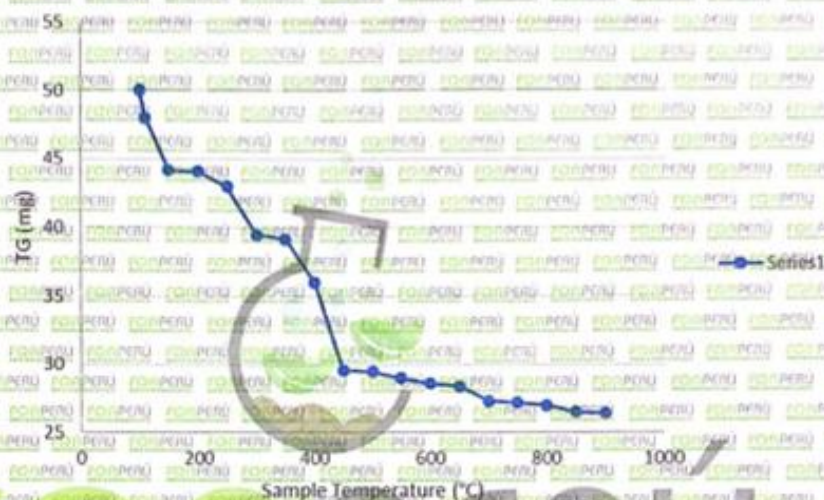




4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



4. CONCLUSIONES

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando una región donde se hace más intensa la pérdida, que se ubica entre 220 y 410 °C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 17% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima del ensayo.



TRUJILLO, 16 DE SETIEMBRE DEL 2023

5.2. Estudios de microestructura electrónica de barrido



INFORME DE ENSAYO IE-2023-1943

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
CARRANZA FERNANDEZ JOSELITO
1.2 RUC o DNI : 73305769
76127076
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

- 2.1 Producto : MUESTRA INORGÁNICA
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2023-11-17
2.5 Período de Ensayo : 2023-11-17 al 2023-12-05
2.6 Fecha de Emisión : 2023-12-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa
2.8 N° de cotización : COT-128400-SL23

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Ensayo de Difracción de Rayos X Composición Química por Fases	Difracción de Rayos X - DRX
Caracterización de materiales por Microscopía Electrónica de Barrido - SEM-EDS	Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDS)

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra: MUESTRA PATRON DE SUELO NATURAL. (c)


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

42. RESULTADOS OBTENIDOS DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: PANALYTICAL - MODELO AERIS
- Posición inicial [$^{\circ}2\theta$]: 5.0109
- Posición Final [$^{\circ}2\theta$]: 79.9869
- Tamaño de paso [$^{\circ}2\theta$]: 0.0220
- Material del ánodo: Co
- Tipo de longitud de onda prevista: K-Alpha

Tabla N°1: CONCENTRACIÓN DE LAS FASES CRISTALINAS EN LA MUESTRA

Nombre del componente identificado	Fórmula Química	Unidad	Resultado
Albite	Na1.96 Ca0.04 Si5.96 Al2.04 O16.00	%	48.5
Si O2	Si3.00 O6.00	%	48.6
Zr50 Sc12 O118	O354.00 Sc36.08 Zr149.92	%	0.5
4111967	Mg2.00 D3.90	%	2.1
Cu In Se Te	In4.00 Cu4.00 Se4.00 Te4.00	%	0.3

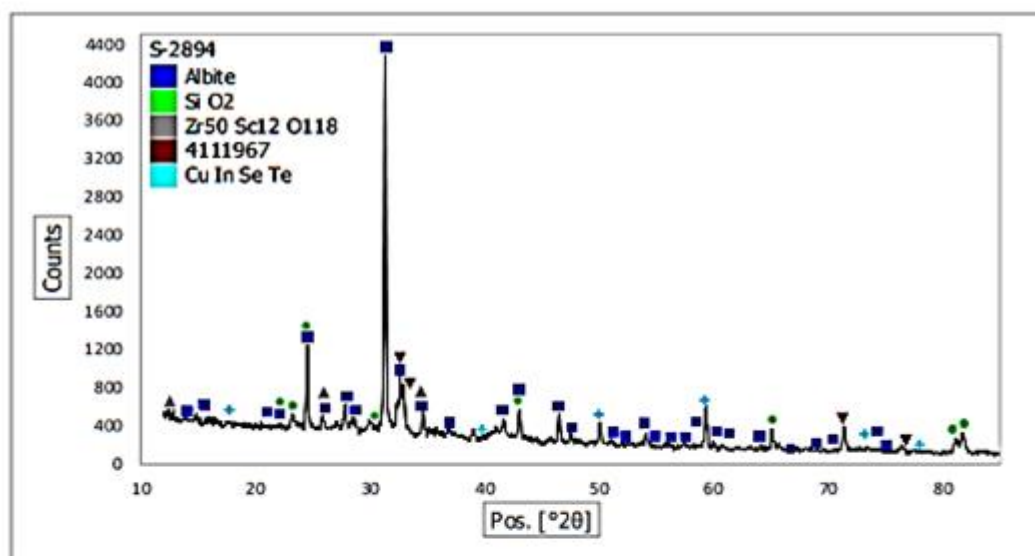


Figura N°1: DIFRACTOGRAMA DE LA MUESTRA Y FASES CRISTALINAS IDENTIFICADAS.

Comentarios:

- Para la muestra analizada se encontró mayormente óxido de Silicio (SiO_2), compuestos de Calcio, Aluminio y Sodio (Albite).

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS (SEM - EDS)

Código de Laboratorio	Elemento	Contenido (%)								
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
S-2894	Oxígeno, O	48.42	56.10	48.33	48.85	49.40	45.95	50.09	56.36	58.24
	Sodio, Na	-	-	1.66	6.20	1.94	2.21	1.83	-	-
	Magnesio, Mg	-	-	5.58	1.85	1.52	8.57	1.29	-	-
	Aluminio, Al	9.80	4.07	11.14	10.52	11.21	6.55	7.50	5.53	3.19
	Silicio, Si	27.82	36.29	19.98	25.33	23.04	22.09	19.67	29.56	7.10
	Azufre, S	-	-	-	-	1.62	-	-	-	-
	Potasio, K	4.46	-	1.54	1.17	1.96	-	4.75	1.66	-
	Calcio, Ca	4.95	1.46	1.84	2.62	3.82	6.85	10.96	4.68	29.18
	Hierro, Fe	4.55	2.08	9.93	3.46	5.49	7.78	3.91	2.21	2.29

Comentarios:

- La muestra analizada fue proporcionada por el solicitante y acondicionada para ensayo.
- Las Fotos 1, 2 y 3 representan las zonas analizadas en la muestra, a 750X, 200X y 3000X.
- Las Gráficas 1 a 9 muestran los espectros en las zonas analizadas.
- La muestra analizada presenta la morfología de un aglomerado de morfologías cuasi- esféricas y ovaladas constituidos principalmente por óxidos de silicio, óxidos de aluminio, con presencia de calcio, hierro y potasio; con presencia de otros elementos minoritarios posiblemente en la forma de óxidos como sodio y magnesio.
- No se aprecian partículas con morfologías porosas.

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1943

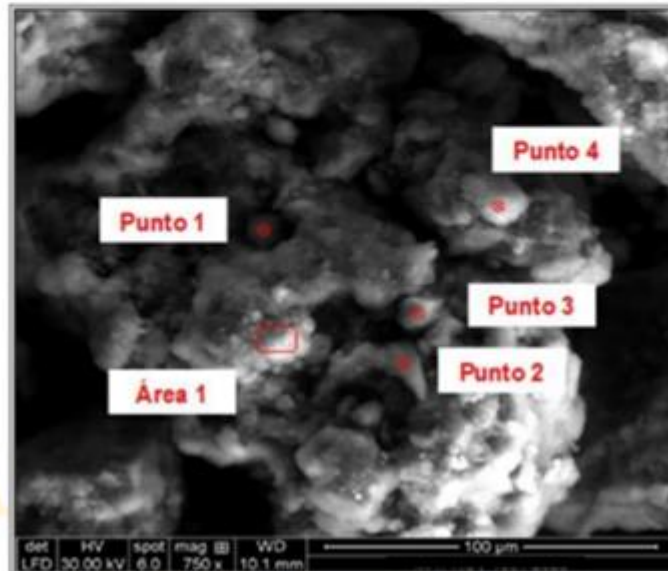
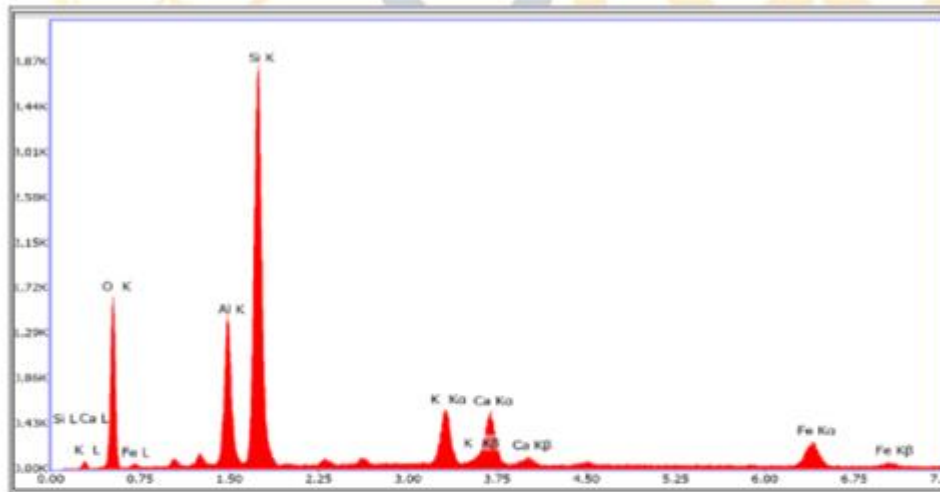
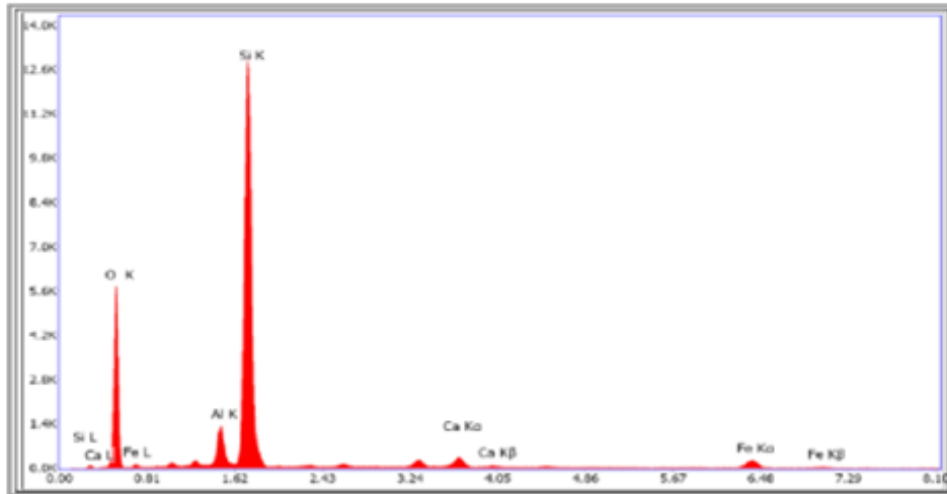


Foto N°1: Zona de análisis 1 – 750X.

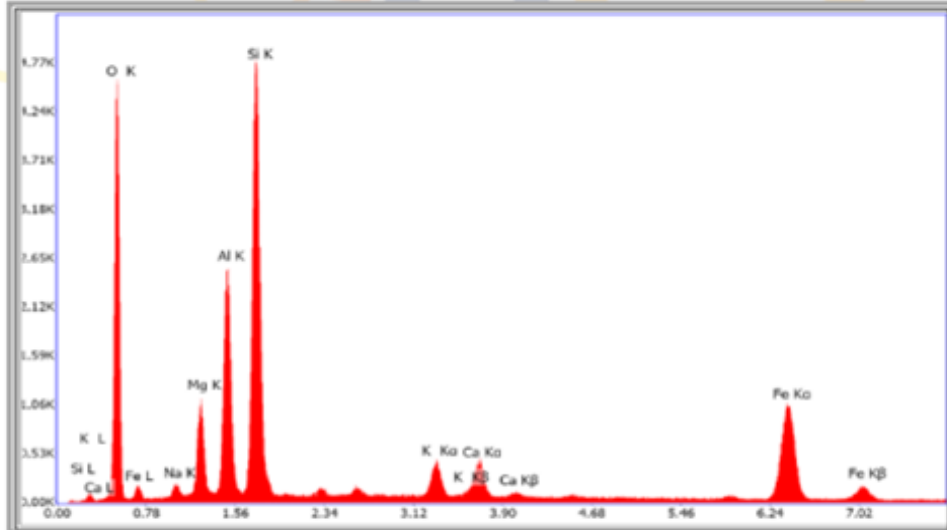


Gráfica N°1: Espectro obtenido del análisis en el punto 1

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1943

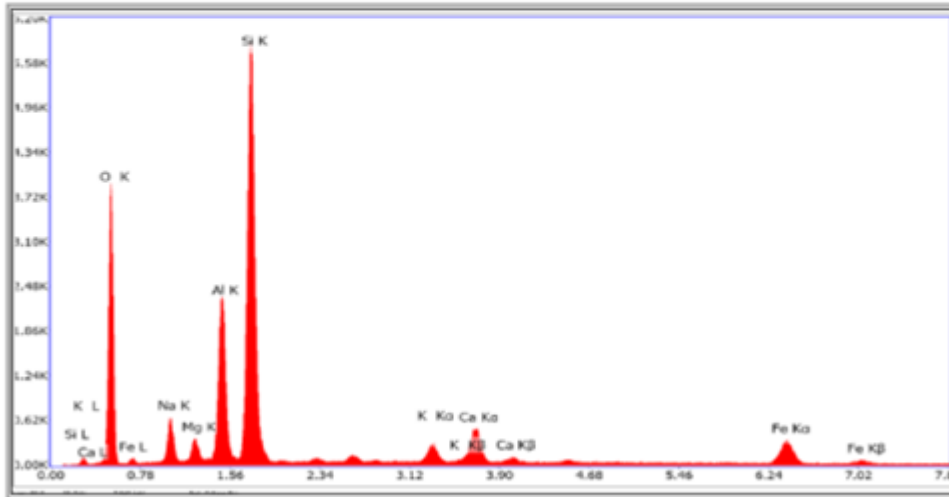


Gráfica N°2: Espectro obtenido del análisis en el punto 2

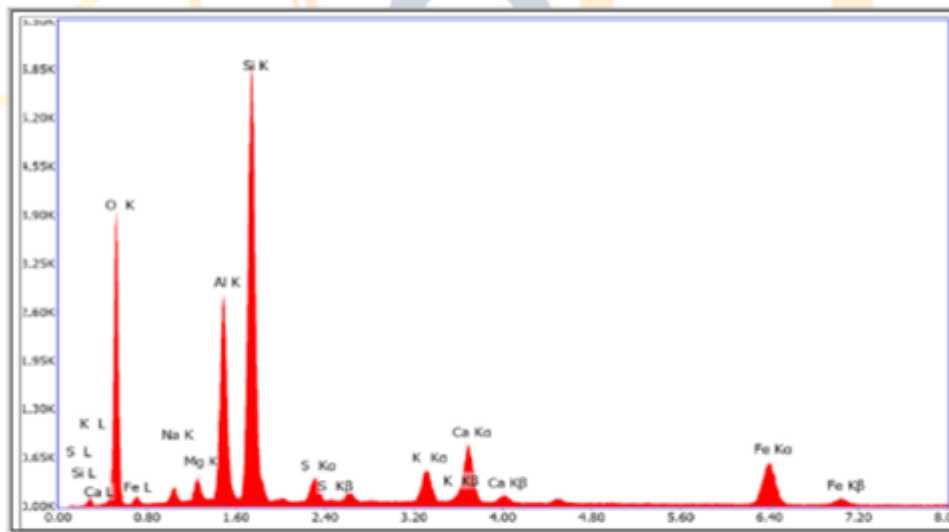


Gráfica N°3: Espectro obtenido del análisis en el punto 3

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1943



Gráfica N°4: Espectro obtenido del análisis en el punto 4



Gráfica N°5: Espectro obtenido del análisis en el Área 1

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1943

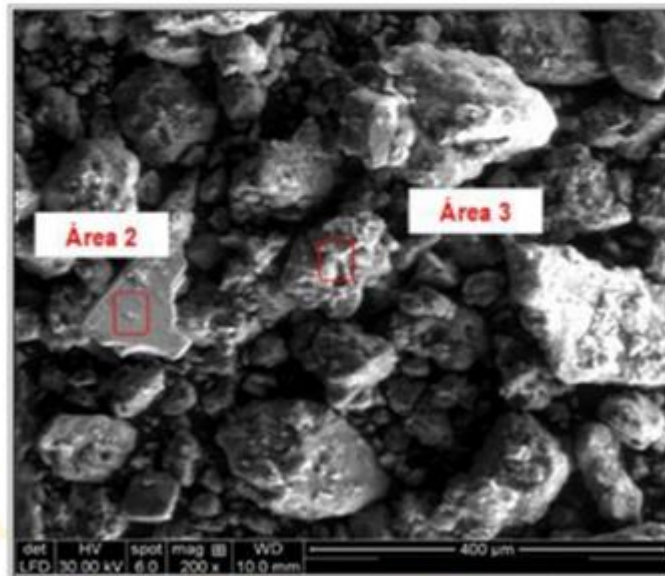
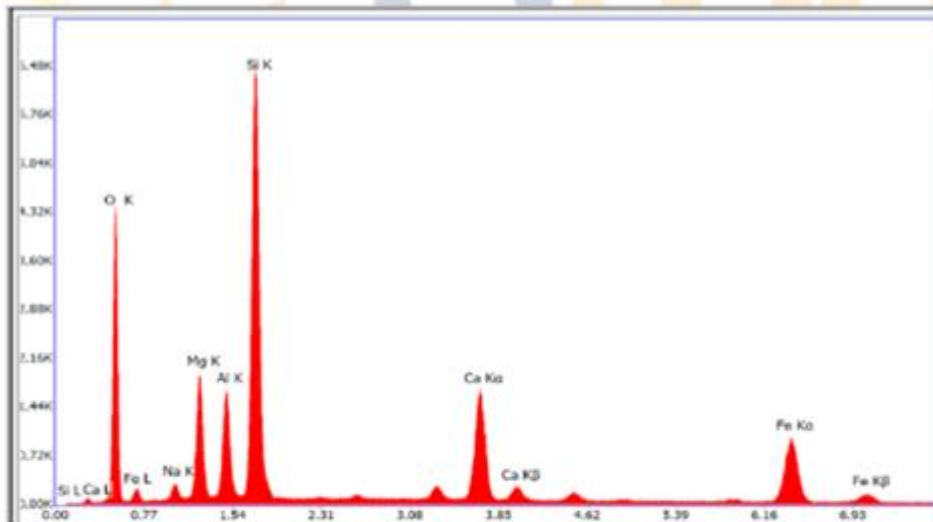
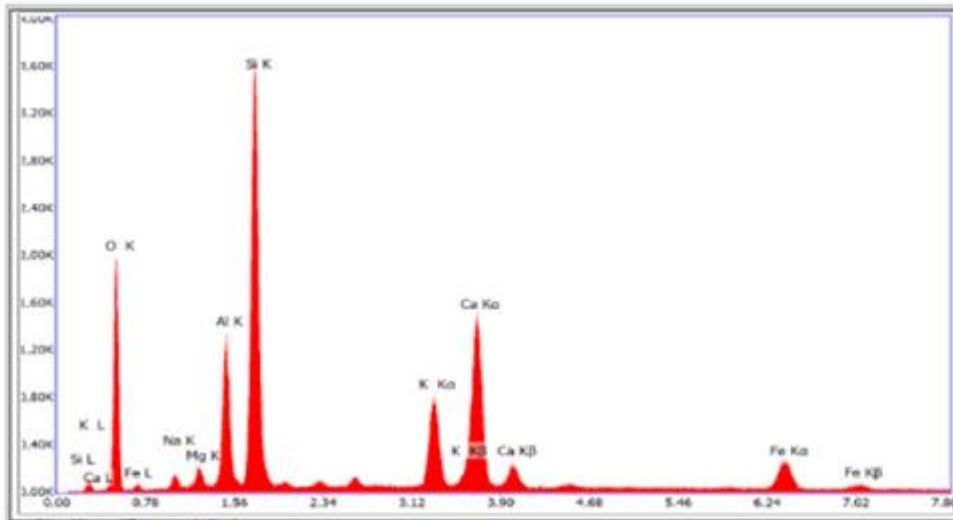


Foto N°2: Zona de análisis 2 – 200X.



Gráfica N°6: Espectro obtenido del análisis en el Área 2



Gráfica N°7: Espectro obtenido del análisis en el Área 3

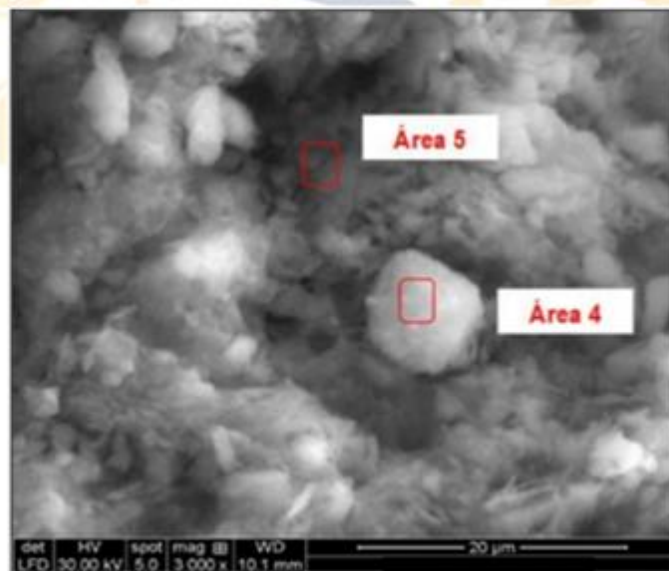
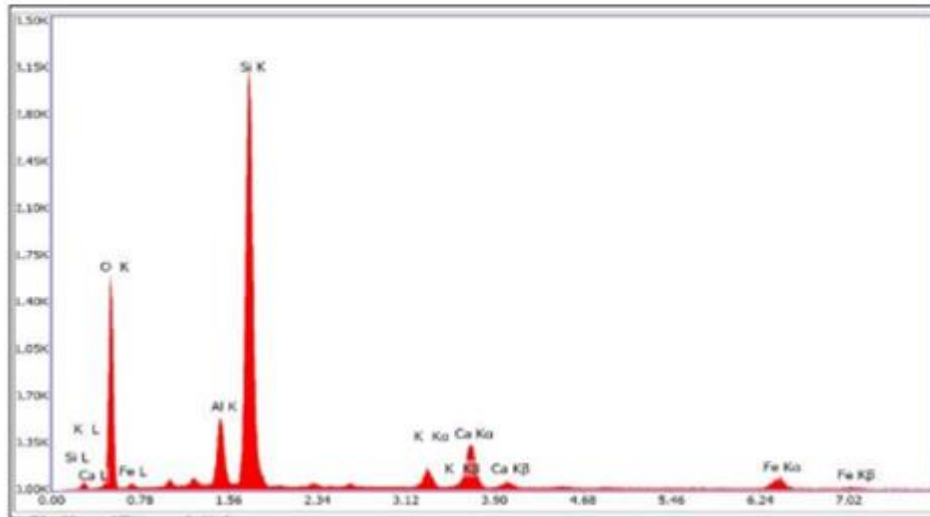
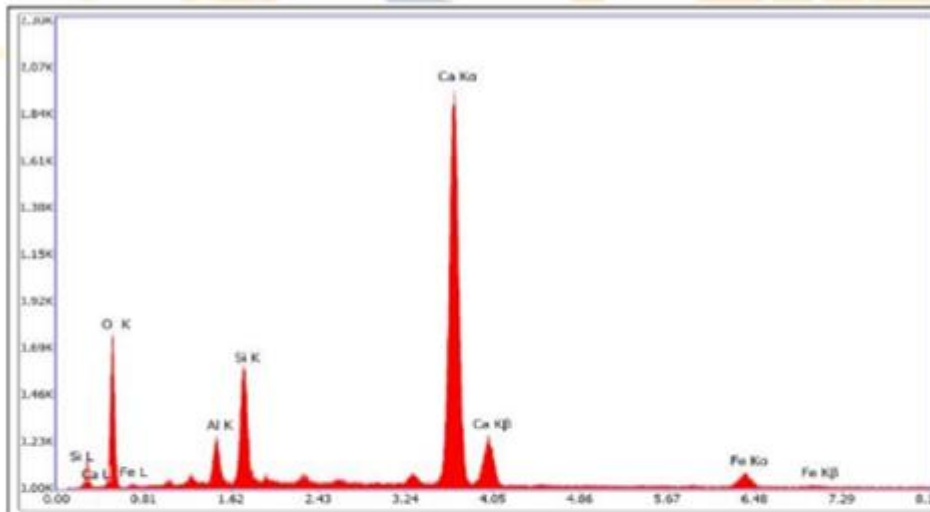


Foto N°3: Zona de análisis 3 – 3000X.

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1943



Gráfica N°8: Espectro obtenido del análisis en el Área 4



Gráfica N°9: Espectro obtenido del análisis en el Área 5

Leyenda

(*) Información suministrada por el cliente.

FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.



**INFORME DE ENSAYO
IE-2023-1944**

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN
CARRANZA FERNANDEZ JOSELITO
1.2 RUC o DNI : 73305769
76127076
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : MUESTRA INORGÁNICA
2.2 Muestreado por : CLIENTE ⁽¹⁾
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2023-11-17
2.5 Período de Ensayo : 2023-11-17 al 2023-12-05
2.6 Fecha de Emisión : 2023-12-04
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa
2.8 N° de cotización : COT-128400-SL23

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	METODO
Ensayo de Difracción de Rayos X Composición Química por Fases	Difracción de Rayos X - DRX
Caracterización de materiales por Microscopía Electrónica de Barrido - SEM-EDS	Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDS)

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra: MUESTRA MODIFICADA CON ADICIÓN DE 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR ⁽¹⁾



Diego Romano Vergara Carrigo
QUÍMICO
CQP. 1337

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1944

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: PANALYTICAL - MODELO AERIS
- Posición inicial [°2θ]: 5.0109
- Posición Final [°2θ]: 79.9869
- Tamaño de paso [°2θ]: 0.0220
- Material del ánodo: Co
- Tipo de longitud de onda prevista: K-Alpha

Tabla N°1: CONCENTRACIÓN DE LAS FASES CRISTALINAS EN LA MUESTRA

Nombre del componente identificado	Fórmula Química	Unidad	Resultado
Si O2	Si3.00 O6.00	%	77.9
Cu47.18 Si91.22 P144	Si91.22 Cu47.18 P144.00	%	0.8
Li Zn (P O4)	Zn32.00 O128.00 Li32.00 P32.00	%	6.8
4000718	La84.00 Sn28.00 Mn32.00 C48.00	%	1.3
4342530	Tb4.00 Co4.00 O48.00 N24.00 C144.00	%	1.9
Sr2 Y (Ru0.85 Cu0.15 O6)	O12.00 Ru1.70 Cu0.30 Sr4.00 Y2.00	%	0.2
Ca (C O3)	Ca4.00 O12.00 C4.00	%	11.1

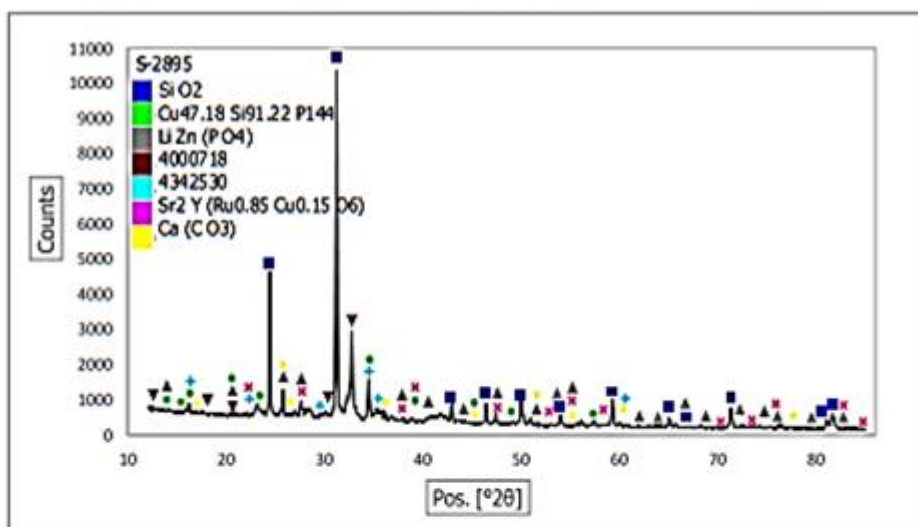


Figura N°1: DIFRACTOGRAMA DE LA MUESTRA Y FASES CRISTALINAS IDENTIFICADAS.

Comentarios:

- Para la muestra analizada se encontró mayormente óxido de Silicio (SiO₂), compuestos de Calcio, Aluminio y Sodio (Albite).

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS (SEM - EDS)

Código de Laboratorio	Elemento	Contenido (%)					
		Area 1	Area 2	Area 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
S-2895	Oxígeno, O	54.23	47.83	53.51	63.77	40.78	53.44
	Sodio, Na	-	4.07	-	-	-	-
	Magnesio, Mg	-	-	-	-	1.25	-
	Aluminio, Al	4.15	11.60	4.67	4.94	16.10	4.68
	Silicio, Si	34.47	27.01	36.97	9.34	32.05	34.50
	Potasio, K	1.12	2.28	1.85	-	1.61	3.01
	Calcio, Ca	3.90	5.14	1.46	20.33	4.34	1.94
	Hierro, Fe	2.13	2.07	1.54	1.62	3.87	2.43

Comentarios:

- La muestra analizada fue proporcionada por el solicitante y acondicionada para ensayo.
- Las Fotos 1 y 2 representan las zonas analizadas en la muestra, a 750X.
- Las Gráficas 1 a 6 muestran los espectros en las zonas analizadas.
- La muestra analizada presenta morfologías variadas que van desde formas cuasi-esféricas, ovaladas y alargadas de apariencia porosa en algunos casos, constituidos principalmente por óxidos de silicio, con presencia de aluminio, calcio, hierro, potasio; y de otros elementos minoritarios como sodio y magnesio posiblemente en la forma también de óxidos.
- En la Foto 1, las áreas 1 y 3 presentan composiciones químicas similares al área 4 de la Foto 2.
- La Foto 2, representa una partícula de apariencia porosa típica, la cual es compatible con las morfologías de las cenizas de bagazo de caña.

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1944

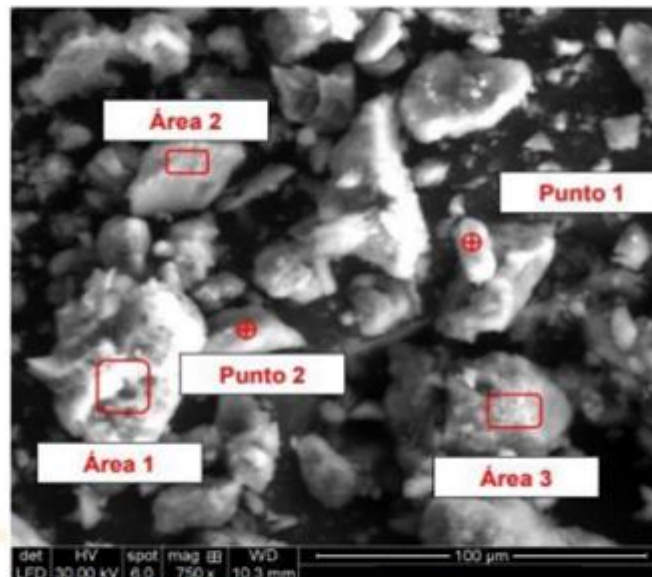
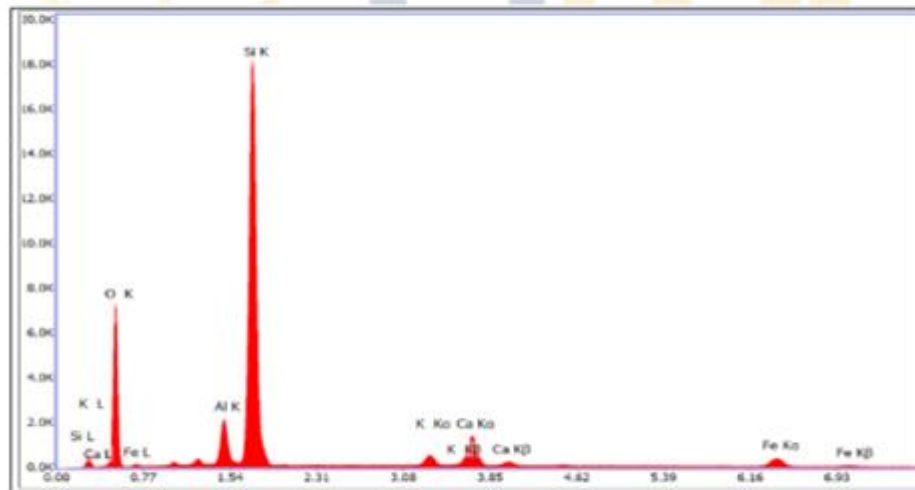
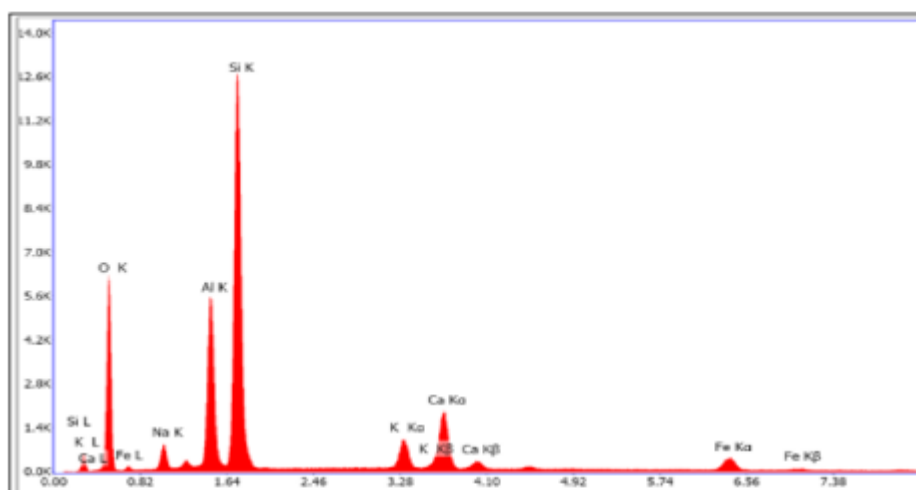


Foto N°1: Zona de análisis 1 – 750X.

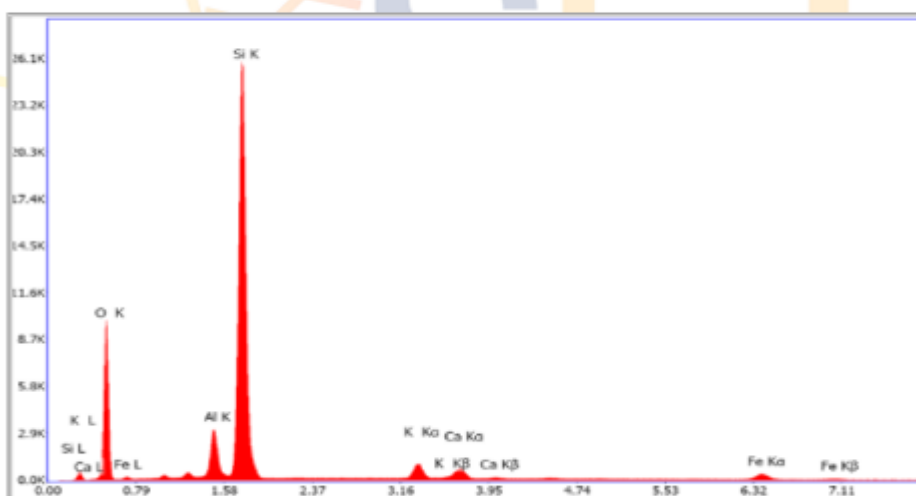


Gráfica N°1: Espectro obtenido del análisis en el Área 1

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1944

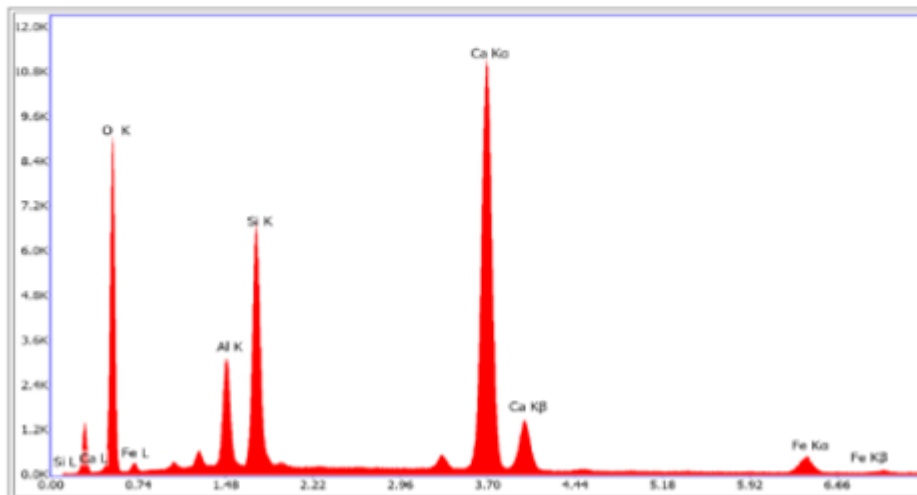


Gráfica N°2: Espectro obtenido del análisis en el Área 2

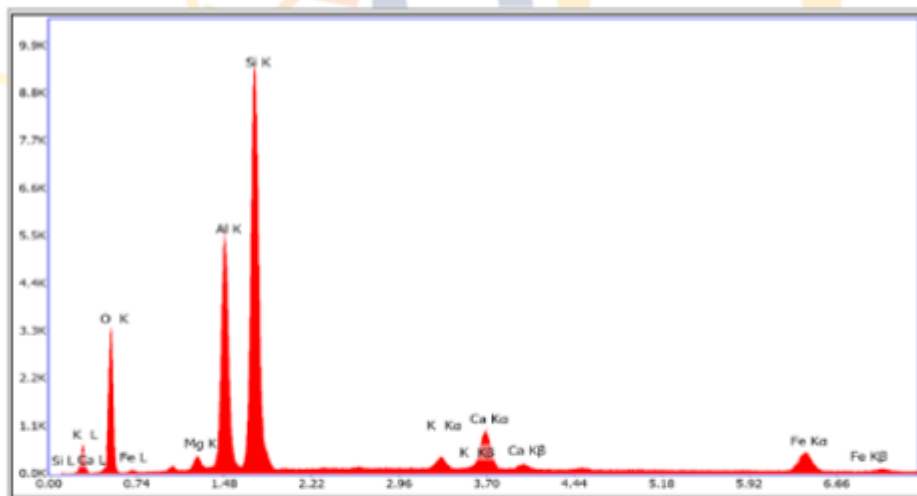


Gráfica N°3: Espectro obtenido del análisis en el Área 3

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1944



Gráfica N°4: Espectro obtenido del análisis en el Punto 1



Gráfica N°5: Espectro obtenido del análisis en el Punto 2

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1944

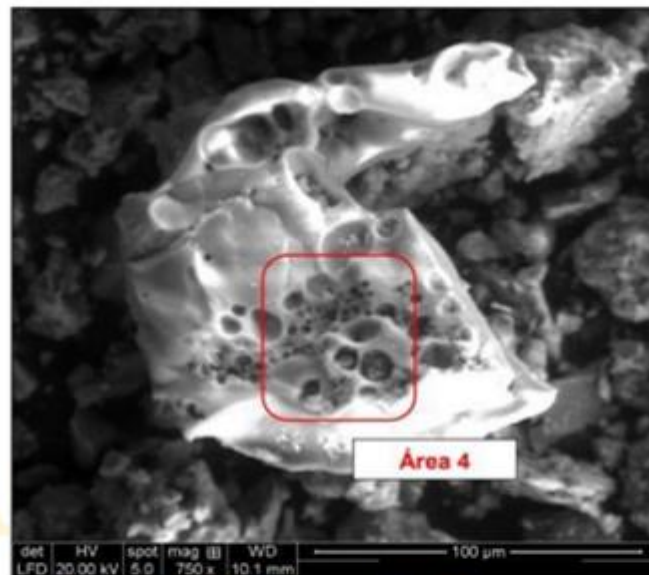
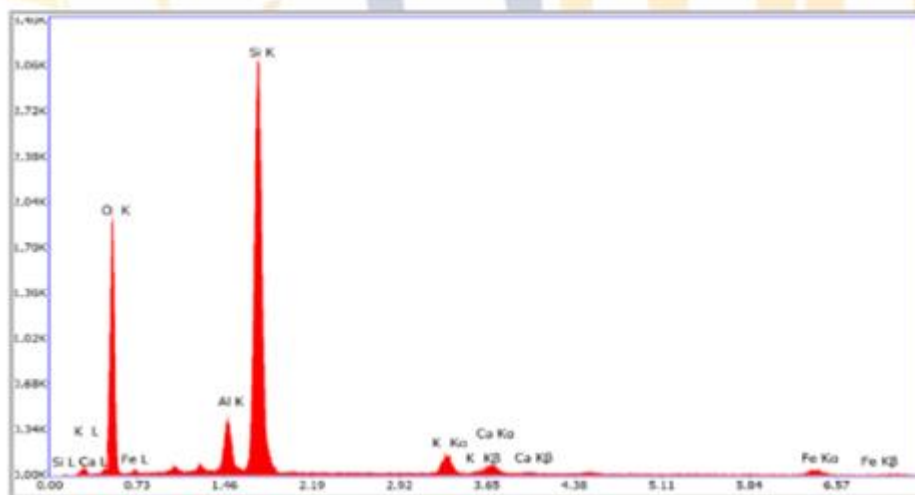


Foto N°2: Zona de análisis 2 – 750X.



Gráfica N°6: Espectro obtenido del análisis en el Área 4

Leyenda

Ⓕ Información suministrada por el cliente.

FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.



5.3. Ensayos para el índice colapsibilidad



(01) 6782806 / 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMULARIO		Ensayo	FORMULARIO 001
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA MEDICIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO DE LOS SUELOS		Estado	0
	Ensayo de Colapso - ASTM D6333		Fecha	2018/06/21
			Página	1 de 3
PROYECTO	APLICACIÓN DE CURBA DE LÍNEA DE ASIGNACIÓN OPTIMIZADA PARA TORRENTES VASCOS/STRUCTURAS PROYECTADAS DE SUELOS			
SOLICITANTE	COLAPSAR ES LAMBYQUEUC			
COORDINADOR	ANDRÉS ANTONIO DOBLE ALARCÓN Y JOSÉ LUIS GARRANZA FERNÁNDEZ			
UBICACIÓN DE PROYECTO	DRE LAMBAYQUE, PERÚ			
Etiqueta/Calentador	03	Proximidad	21100003	
MUESTRA	SM	Porcentaje	100%	
Procedimiento	1.30 M	Procedimiento	NONE	
Procedimiento	OCM	Procedimiento	Cala	
ENSAYO DE COLAPSO - ASTM D6333				

Características generales:		Descripción visual del suelo (USDA o SUCS):																						
<table border="1"> <tr> <th>Grado de la muestra</th> <th>Grado de humedad</th> </tr> <tr> <td>Gravimétrico (Gs)</td> <td>2 #10</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Composición</td> <td>Gravas</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Armas</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Limos</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Arcillas</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Límite de Consistencia</td> <td>LC</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>LP</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PL</td> <td>-</td> </tr> </table>		Grado de la muestra	Grado de humedad	Gravimétrico (Gs)	2 #10	Composición	Gravas	-	Armas	-	Limos	-	Arcillas	-	Límite de Consistencia	LC	-	LP	-		PL	-	Descripción visual del suelo (USDA o SUCS): Tipo de muestra con índice de humedad: _____ Detalles del ensayo: Muestra representativa al contenido de humedad y densidad seca de campo. Muestra representativa en campo de estado de humedad con respecto a la altura de 1.5 m. Situación de la muestra: indicar según corresponda.	
Grado de la muestra	Grado de humedad																							
Gravimétrico (Gs)	2 #10																							
Composición	Gravas	-																						
	Armas	-																						
	Limos	-																						
	Arcillas	-																						
Límite de Consistencia	LC	-																						
	LP	-																						
	PL	-																						

a) Propiedades Físicas y Geométricas:

Grava	Arilla	Asim-Humedad	Humedad
Peso (g)	-	-	104.80
Diámetro (mm)	8.75	6.15	6.17
Altera (mm)	1.90	1.80	1.88
Volumen (cm ³)			59.40
Densidad húmeda (g/cm ³)			1.760
Densidad seca (g/cm ³)			1.613
Saturación (%)			38.02%

Control de humedad	
Condición Inicial	Condición Final
Humedad	14.4
Resistencia-Humedad	Resistencia-Humedad 22.0
Resistencia-Seca	Resistencia-Seca 23
Humedad (%)	Humedad (%) 17.60%

b) Lecturas de carga y deformación:

Carga	Δh (cm)	Hf (cm)	Hv (cm)	e'
0	0.000	1.89	0.75	0.6181
5	0.021	1.97	0.74	0.6010
12	0.036	1.95	0.72	0.5905
25	0.044	1.94	0.72	0.5821
50	0.074	1.91	0.69	0.5670
100	0.084	1.90	0.68	0.5497
200	0.130	1.85	0.62	0.5074
290	0.228	1.78	0.53	0.4542
490	0.305	1.68	0.45	0.3698
600	-	-	-	-
1500	-	-	-	-
3200	-	-	-	-

Altura y Relación de Vacío Inicial	
Altura Inicial (cm)	H0 1.90
Altura de Sólidos (cm)	Hs 1.23
Altura Inicial de vacíos (cm)	Hv0 0.67
Relación de vacíos Inicial	e0 0.6181

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMULARIO	Origen	FOR-LAB-MS-001.01
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA MEDICIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO DE LOS SUELOS	Versión	4
	Ensayo de Colapso - ASTM D5333	Fecha	27/02/2011
		Página	2 de 2

Título	APLICACIÓN DE CEMENTO DECIGAZO DE CARÁCTER AZOUCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLES, LAMBAYEQUE.		
AUTORES	ADRIAN ANTONIO SANCHEZ ALANCÓN y JOSOLFO DARRANZA PERNANDEZ		
UBICACIÓN	LAMBAYEQUE, PERÚ		
Base de Datos	CI	Fecha:	31/10/2003
Muestra	MT		
Profundidad	1.50 m		

ENSAYO DE COLAPSO - ASTM D5333

Características generales:

Índice de la muestra	Alícuota representativa	
Gravidad específica (Gs)	2.670	
Granulometría	Gravas	-
	Arinas	-
	Chinos	-
	Arillos	-
Límites de Consistencia	LC	-
	LP	-
	IP	-

Descripción visual del suelo (D6006 & D6007):

Características colorísticas de suelos

Detalles del ensayo:

Muestras remediadas al contenido de humedad y densidad seca de campo.
Muestras acondicionadas en capas de fuerza de diez veces con respecto a la carga de 1.5 una.
Calentamiento de la muestra en baño agua desionizada.

Resultados:



ÍNDICE DE COLAPSO (%)	4.52
-----------------------	------

Observaciones:
Las muestras fueron remediadas a las condiciones de humedad y densidad seca de campo.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	MTL GEOTECNIA S.A.C. Grupo Gestión Gestión INGENIEROS CIVILES	MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782805 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMULARIO	Código	FOR-LAS-015-001-01
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA MEDICIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO DE LOS SUELOS (Ensayo de Colapso - ASTM D1533)	Versión	4
		Fecha	21/10/2021
		Página	1 de 2

PROYECTO	APLICACIÓN DE CIMENTACIÓN DE CEMENTO EN ARENAS PARA OPTIMIZAR LA CAPACIDAD DE CARGA Y REDUCIR EL ASENTAMIENTO DE LOS SUELOS		
ASISTENTE	COLAPSO DE SUELOS		
CLIENTE	ASOCIACIÓN LOS OLIVOS (A.O.L.O.) y ASOCIACIÓN CAROLINA PERUANA (A.C.P.)		
UBICACIÓN DEL PROYECTO	LIMÓN (L.I.C.) PERÚ		
Temperatura ambiente	21	Humedad	20/11/2021
Altura	M=1.70 m	Esqueleto	-
Profundidad	1.50 m	Refracción	-
Diámetro del tubo	50 mm	Color	-

ENSAYO DE COLAPSO - ASTM D1533

Características químicas:

Índice de los suelos	Valor obtenido	
Gravidad específica (Gs)	2.67	
Composición	Grava	-
	Arilla	-
	Limo	-
	Argila	-
Límite de Consistencia	LL	-
	LP	-

Descripción visual del suelo (22000 a 22400):

Suelo limoso con menos de 10% de arcilla de acuerdo al ensayo de liquidación.

Estados del ensayo:

Estado de consolidación al momento de la prueba y durante todo el ensayo.
 Estado de saturación al momento de la prueba y durante todo el ensayo.
 Saturación de la muestra mediante agua destilada.

Propiedades Físicas y Químicas:

Índice	Arilla	Arilla + Limo	Moistura
Peso (g)	-	-	134.88
Diámetro (mm)	0.15	0.75	0.17
Alteza (cm)	1.38	1.21	1.38
Volumen (cm ³)	38.410		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.702		
Densidad seca (g/cm ³)	1.813		
Saturación (%)	28.17%		

Control de humedad			
Condición inicial	Condición final		
Responde	-	Responde	14.4
Responde + M. Húmeda	-	Responde + M. Húmeda	32.0
Responde + M. Seca	-	Responde + M. Seca	28.0
Humedad (%)	9.10%	Humedad (%)	18.47%

Altezas de carga y deformación:

Carga	Δh (cm)	H _v (cm)	H _v ² (cm ²)	e'
0	0.000	1.50	0.75	0.0249
5	0.010	1.58	0.75	0.0158
12	0.021	1.67	0.74	0.0078
25	0.033	1.76	0.73	0.0050
50	0.061	1.93	0.70	0.0011
100	0.075	1.91	0.69	0.0036
200	0.105	1.88	0.66	0.0091
300	0.140	1.85	0.62	0.0102
400	0.215	1.77	0.55	0.4492
800	-	-	-	-
1600	-	-	-	-
3200	-	-	-	-

Altezas y Rotación de Vaciado Inicial		
Alteza inicial (cm)	H ₀	1.50
Alteza de equilibrio (cm)	H _e	1.22
Alteza inicial de vacíos (cm)	H _{v0}	0.75
Rotación de vacíos inicial	α ₀	0.1249

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMA ARB	Código	E001A01040501
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA MEDICIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO DE LOS SUELOS Ensayo de Colapso- ASTM D5333	Versión	0
		Página	011/0301
		Páginas	2 de 2
Nota	: APLICACIÓN DE CÓDIGO DEL SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD ISO 9001:2015 Y SU SISTEMA DE CALIDAD ISO 17025:2017 Y PROFESIONALES DE SUJECOS COLAPSABLES LAMBAYEQUE.		
AUTORES	: ADRIAN ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN y ROBERTO CARRANZA FERNÁNDEZ		
UBICACIÓN	: LAMBAYEQUE, PERÚ		
Empleo/Categoría	: CT	Problema	: 2011/013
Resistencia	: 121 (78% versus de logros de obra de acero)		
Profundidad	: 1.30 m		

ENSAYO DE COLAPSO - ASTM D5333

Características generales:

Característica	Valor	
Gravidad específica (G)	2.67	
Composición	Grava	-
	Almagra	-
	LFMS	-
	Armas	-
	Armas	-
Límites de Consistencia	LI	-
	LP	-
	PI	-

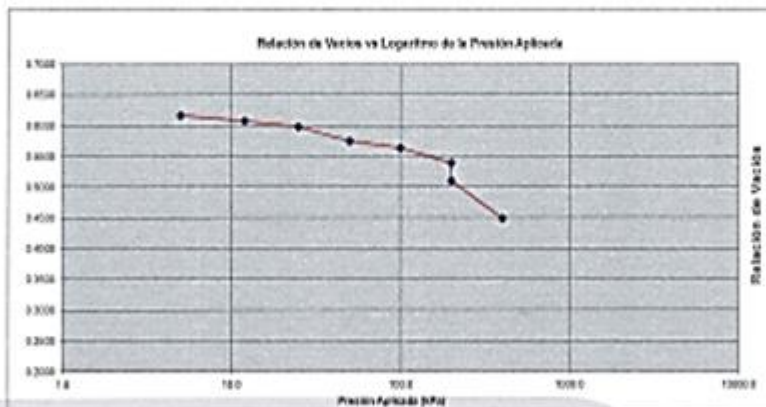
Descripción visual del suelo (E0418 a E0447)

Suelo limoso con menos de 5% de arena con 10% de arena de tamaño de silt de acero

Objetivo del ensayo:

Medir la resistencia al corte de la muestra y determinar el ángulo de fricción.
 Medir la resistencia en campo de la muestra de 100 g/cm³ de agua con un ángulo de 1.5 cm.
 Comparación de la muestra mediante agua saturada.

Resultados:

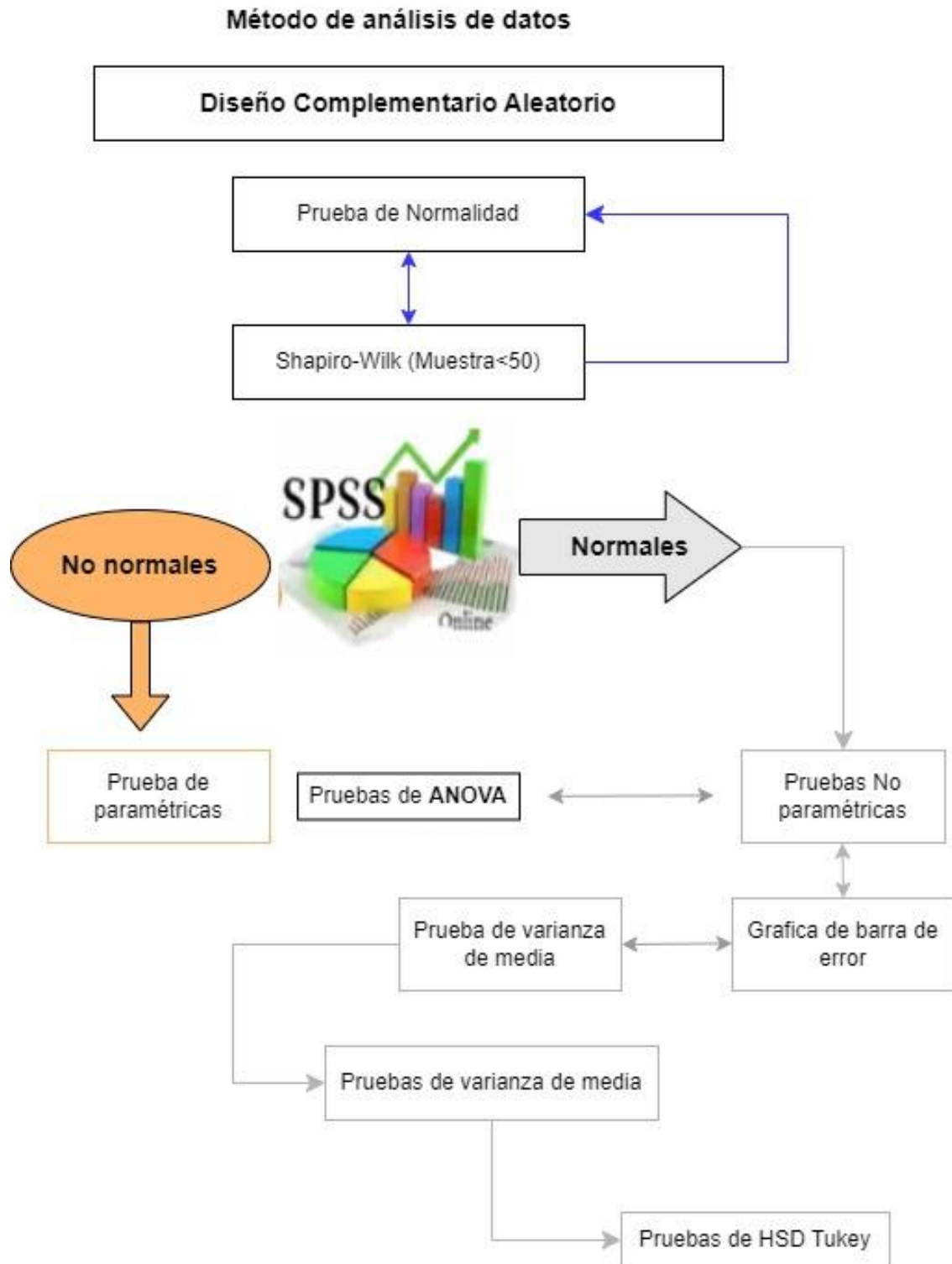


ÍNDICE DE COLAPSO (%)	1.75
-----------------------	------

Observaciones:
 Las muestras fueron rehidratadas a las condiciones de humedad y densidad secas de campo.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 6. Análisis Estadístico



Fuente: Elaboración propia.

1. Máxima Densidad Seca (MDS)

a. Prueba de Normalidad

H₀: los datos tienen una distribución normal

H₁: Los datos no tienen una distribución normal

- Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la H₁ y se acepta la H₀

Si la Sig. < 0.05, se rechaza la normalidad y se acepta la H₁

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MDS	,120	20	,200*	,952	20	,392

La muestra es $n=20 \leq 50$, correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es $p_{valor} = 0.39 > 0.05$, indicando el rechazo de la H₁; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

b. Prueba de Homocedasticidad

H₀: $a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$

H₁: Al menos una varianza difiere.

- Consideraciones de significancia:

Si Sig. > 0.05 se rechaza la H₁ y se considera homogénea (ANOVA)

Si Sig. < 0.05, se rechaza la H₀ y se considera heterogénea (Games Howell)

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
MDS	Se basa en la media	,086	4	15	,985
	Se basa en la mediana	,049	4	15	,995
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,049	4	11,496	,995
	Se basa en la media recortada	,074	4	15	,989

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son $\rho_{valor} = 0.985 > 0.05$, lo que indica que se acepta la H_0 y se confirma la homogeneidad de varianza, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_1 : Al menos una media es distinta.

- Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05 , se rechaza la H_1 ya no se efectúa POST HOC

Si la Sig. < 0.05 , se acepta la H_1 y se efectúa POST HOC

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: MDS

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,049 ^a	4	,012	3,995	,021
Intersección	63,903	1	63,903	20669,474	,000
CBCA	,049	4	,012	3,995	,021
Error	,046	15	,003		
Total	63,999	20			
Total corregido	,096	19			

Los valores obtenidos muestran una significancia de $\rho_{valor} = 0.021 < 0.05$, lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la H_1 y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

- Consideraciones de significancia:

Si $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$, el resultado es significativo.

Si $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$, el resultado es altamente significativo.

Si la $\text{Sig.} < 0.0001$, el resultado es altamente muy significativo

Si la $\text{Sig.} > 0.05$, el resultado NO es significativo.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: MDS
HSD Tukey

(I) CBCA	(J) CBCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	10%	-,1000	,03932	,133	-,2214	,0214
	15%	-,1325*	,03932	,029	-,2539	-,0111
	20%	-,1150	,03932	,068	-,2364	,0064
	5%	-,0400	,03932	,844	-,1614	,0814
10%	0%	,1000	,03932	,133	-,0214	,2214
	15%	-,0325	,03932	,918	-,1539	,0889
	20%	-,0150	,03932	,995	-,1364	,1064
	5%	,0600	,03932	,562	-,0614	,1814
	15%	,1325*	,03932	,029	,0111	,2539
20%	0%	,1150	,03932	,068	-,0064	,2364
	10%	,0150	,03932	,995	-,1064	,1364
	15%	-,0175	,03932	,991	-,1389	,1039
	5%	,0750	,03932	,355	-,0464	,1964
	10%	-,0600	,03932	,562	-,1814	,0614
5%	0%	,0400	,03932	,844	-,0814	,1614
	10%	-,0600	,03932	,562	-,1814	,0614
	15%	-,0925	,03932	,182	-,2139	,0289
	20%	-,0750	,03932	,355	-,1964	,0464

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de suelos con 15% de CBCA presenta una MDS con $\rho_{valor} = 0.029 < 0.05$ y se considera significativo; mientras que las muestras de suelos con 5%, 10% y 20% de CBCA presentan un $\rho_{valor} > 0.05$ y se consideran NO significativos.

2. Contenido óptimo de humedad (OCH)

a. Prueba de Normalidad

H₀: los datos tienen una distribución normal

H₁: Los datos no tienen una distribución normal

- Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la H₁ y se acepta la H₀

Si la Sig. < 0.05, se rechaza la normalidad y se acepta la H₁

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OCH	,089	20	,200*	,973	20	,824

La muestra es $n=20 \leq 50$, correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es $\rho_{valor} = 0.824 > 0.05$, indicando el rechazo de la H₁; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

b. Prueba de Homocedasticidad

H₀: $a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$

H₁: Al menos una varianza difiere.

- Consideraciones de significancia:

Si Sig. > 0.05 se rechaza la H₁ y se considera homogénea (ANOVA)

Si Sig. < 0.05, se rechaza la H₀ y se considera heterogénea (Games Howell)

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
OCH	Se basa en la media	,756	4	15	,570
	Se basa en la mediana	,656	4	15	,632
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,656	4	10,652	,635
	Se basa en la media recortada	,753	4	15	,571

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son $\rho_{valor} = 0.570 > 0.05$, lo que indica que se acepta la H_0 y se confirma la homogeneidad de varianza, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_1 : Al menos una media es distinta.

- Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05 , se rechaza la H_1 ya no se efectúa POST HOC

Si la Sig. < 0.05 , se acepta la H_1 y se efectúa POST HOC

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: OCH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	25,960 ^a	4	6,490	11,963	,000
Intersección	2773,012	1	2773,012	5111,544	,000
CBCA	25,960	4	6,490	11,963	,000
Error	8,137	15	,542		
Total	2807,110	20			
Total corregido	34,098	19			

Los valores obtenidos muestran una significancia de $\rho_{valor} = 0.000 < 0.05$, lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la H_1 y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

- Consideraciones de significancia:

Si $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$, el resultado es significativo.

Si $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$, el resultado es altamente significativo.

Si la Sig. < 0.0001 , el resultado es altamente muy significativo

Si la Sig. > 0.05 , el resultado NO es significativo.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: OCH
HSD Tukey

(I) CBCA	(J) CBCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
0%	10%	2,1250*	,52082	,007	,5168	3,7332	
	15%	3,3000*	,52082	,000	1,6918	4,9082	
	20%	1,1500	,52082	,229	-,4582	2,7582	
	5%	,8000	,52082	,557	-,8082	2,4082	
	10%	0%	-2,1250*	,52082	,007	-3,7332	-,5168
10%	15%	1,1750	,52082	,213	-,4332	2,7832	
	20%	-,9750	,52082	,372	-2,5832	,6332	
	5%	-1,3250	,52082	,133	-2,9332	,2832	
	15%	0%	-3,3000*	,52082	,000	-4,9082	-1,6918
	10%	10%	-1,1750	,52082	,213	-2,7832	,4332
15%	20%	-2,1500*	,52082	,007	-3,7582	-,5418	
	5%	-2,5000*	,52082	,002	-4,1082	-,8918	
	20%	0%	-1,1500	,52082	,229	-2,7582	,4582
	10%	,9750	,52082	,372	-,6332	2,5832	
	15%	2,1500*	,52082	,007	,5418	3,7582	
20%	5%	-,3500	,52082	,960	-1,9582	1,2582	
	0%	-,8000	,52082	,557	-2,4082	,8082	
	10%	1,3250	,52082	,133	-,2832	2,9332	
	15%	2,5000*	,52082	,002	,8918	4,1082	
	20%	,3500	,52082	,960	-1,2582	1,9582	

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de suelos con 15% de CBCA presenta un OCH con $\rho_{valor} = 0.000 < 0.0001$ y se considera altamente muy significativo; además, las muestras de suelos con 10% de CBCA presentan un $\rho_{valor} = 0.007 < 0.01$ considerándose altamente significativo, mientras que, las muestras con 5% y 20% de CBCA presentan un $\rho_{valor} > 0.05$ y se consideran NO significativos.

b. Ensayo California Bearing Ratio (CBR)

a. Prueba de Normalidad

H₀: los datos tienen una distribución normal

H₁: Los datos no tienen una distribución normal

- Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la H₁ y se acepta la H₀

Si la Sig. < 0.05, se rechaza la normalidad y se acepta la H₁

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR	,147	20	,200*	,954	20	,433

La muestra es $n=20 \leq 50$, correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es $\rho_{valor} = 0.433 > 0.05$, indicando el rechazo de la H_1 ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

b. Prueba de Homocedasticidad

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_t^2$$

H_1 : Al menos una varianza difiere.

- Consideraciones de significancia:

Si Sig. > 0.05 se rechaza la H_1 y se considera homogénea (ANOVA)

Si Sig. < 0.05 , se rechaza la H_0 y se considera heterogénea (Games Howell)

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CBR	Se basa en la media	1,378	4	15	,288
	Se basa en la mediana	,761	4	15	,566
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,761	4	8,566	,577
	Se basa en la media recortada	1,221	4	15	,343

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son $\rho_{valor} = 0.288 > 0.05$, lo que indica que se acepta la H_0 y se confirma la homogeneidad de varianza, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H_1 : Al menos una media es distinta.

- Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la H₁ ya no se efectúa POST HOC

Si la Sig. < 0.05, se acepta la H₁ y se efectúa POST HOC

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CBR

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	155,360 ^a	4	38,840	5,727	,005
Intersección	1602,050	1	1602,050	236,221	,000
CBCA	155,360	4	38,840	5,727	,005
Error	101,730	15	6,782		
Total	1859,140	20			
Total corregido	257,090	19			

Los valores obtenidos muestran una significancia de $\rho_{valor} = 0.005 < 0.05$, lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la H₁ y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

- Consideraciones de significancia:

Si $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$, el resultado es significativo.

Si $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$, el resultado es altamente significativo.

Si la Sig. < 0.0001, el resultado es altamente muy significativo

Si la Sig. > 0.05, el resultado NO es significativo.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CBR

HSD Tukey

(I) CBCA	(J) CBCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	10%	-6,1500*	1,84147	,031	-11,8363	-,4637
	15%	-8,1000*	1,84147	,004	-13,7863	-2,4137
	20%	-6,6000*	1,84147	,019	-12,2863	-,9137
	5%	-4,4000	1,84147	,172	-10,0863	1,2863
10%	0%	6,1500*	1,84147	,031	,4637	11,8363
	15%	-1,9500	1,84147	,824	-7,6363	3,7363
	20%	-,4500	1,84147	,999	-6,1363	5,2363
	5%	1,7500	1,84147	,873	-3,9363	7,4363
	15%	8,1000*	1,84147	,004	2,4137	13,7863
	10%	1,9500	1,84147	,824	-3,7363	7,6363
	20%	1,5000	1,84147	,922	-4,1863	7,1863
	5%	3,7000	1,84147	,308	-1,9863	9,3863
	20%	0%	6,6000*	1,84147	,019	,9137
	10%	,4500	1,84147	,999	-5,2363	6,1363
	15%	-1,5000	1,84147	,922	-7,1863	4,1863
	5%	2,2000	1,84147	,754	-3,4863	7,8863
	5%	0%	4,4000	1,84147	,172	-1,2863
	10%	-1,7500	1,84147	,873	-7,4363	3,9363
	15%	-3,7000	1,84147	,308	-9,3863	1,9863
	20%	-2,2000	1,84147	,754	-7,8863	3,4863

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de suelos con 15% de CBCA presenta un CBR con $\rho_{valor} = 0.004 < 0.01$ y se considera altamente significativo, así mismo, las muestras de suelos con 10% y 20% de CBCA presentan un $\rho_{valor} < 0.05$ y se consideran significativos, mientras que con 5% de CBCA un $\rho_{valor} > 0.05$ y se consideran NO significativo.

Anexo 7. Panel fotográfico

Realización de calicatas







Densidades de campo In situ





Obtención de la CBCA



Ensayos de mecánica de suelos

Análisis granulométrico del suelo



Límites de atterberg



Ensayo Proctor modificado del suelo natural







Ensayo CBR

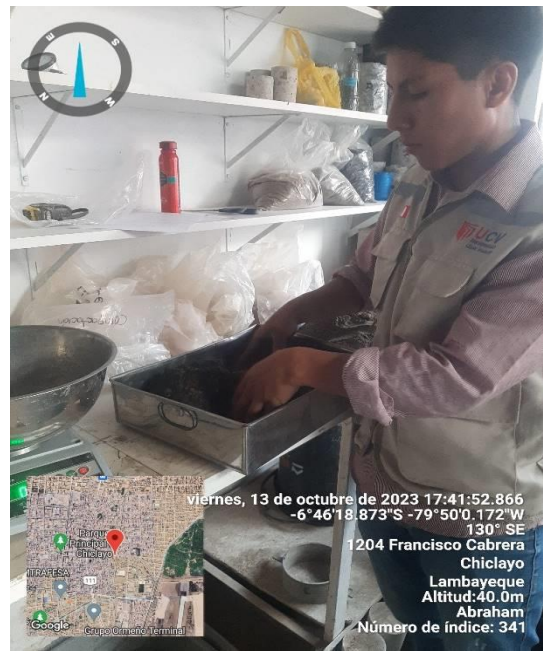


Ceniza del bagazo de caña de azúcar se pasa por la malla 200 para ser aplicada al suelo



Mezcla de CBCA con el suelo en respectivos porcentajes para la realización de los ensayos





Ensayo Proctor con la adición de CBCA





Ensayo CBR con adición



Anexo 8. Normativa Manual de carretas sección suelos y pavimentos -MTC 2014



MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14





Cuadro 4.4
Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101. Símbolos gráficos para suelos

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- a. Granulometría:** representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:





Cuadro 4.5
Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

- b. La Plasticidad:** es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

Los Límites de Atterberg establecen cuán sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112).

Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:





Cuadro 4.6
Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo de sub rasante y en una estructura de pavimento, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

- c. Equivalente de Arena:** Es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC E 114). Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo:

Cuadro 4.7
Clasificación de suelos según Equivalente de Arena

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

- d. Índice de Grupo:** es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

- a** = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- b** = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- c** = LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.
- d** = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice ≥ 20 , un suelo no utilizable para caminos.



Cuadro 4.8
Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

- e. Humedad Natural:** Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de sub rasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

La determinación de la humedad natural (ensayo MTC E 108) permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo (ensayo MTC E 132). Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el Proyectista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

- f. Clasificación de los suelos:** Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, luego clasificar los suelos.

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el [cuadro 4.9](#). Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS):

Cuadro 4.9
Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM –D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

Para complementar la información se presenta el [cuadro 4.10](#), que muestra la Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.



- g. Ensayos CBR:** (ensayo MTC E 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.

Para la obtención del valor CBR de diseño de la sub rasante, se debe considerar lo siguiente:

1. En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.
2. En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante en función a los siguientes criterios:
 - Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
 - Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor crítico (el más bajo) o en todo caso subdividir la sección a fin de agrupar subsectores con valores de CBR parecidos o similares y definir el valor promedio. La longitud de los subsectores no será menor a 100 m.

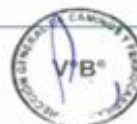
Son valores de CBR parecidos o similares los que se encuentran dentro de un determinado rango de categoría de sub rasante, según **Cuadro 4.11**.

3. Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de sub rasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

Cuadro 4.11
Categorías de Sub rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia



4.4 Ensayos de laboratorio

Con las muestras extraídas de las calicatas efectuadas, se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E 107.
- Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E 110.
- Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E 111.
- Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E 108.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Contenido Sulfatos ASTM D-516
- Contenido Cloruros ASTM D-512
- Contenido Sales Solubles Totales MTC E 219.
- Clasificación AASHTO M-145

Ensayos Especiales

- California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC E 132, o Módulo resiliente de suelos de sub rasante AASHTO T 274, MTC E 128.
- Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.
- Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC E 114.
- Ensayo de Expansión Libre ASTM D-4546
- Colapsabilidad Potencial ASTM D-5333
- Consolidación Uniaxial ASTM D-2435

Los ensayos deben ser ejecutados en laboratorios competentes que cuenten con:

- Personal calificado
- Instalaciones que faciliten la correcta ejecución de los ensayos
- Métodos y procedimientos apropiados para la realización de los ensayos, siguiendo las Normas de Ensayos del MTC o normas internacionales como ASTM o AASHTO, incluyendo técnicas estadísticas para el análisis de los datos de ensayo.
- Equipos debidamente calibrados, que garanticen la exactitud o validez de los resultados de los ensayos. Antes del inicio de los ensayos o de la puesta en servicio el proveedor debe presentar los respectivos certificados de





calibración de sus equipos, emitidos por Laboratorios de Calibración acreditados.

- Aseguramiento de calidad de los resultados de los ensayos.
- Informe de resultados de cada ensayo, presentado en forma de informe de ensayo o certificado de ensayo, que exprese el resultado de manera exacta, clara, sin ambigüedades y objetivamente, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo.

4.5 Informe de exploración

4.5.1 Perfil estratigráfico

En base a la información obtenida de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se realizará una descripción de los diferentes tipos de suelos encontrados en las calicatas o pozos. Una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará los suelos que controlarán el diseño y se establecerá el programa de ensayos para definir el CBR de diseño para cada sector homogéneo.

4.5.2 Sectorización

Para efectos del diseño de la estructura del pavimento se definirán sectores homogéneos donde, a lo largo de cada uno de ellos, las características del material del suelo de fundación o de la capa de sub rasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base de las características físico-mecánicas de los suelos (Clasificación, plasticidad). El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio del proyectista, teniendo en cuenta las características del material de suelo de la sub rasante, el tráfico vial, el drenaje y/o subdrenaje, microclimas y otros aspectos que considere el Ingeniero Responsable.

Para la identificación de los sectores de características homogéneas, se tendrá en cuenta los resultados de las prospecciones y ensayos, previamente a ello se deberá establecer una estrategia para efectuar el programa exploratorio y, a partir de ello, se ordenará la toma de las muestras necesarias de cada perforación, de manera de poder evaluar aquellas características que siendo determinantes en su comportamiento, resulten de sencilla e indiscutible determinación.

4.5.3 Cortes y terraplenes

Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su análisis de estabilidad (Estudio Geotécnico), pudiendo utilizarse (a modo referencial) las siguientes relaciones de corte en talud (V: H), que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en el [cuadro 4.12](#).





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

categoría asignada, caso contrario se asignará a la categoría inmediata de calidad inferior.

El nivel superior de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una sub rasante excelente - muy buena ($\text{CBR} \geq 20\%$); a 0.80 m cuando se trate de una sub rasante buena - regular ($6\% \leq \text{CBR} < 20\%$); a 1.00 m cuando se trate de una sub rasante pobre ($3\% \leq \text{CBR} < 6\%$); y, a 1.20 m cuando se trate de una sub rasante inadecuada ($\text{CBR} < 3\%$). En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Cuando la capa de sub rasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material separador de 10 cm. de espesor como mínimo o un geosintético, según lo justifique el Ingeniero Responsable.

Se estabilizarán las zonas húmedas locales o áreas blandas o sub rasantes inadecuadas, cuya estabilización o mejoramiento será materia de un estudio geotécnico de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo diversas alternativas como estabilización con cal o cemento, estabilización química de suelos, geosintéticos, pedraplenes, enrocados, capas de arena, reemplazo, etc; definiendo y justificando en su Informe Técnico la solución adoptada, donde se indicará que con la solución adoptada el suelo alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad.

En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de los friajes o las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. En el caso de presentarse en los últimos 0.60 m de la sub rasante, suelos susceptibles al congelamiento por acción climática, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, por acción climática rigurosa, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm; con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E 109).





ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc).

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

El manual ilustra diferentes metodologías de estabilización como: mejoramiento por sustitución de suelos de la sub rasante, estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible.

9.1 Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos

- 1) Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con $\text{CBR} \geq 6\%$. En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo, donde el Ingeniero Responsable analizará diversas alternativas de estabilización o de solución, como: Estabilización mecánica, Reemplazo del suelo de cimentación, Estabilización con productos o aditivos que mejoran las propiedades del suelo, Estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros), Pedraplenes, Capas de arena, Elevar la rasante o cambiar el trazo vial si las alternativas analizadas resultan ser demasiado costosas y complejas.
- 2) Cuando la capa de sub rasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material anticontaminante de 10 cm. de espesor como mínimo o un geotextil, según lo justifique el Ingeniero Responsable.





- 3) La superficie de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una sub rasante extraordinaria y muy buena; a 0.80 m cuando se trate de una sub rasante buena y regular; a 1.00 m cuando se trate de una sub rasante pobre y, a 1.20 m cuando se trate de una sub rasante inadecuada. En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.
- 4) En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m), la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la sub rasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la sub rasante (últimos 0.60 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos. Igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

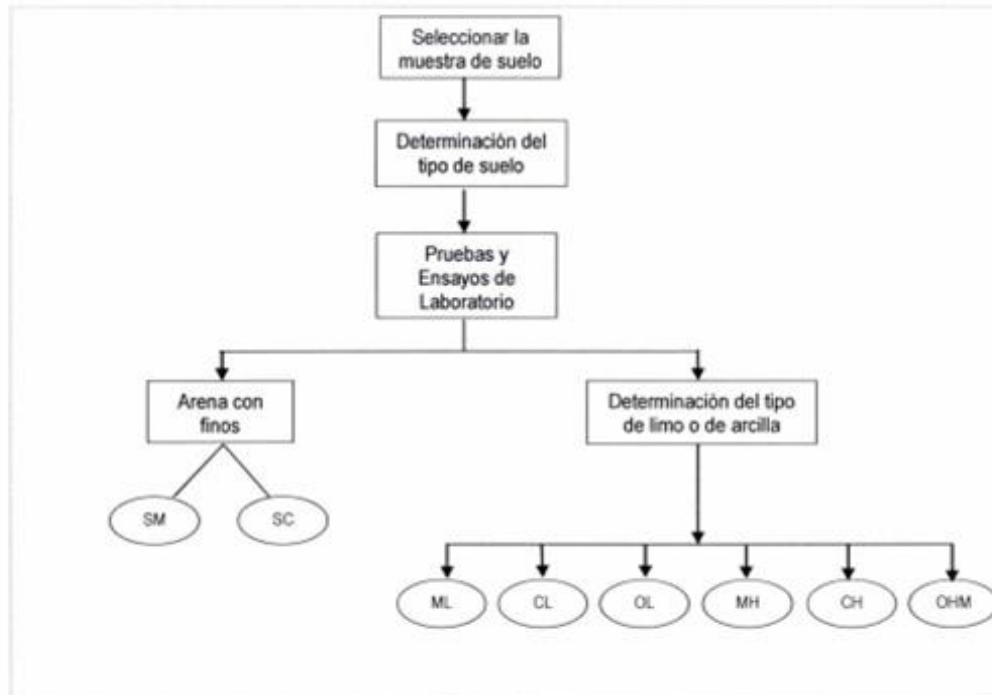
La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E 109).

- 5) Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.





Figura 9.1
Proceso para la Identificación del Tipo del suelo



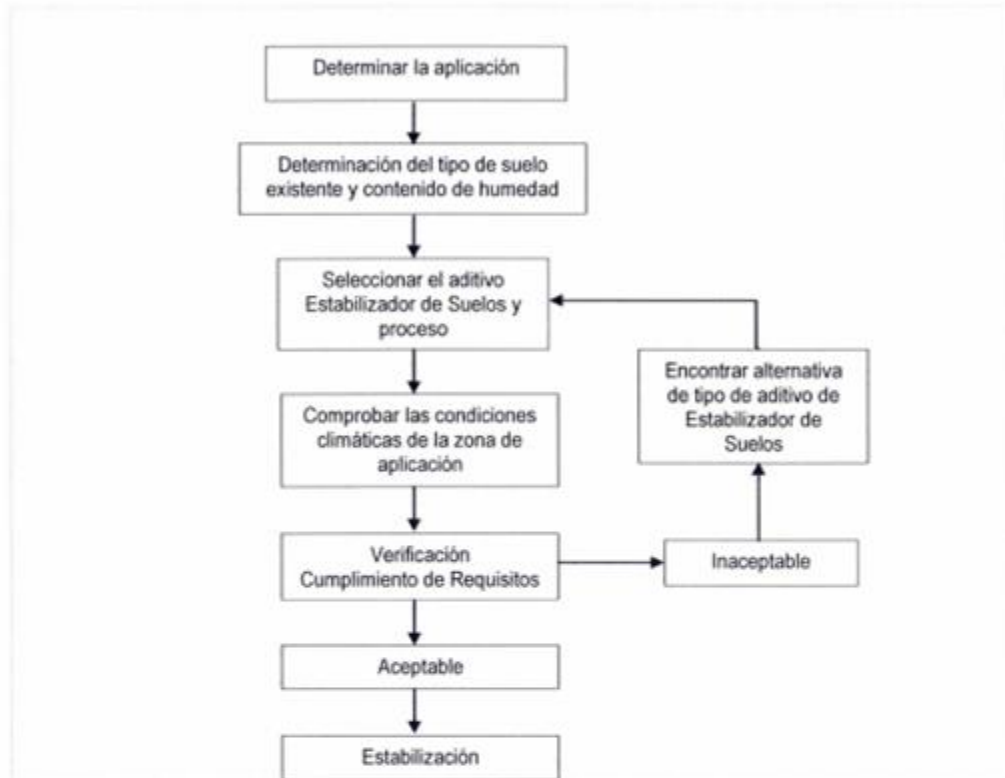
- 6) Los factores que se considerarán al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:
- Tipo de suelo a estabilizar
 - Uso propuesto del suelo estabilizado
 - Tipo de aditivo estabilizador de suelos
 - Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará
 - Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
 - Disponibilidad del equipo adecuado
 - Costos comparativos

El siguiente diagrama sintetiza un procedimiento para determinar el método apropiado de estabilización:





Figura 9.2
Proceso de selección del Tipo de Estabilización



7) A continuación se presentan dos guías referenciales para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo.





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y ComunicacionesViceministerio
de TransportesDirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Cuadro 9.1
Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado	Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1 A	SW o SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Portland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM o SP - SM o SW - SC o SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM o SC o SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Portland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW o GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM o GP - GM o GW - GC o GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM o GC o GM - GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	(1) Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$			Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y ComunicacionesViceministerio
de TransportesDirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Cuadro 9.2
Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo ⁽¹⁾	Dosificación ⁽²⁾	Curado (Apertura Al Tránsito) ⁽³⁾	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 306B ASTM C150 AASHTO M85	A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO ⁽¹⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 307B AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽¹⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽¹⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽¹⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ²	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽¹⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ²	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽¹⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ²	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽¹⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Estudios Especiales del MTC





- (1) Espesor de tratamiento por capas de 6 a 8"
Tamaño máximo: 2", debe carecer de restos vegetales
Los suelos naturales, materiales de bancos de préstamo o mezcla de ambos que sean objeto de estabilización, deben estar definidos en el Expediente Técnico del Proyecto
- (2) CMO: Contenido de materia orgánica
- (3) Los diseños o dosificaciones deben indicar: fórmula de trabajo, tipo de suelo, cantidad de estabilizador, volumen de agua, valor de CBR o resistencia a compresión simple o resultados de ensayos Marshall modificado o Illinois, según corresponda al tipo de estabilizador aplicado
- (4) Para altitudes mayores a 3000 msnm
- (5) Después de finalizado el proceso de compactación

9.2 Estabilización mecánica de suelos

Con la Estabilización Mecánica de Suelos se pretende mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y composición básica del mismo. Como herramienta para lograr este tipo de estabilización se utiliza la compactación, con la cual se reduce el volumen de vacíos presentes en el suelo.

9.3 Estabilización por combinación de suelos

La estabilización por combinación de suelos considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo.

El suelo existente se disgregará o escarificará, en una profundidad de quince centímetros (15 cm) y luego se colocará el material de préstamo o de aporte. Los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere. Luego se procederá a un mezclado de ambos suelos, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad y espesores hasta el nivel de sub rasante fijado en el proyecto.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias de la [Sección 207](#) del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.

9.4 Estabilización por sustitución de los suelos

Cuando se prevea la construcción de la sub rasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez se considere que el suelo de soporte esté debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de sub rasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.





En el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado, conformado y compactado el suelo, se procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas.

9.4.1 Procedimiento para determinar el espesor de reemplazo en función al valor soporte o resistencia del suelo

Este procedimiento de cálculo para determinar en sectores localizados, el espesor de material a reemplazar se aplicará solo en casos de sub rasantes pobres, con suelos de plasticidad media, no expansivos y con valores soporte entre $CBR \geq 3\%$ y $CBR < 6\%$, calculándose según lo siguiente:

- a) Se calculará el número estructural SN del pavimento para 20 años, el material a emplear tendrá un $CBR \geq 10\%$ e IP menor a 10, o en todo caso será similar. Cuando en los sectores adyacentes al sector de sustitución de suelos presentan un $CBR > 10\%$, para el cálculo del SN se utilizará el mayor valor de CBR de diseño, que representa el material de reemplazo, este número estructural SN calculado se denominará SNm (mejorado), luego se calculará el SN del pavimento para el CBR del material de sub rasante existente (menor a 6%), que se denominará SNe (existente).

- b) Se realizará la diferencia algebraica de números estructurales

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

- c) Habiéndose escogido el material de reemplazo ($CBR \geq 10\%$) a colocar (según SNm calculado), se obtendrán los valores correspondientes de coeficiente estructural (a_i) y coeficiente de drenaje (m_i), luego de obtener dichos valores se procederá a obtener el espesor E, aplicando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Siendo:

- E : Espesor de reemplazo en cm.
a_i : Coeficiente estructural del material a colocar / cm
m_i : Coeficiente de drenaje del material a colocar.

- d) Espesores recomendados de material a reemplazar.





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Cuadro 9.3
Espesores Recomendados para Estabilización por
Sustitución de Suelos

3% ≤ CBR ≤ 6%

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
300 001	500 000	40.0
500 001	750 000	40.0
750 001	1 000 000	45.0
1 000 001	1 500 000	55.0
1 500 001	3 000 000	55.0
3 000 001	5 000 000	60.0
5 000 001	7 500 000	60.0
7 500 001	10 000 000	65.0
10 000 001	12 500 000	65.0
12 000 001	15 000 000	65.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

Notas:

1. Coeficiente estructural del material con CBR=10% a=0.021
2. Coeficiente drenaje del material a colocar m=1.0





9.5 Suelos estabilizados con cal

El suelo-cal se obtiene por mezcla íntima de suelo, cal y agua. La cal que se utiliza es óxido cálcico (cal anhidra o cal viva), obtenido por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada). Estas cales se llaman también aéreas por la propiedad que tienen de endurecerse en el aire, una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico.

La experiencia demuestra que los productos de la hidratación del cemento pueden ser reproducidos combinando dos o más componentes primarios de este producto como: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 en las proporciones adecuadas y en presencia de agua.

Como la mayoría de los suelos contienen sílice y aluminio silicatos, la incorporación de cal anhidra (CaO) o de cal hidratada (Ca(OH)_2) y agua en cantidad apropiada se puede obtener la composición deseada.

La Cal que se use para la construcción de Suelo-Cal puede ser Cal viva o hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la **Sección 301.B** del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente; la Especificación AASHTO M-216 o ASTM C-977.

Al mezclar el suelo con la cal, se produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, seguida de otra muy lenta de tipo puzolánico, con formación de nuevos productos químicos. La sílice y alúmina de las partículas del suelo se combinan con la cal en presencia de agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles.

Uno de los efectos más importantes de la cal en el suelo, es el de cambiar apreciablemente su plasticidad. Por ejemplo suelos de plasticidad $\text{IP} < 15$, aumentan tanto el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; en cambio, en los suelos de plasticidad con $\text{IP} > 15$) disminuye el IP.

También aumenta la humedad óptima de compactación, lo que permite la densificación de suelos de elevada humedad natural, que de otro modo no permitirían la construcción de la capa de rodadura sobre ellos.

Los suelos más apropiados para estabilizar con cal son los de granulometría fina de cierta plasticidad.

En cortes e incluso en terraplenes, donde se evidencien suelos arcillosos, resulta conveniente mejorar el suelo con un pequeño porcentaje de cal para proteger la explanación y formar una plataforma para la construcción de la capa de rodadura.

Al mezclar el suelo con cal éste se vuelve más friable y granular. Al aumentar su límite plástico y humedad óptima de compactación permite su puesta en obra con mayor facilidad.

Es frecuente que la mezcla se realice en dos fases, con un período intermedio de reacción de 1 - 2 días. La aplicación más usual de las estabilizaciones con cal es en sub rasantes y como capa de rodadura, en zonas de suelos arcillosos y/o con canteras de materiales granulares lejanos.



La National Lime Association resume las propiedades que se obtienen después de una estabilización o mejoramiento con cal, en lo siguiente:

- i) Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite líquido y a un incremento del límite plástico.
- ii) Reducción considerable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.
- iii) Obtención de un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos (rotura fácil de grumos).
- iv) La cal ayuda a secar los suelos húmedos lo que acelera su compactación.
- v) Reducción importante del potencial de contracción y del potencial de hinchamiento.
- vi) Incremento de la resistencia a la comprensión simple de la mezcla posterior al tiempo de curado alcanzando en algunos casos hasta un 40% de incremento.
- vii) Incremento de la capacidad portante del suelo (CBR).
- viii) Incremento de la resistencia a la tracción del suelo.
- ix) Formación de barreras impermeables que impiden la penetración de aguas de lluvia o el ascenso capilar de aguas subterráneas.

La experiencia americana ha demostrado que una estabilización con cal tiene excelentes resultados, en los siguientes casos:

- a) Materiales compuestos por mezclas de grava y arcilla para su uso como capa granular superficial con una incorporación de 2 a 4% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en peso.
- b) Suelos altamente arcillosos para usarlos como capa granular superficial (5 a 10% de cal en peso) o como capa inferior (1 a 3% de cal en peso).

Debe tenerse en cuenta, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cal, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad a la capa estabilizada, en el periodo previo a la colocación de la siguiente capa. Este proceso se agrava cuando la carretera se ubica en zonas calurosas; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con cal.

9.6 Suelos estabilizados con cemento

El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones, seguida de una compactación y un curado adecuados. De esta forma, el material suelto se convierte en otro endurecido, mucho más resistente. A diferencia del concreto, sin embargo, los granos de los suelos no están envueltos en pasta de cemento endurecido, sino que están puntualmente unidos entre sí. Por ello, el suelo-cemento tiene una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto.

El contenido óptimo de agua se determina por el ensayo proctor como en la compactación de suelos.

Las propiedades del suelo-cemento dependen de:





- Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua.
- Ejecución.
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado.

Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$).

La resistencia del suelo-cemento aumenta con el contenido de cemento y la edad de la mezcla. Al añadir cemento a un suelo y antes de iniciarse el fraguado, su IP disminuye, su LL varía ligeramente y su densidad máxima y humedad-óptima aumentan o disminuyen ligeramente, según el tipo de suelo.

La dosificación de cemento para Suelo Cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, según lo siguiente:

Cuadro 9.4
Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A - 1 - a	3 - 5
A - 1 - b	5 - 8
A - 2	5 - 9
A - 3	7 - 11
A - 4	7 - 12
A - 5	8 - 13
A - 6	9 - 15
A - 7	10 - 16

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA)

Es conveniente que la compactación se inicie cuando la humedad in situ sea la prescrita y en todo caso, en menos de una hora a partir del mezclado, y se debe terminar entre 2 y 4 horas, según las condiciones atmosféricas. A nivel de sub rasante, se exige un grado de compactación mínimo 95% según AASHTO T180 en la capa de afirmado el mínimo es de 100%.

Debe tenerse en cuenta, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cemento, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad a la capa estabilizada, en el periodo previo a la colocación de la siguiente capa. Este proceso se agrava cuando la carretera se ubica en zonas calurosas; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con cemento.

9.7 Suelos estabilizados con escoria

Hoy en día las escorias de acería o de otros hornos de fundición se emplean en muchas partes del mundo, en la fabricación del cemento, como agregados en la fabricación de hormigón, como material de base y subbase en los pavimentos, en la estabilización de sub rasantes, en la carpeta asfáltica formando parte del ligante bituminoso; en la agricultura también se ha encontrado aplicación, así como en el tratamiento de aguas residuales. Al emplearse este subproducto en construcción de infraestructura vial se evita





aplicación del ligante se efectúe directamente en la máquina de una sola pasada o en la mezcladora de la planta fija.

La dosificación depende de la granulometría del suelo, suelos finos requieren mayor cantidad de asfalto, así suelos plásticos muy finos no pueden estabilizarse a un costo razonable debido a la dificultad para pulverizarlos y la cantidad de bitumen exigido. En general, la cantidad de asfalto utilizado varía entre un 4% y un 7% y en todo caso la suma de agua para compactación más el asfalto no debe exceder a la cantidad necesaria para llenar los vacíos de la mezcla compactada.

El proceso de curado en la estabilización con asfalto tiene una gran importancia, depende de muchas variables, como cantidad de asfalto aplicado, humedad y viento, cantidad de lluvias y la temperatura ambiente; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con asfalto.

9.12 Estabilización con geosintéticos

A diferencia de los suelos, los geosintéticos proporcionan resistencia a la tracción y una mejora significativa en el rendimiento y construcción de pavimentos.

La experiencia internacional que se tiene hasta ahora de los geosintéticos, respecto al comportamiento frente a los agentes agresivos y respecto a su resistencia mecánica, ha permitido la diversificación funcional de los geosintéticos; así tenemos, que la función drenante y anticontaminante es la misión específica de los geotextiles; la función específica de armado o refuerzo del terreno (o de la explanada) o de los pavimentos, está en el ámbito de las geomallas; y, la función de impermeabilización o protección está en el campo de las geomembranas.

Las funciones de separación y filtro de los geotextiles y la función de refuerzo de las geomallas, se pueden combinar para proporcionar una estabilización mecánica de los suelos de sub rasante inadecuada. Las geomallas también se pueden utilizar para reforzar o separar la capa de base de un pavimento flexible ya que nos permite mejorar el valor de soporte y así mejorar el comportamiento de la estructura del pavimento y los geotextiles se pueden colocar en la interfase de subbase - base: (i) para permitir el drenaje de la subbase, cuando se evidencie un mal drenaje, por ejemplo por la utilización de una base densa o cerrada; y / o (ii) para permitir el rápido drenaje de la capa de base.

Las condiciones consideradas óptimas para el uso de geosintéticos, en la construcción de carreteras:

1. Suelos Clasificados según:
 - Clasificación SUCS: SC, CL, CH, ML, MH, OL, OH y PT
 - Clasificación AASHTO: A-5, A-6, A-7-5 y A-7-6
2. Baja resistencia al corte y sin drenaje
 - $T_f = C_u < 2,000$ libras por pie cuadrado (90 kPa)
 - CBR < 3 (muestra saturada, CBR determinado según la norma ASTM D 4429)





- R-valor $\sim < 20$ (Determinado según la norma AASHTO T 190)
- MR $\sim < 4500$ psi (30 MPa) (Determinado según la norma AASHTO T 274)

3. Nivel freático alto

4. Sensibilidad alta ($S > 8$, como resultado de la relación entre la resistencia a la compresión no confinada en estado inalterado y la resistencia a la compresión no confinada en estado remoldeado, de una muestra de suelo cohesivo, determinado según el ensayo MTC E 121).

En estas condiciones, los geosintéticos pueden funcionar como separadores para evitar la contaminación o entremezcla de los agregados del afirmado, subbase o base de la carretera y el suelo de la sub rasante; migración de finos se ha observado aun en suelos con CBR 8%. Asimismo, el filtro es necesario, porque los suelos por debajo de un CBR de 3%, suelen ser húmedos y saturados, en tal sentido, el agua existente puede drenar a través de los geosintéticos sin que se produzca transporte de sólidos. También los geosintéticos en su función de refuerzo permitirán, a través del tiempo, la disipación de los esfuerzos y reducción de tensiones en la subbase y mejoramiento de la capacidad de carga.

Según el documento ETL1110-1-189 del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, existen varios tipos de geomallas: geomallas extruídas (extruded), geomallas tejidas (woven), geomallas soldadas (welded) y compuestos de geomallas (geogrid composites). Las geomallas extruídas son formadas de láminas de polímero las cuales son perforadas, calentadas y estiradas en dos direcciones para mejorar sus propiedades físicas. Las geomallas tejidas son fabricadas de fibras de polímero tejidas y luego recubiertas para aumentar su resistencia a la abrasión. Las geomallas soldadas son fabricadas soldando las uniones de una malla de cintas extruídas de polímero. Finalmente, los compuestos de geomalla son geomallas formadas en combinación con otro geosintético para resolver una aplicación geotécnica en particular. De acuerdo a la experiencia internacional, las geomallas extruídas han tenido un mejor comportamiento estructural en aplicaciones de refuerzo de pavimentos.

Se han identificado tres mecanismos de refuerzo de las geomallas en el refuerzo de suelos y pavimentos: confinamiento lateral de las partículas, mejoramiento de la capacidad portante del terreno natural y el efecto membrana tensionada (ETL 1110-1-189).

Confinamiento Lateral

Este mecanismo se logra a través de la trabazón de las partículas granulares con el refuerzo. Las geomallas aumentan el módulo de la capa reforzada al confinar las partículas e impedir su movimiento natural ante la aplicación de las cargas vehiculares. La trabazón mecánica aumenta la rigidez de la base reduciendo las deformaciones verticales en la interfase inferior y los ahuellamientos en la superficie de rodadura.





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Mejoramiento de la Capacidad Portante del Terreno Natural

La rigidez de la geomalla permite distribuir las cargas aplicadas en una mayor área disminuyendo los esfuerzos cortantes y verticales en el terreno natural blando. Básicamente se traslada el plano de falla de la estructura del pavimento de un material no competente (blando) a materiales de mejor comportamiento estructural como la base/subbase.

Efecto Membrana Tensionada

Este mecanismo se presenta cuando ocurre un ahuellamiento o deformación considerable en el terreno natural debido a una carga vehicular, desarrollándose unos esfuerzos que son soportados por la resistencia a la tensión del refuerzo. Este efecto de membrana tensionada desarrolla en el refuerzo una resistencia vertical y un confinamiento hacia abajo, aumentando la resistencia al corte del terreno natural. Este mecanismo de refuerzo para desarrollarse necesita una deformación significativa de la superficie de la carretera, que no siempre es admisible en caminos pavimentados, y adicionalmente, el tráfico debe ser canalizado.

Hasta hace unos años, el efecto membrana tensionada se consideraba el mecanismo principal de refuerzo. Luego de años de investigación se ha determinado que cuando se quiere reforzar la capa granular el mecanismo principal es el confinamiento lateral. En el refuerzo de capas granulares las deformaciones en la estructura del pavimento son mínimas por lo que el efecto membrana tensionada no se alcanza a desarrollar. Cuando se quiere hacer un mejoramiento del terreno natural, los mecanismos principales son el mejoramiento de la capacidad portante y el efecto membrana tensionada.

De acuerdo al USACE y AASHTO, existen diferentes tipos de geomallas, no obstante que presentan una apariencia similar, pero no necesariamente tienen el mismo beneficio estructural. Por lo tanto, en caso de que el Ingeniero Responsable decida utilizar geosintéticos para la estabilización de suelos, analizará y sustentará la conveniencia de aplicación del tipo de geosintético que incluirá en su diseño, definiendo si se aplicará para una función drenante, filtro, anticontaminante, refuerzo o protección.



Anexo 9. Normativas para los respectivos ensayos

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.128
1999**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico

SOILS. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils

**1999-12-15
1ª Edición**

R.0077-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 2000-01-26

Precio basado en 23 páginas

I.C.S: 93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: análisis granulométrico, granulometría

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.129
1999**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales –INDECOPI
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

SOILS. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

**1999-12-15
1ª Edición**

R.0077-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 2000-01-26

Precio basado en 27 páginas

I.C.S: 93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: símbolos, unidades, terminologías, definiciones

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.145
1999**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

SOILS. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils

1999-12-29

1ª Edición

R.0086-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 2000-01-26

Precio basado en 18 páginas

I.C.S: 93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Descriptores: Relación de Soporte de California, Subrasante, Sub-base, Base, Resistencia del suelo, Diseño de Pavimento, Ensayos de aceptación, capacidad de soporte, evaluación de materiales, Valor Relativo de Soporte, Curva

Anexo 10. Certificados generales que acreditan los ensayos realizados en dichos laboratorios

Certificate PE22/819943976

The management system of

MTL GEOTECNIA S.A.C.

Calle La Madrid 264 Asc. Los Olivos. San Martín De Porres,
Lima, Perú.

has been assessed and certified as meeting the requirements of

ISO 9001:2015

For the following activities

**Servicio de laboratorio de ensayos de materiales y muestreo para
suelos, concreto y asfalto.**

**Materials testing and soil sampling laboratory service concrete and
asphalt.**

This certificate is valid from 24 March 2022 until 23 March 2025
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.
Recertification audit due a minimum of 60 days before the expiration date.
Issue 1. Certified since 24 March 2022.

Authorised by



SGS United Kingdom Ltd
Rossmore Business Park, Ellesmere Port, Cheshire CH65 3EN UK
t +44 (0)151 350-8666 f +44 (0)151 350-8600 www.sgs.com

21HC 9001 2015 0421

Page 1 of 1



This document is a Web version of SGS certificate for electronic use exclusively. It shall only be available by clicking on SGS Certification Mark which has been posted on Your website. It shall not be printed in anyway. This document is copyright protected. No content or appearance may be reproduced without the express written permission of SGS. Any misuse, alteration, forgery or falsification is unlawful.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

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

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Vicente Raso Lote 1 fundo El Cerrito, distrito y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo

Fecha de Acreditación: 14 de febrero de 2023

Fecha de Vencimiento: 13 de febrero de 2026



Instituto Nacional de Calidad
Instituto Nacional de Calidad
Instituto Nacional de Calidad
Instituto Nacional de Calidad

PATRICIA AGUIAR RODRIGUEZ

Directora General, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 27 de febrero de 2023





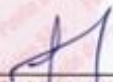

Código N° 041-2017-INACAL-DA
Código N° 046-2023-INACAL-DA
Registro N° 12 208

El presente certificado es susceptible de ser verificado en el Sistema de Información y Registro de Acreditación (SIRA) que se encuentra disponible en: www.inacal.gob.pe o en el sitio web de INACAL: www.inacal.gob.pe

La Dirección de Acreditación del INACAL es el Sistema de Acreditación de Laboratorio (SAL) que está sujeta a la Autoridad Competente (AC) de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y de la Asociación de Organismos de Normalización y Certificación de Laboratorio (AONEL).

DA-acr-06P-21F de 08

Anexo 11. Certificado de calibración de equipos usados para obtención de resultados.

 Laboratorio PP	Punto de Precisión SAC LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 Registro N° LC - 033
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1077-2023		
Página: 1 de 3		
Expediente	: 342-2023	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2023-10-18	
1. Solicitante	: MTL GEOTECNIA S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Dirección	: CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: EX24001	
Número de Serie	: B639089407	
Alcance de Indicación	: 24 000 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 1 g	
División de Escala Real (d)	: 0,1 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: MYE-LAB-BGR-01.01	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-10-17	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de MTL GEOTECNIA S.A.C. CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	
 PT-05 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	 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.		



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1077-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	23,9	24,7
Humedad Relativa	66,0	67,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0776-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-257-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-254-2023

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 22 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRADA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 ⁺ 1 (g)	12 000,02 g		Carga L2 ⁺ 24 000,01 g		
		ΔL (g)	E (g)	1 (g)	ΔL (g)	E (g)
		Inicial		Final		
		Temp. (°C)	24,7	24,5		
1	11 999,7	0,03	-0,30	24 000,0	0,07	-0,03
2	11 999,8	0,02	-0,19	23 999,9	0,03	-0,09
3	11 999,8	0,04	-0,21	23 999,9	0,04	-0,10
4	11 999,8	0,03	-0,20	24 000,0	0,08	-0,04
5	11 999,8	0,05	-0,22	23 999,9	0,02	-0,08
6	11 999,8	0,04	-0,21	23 999,9	0,04	-0,10
7	11 999,8	0,02	-0,19	23 999,9	0,03	-0,09
8	11 999,8	0,05	-0,22	23 999,9	0,05	-0,11
9	11 999,8	0,03	-0,20	23 999,9	0,04	-0,10
10	11 999,8	0,04	-0,21	23 999,9	0,03	-0,09
Diferencia Máxima		0,11		0,08		
Error máximo permitido ±		2 g		3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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.



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1077-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	4
3	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	24.5	24.1

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10.00	10.0	0.05	0.00	8 000.01	7 999.9	0.04	-0.10	-0.10
2		10.0	0.07	-0.02		8 000.1	0.06	0.08	0.10
3		10.0	0.06	-0.01		8 000.0	0.07	-0.03	-0.02
4		10.0	0.08	-0.03		7 999.6	0.03	-0.30	-0.36
5		10.0	0.07	-0.02		7 999.7	0.04	-0.30	-0.26

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : e = 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	24.1	23.9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10.00	9.9	0.03	-0.08	0.05	50.0	0.07	-0.02	0.06	1
50.00	50.0	0.06	-0.03	0.05	500.0	0.05	0.00	0.08	1
500.00	500.0	0.05	0.00	0.08	500.0	0.05	0.00	0.08	1
1 000.00	1 000.0	0.07	-0.02	0.06	1 000.0	0.08	-0.03	0.05	1
2 000.00	2 000.0	0.09	-0.04	0.04	2 000.0	0.06	-0.01	0.07	1
5 000.00	4 999.9	0.04	-0.09	-0.01	4 999.9	0.03	-0.08	0.00	1
7 000.01	6 999.9	0.02	-0.08	0.00	6 999.9	0.04	-0.10	-0.02	2
10 000.02	9 999.9	0.03	-0.10	-0.02	9 999.9	0.02	-0.09	-0.01	2
15 000.02	14 999.8	0.04	-0.21	-0.13	14 999.9	0.03	-0.10	-0.02	2
20 000.01	20 000.1	0.08	0.06	0.14	20 000.1	0.07	0.07	0.15	2
24 000.01	24 000.0	0.06	-0.02	0.06	24 000.0	0.06	-0.02	0.06	3

e.e.g. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,79 \times 10^{-7} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,68 \times 10^{-9} \text{ g}^2 + 4,05 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encorbado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-05 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 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.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2851-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 246-2023
Fecha de emisión : 2023-08-16

1. Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTE

Tipo de Indicación : DIGITAL

Alcance de Indicación : 0 mm a 25 mm

División de Escala : 0,01 mm

Marca : INSIZE

Modelo : 2112-25

Serie : 2511146066

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

CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
14 - AGOSTO - 2023

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición. 2001) del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA-C-032-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,6	25,6
Humedad %	65	65

7. Observaciones

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

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



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.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL-2851-2023

Página : 2 de 2

Resultados

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
mm	mm	mm
0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	0,00
2,00	2,01	0,01
3,00	3,01	0,01
5,00	5,01	0,01
8,00	8,00	0,00
10,00	10,00	0,00
12,00	12,01	0,01
15,00	15,00	0,00
20,00	20,00	0,00
25,00	25,01	0,01

Alcance de error de indicación (f_e) : 0,01 mm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
mm	mm	mm
25,00	25,01	0,01
	25,01	0,01
	25,00	0,00
	25,01	0,01
	25,00	0,00

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,01 mm
Incertidumbre de medición : $\pm 3 \mu\text{m}$

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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 PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-763-2023

Página: 1 de 3

Expediente	: 246-2023
Fecha de Emisión	: 2023-08-16
1. Solicitante	: MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección	: CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
2. Instrumento de Medición	: BALANZA
Marca	: Denver Instrument Company
Modelo	: AA-250
Número de Serie	: B032845
Alcance de Indicación	: 250 g
División de Escala de Verificación (e)	: 1 mg
División de Escala Real (d)	: 0,1 mg
Procedencia	: USA
Identificación	: MYE-LAB-BPQ-01.01
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: ÁREA DE QUÍMICOS
Fecha de Calibración	: 2023-08-14

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

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

ÁREA DE QUÍMICOS de MTL GEOTECNIA S.A.C.
CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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.



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-763-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,4	22,5
Humedad Relativa	64,0	64,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud E2)	PE22-C-1004-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 249,9814 g para una carga de 250,0000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 19 °C a 25 °C.
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 125,00000 g		Carga L2= 249,99994 g			
	I (g)	ΔL (mg)	I (g)	ΔL (mg)		
	Temp (°C)		Temp (°C)			
		22,4	22,4			
1	125,0052	0,0	5,2	250,0096	0,0	9,7
2	125,0047	0,0	4,7	250,0087	0,0	8,8
3	125,0046	0,0	4,8	250,0086	0,0	8,9
4	125,0044	0,0	4,4	250,0091	0,0	9,2
5	125,0045	0,0	4,5	250,0094	0,0	9,5
6	125,0046	0,0	4,6	250,0083	0,0	8,4
7	125,0045	0,0	4,5	250,0080	0,0	8,1
8	125,0045	0,0	4,5	250,0081	0,0	8,2
9	125,0047	0,0	4,7	250,0085	0,0	8,8
10	125,0046	0,0	4,6	250,0085	0,0	8,6
Diferencia Máxima		0,8		1,9		
Error máximo permitido ±		2 mg		3 mg		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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.



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-763-2023

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_c				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (mg)	E_c (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)
1	0,01000	0,0101	0,0	0,1	79,99998	80,0039	0,0	3,9	3,8
2		0,0113	0,0	1,3		80,0043	0,0	4,3	3,0
3		0,0116	0,0	1,6		80,0045	0,0	4,5	2,9
4		0,0100	0,0	0,0		80,0051	0,0	5,1	5,1
5		0,0104	0,0	0,4		80,0032	0,0	3,2	2,8

Temp. (°C) Inicial: 22,4 Final: 22,5

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: \pm 2 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				\pm emp (mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	
0,01000	0,0111	0,0	1,1						
0,05000	0,0515	0,0	1,5	0,4	0,0517	0,0	1,7	0,8	1
0,50000	0,5020	0,0	2,0	0,9	0,5018	0,0	1,8	0,7	1
2,00001	2,0017	0,0	1,7	0,6	2,0019	0,0	1,9	0,8	1
10,00001	10,0020	0,0	2,0	0,9	10,0023	0,0	2,3	1,2	1
20,00001	20,0025	0,0	2,5	1,4	20,0019	0,0	1,9	0,8	1
49,99997	50,0043	0,0	4,3	3,2	50,0047	0,0	4,7	3,6	1
99,99999	100,0066	0,0	6,6	5,5	100,0069	0,0	6,9	5,8	2
149,99996	150,0085	0,0	8,5	7,4	150,0082	0,0	8,2	7,1	2
199,99997	200,0086	0,0	8,6	7,5	200,0088	0,0	8,8	7,7	2
249,99994	250,0010	0,0	1,1	0,0	250,0010	0,0	1,1	0,0	3

Temp. (°C) Inicial: 22,5 Final: 22,5

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,45 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,16 \times 10^{-1} \text{ mg}^2 + 3,29 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E: Error encontrado E_c : Error en cero E_c : Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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.



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/09/01
Solicitante	AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Dirección	CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	BALANZA NO AUTOMÁTICA
Identificación	NO INDICA
Intervalo de indicación	30000 g
División de escala Resolución	1 g
División de verificación (e)	1 g
Tipo de indicación	ELECTRÓNICO
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	R21PE30ZH
N° de serie	88357860165
Procedencia	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2023/09/01
Método/Procedimiento de calibración	"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido ni difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arvelo Carr.
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 201-6480 / Cel: +51 989 396 795 / Cel: +51 925 231 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Juan Carlos Fierro Ojeda Agostini
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 123351



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/09/01

Solicitante AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA

Identificación NO INDICA

Marca Prensa KAIZA CORP

Modelo NO INDICA

Serie 2019-21

Celda de Carga ZEMIC

Modelo H3-C3-S-0T-68

Indicador WEIGHING INDICATOR

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Fecha de calibración 2023/09/01

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Camero
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 351 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Juan Carlos Pardo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 123351



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 5

Fecha de emisión: 2023/09/01

Solicitante: AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección: CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición: HORNO

Identificación: NO INDICA

Marca: PYS EQUIPOS EIRL

Modelo: STHX-2A

Serie: 157103

Cámara: 136 LITROS

Ventilación: NATURAL

Pinómetro: DIGITAL

Procedencia: CHINA

Ubicación: LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración: CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Fecha de calibración: 2023/09/01

Método/Procedimiento de calibración:
- SNM - PC-018 2da Ed. 2009 - Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición y de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Auoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR: 123351



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-133-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2023/06/16

Solicitante: **AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Dirección: **CALLES FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO**

Instrumento de medición: **BALANZA**

Identificación: **NO INDICA**

Intervalo de indicación: **30000 g**

División de escala Resolución: **1 g**

División de verificación (s): **1 g**

Tipo de indicación: **Digital**

Marca / Fabricante: **S-SCALE**

Modelo: **Q500-30**

N° de serie: **0240047011**

Procedencia: **CHINA**

Ubicación: **Laboratorio de Nuestras**

Lugar de calibración: **CHICLAYO**

Fecha de calibración: **2023/06/16**

Método/Procedimiento de calibración:
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase II y III" (PC-001) del SNM-INOSCOPL, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesar de Funcionamiento no Automático (NMP 003:2009)"

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al calcularlos se consideró el error en su momento recibido por los instrumentos e intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los errores que pueda ocasionar al uso indebido de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido ni difundido parcialmente, incluso con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Justo C. Fierro Ayesta
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Avda. 15ta. Calle Pisco de San Diego 885 C/14013, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 81 555 777 / Fax: +51 81 555 777 / Email: info@amzing.com
www.amzing.com



Justo Carlos Fierro Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Anexo 12. Certificados Indecopi de los laboratorios utilizados para la obtención de resultados.



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00132076

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 020612-2021/DSD - INDECOPI de fecha 16 de julio de 2021, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación M MTL GEOTECNIA MATERIAL TESTING LABORATORY y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de ingeniería; servicios de laboratorio para análisis del suelo, concreto y asfalto; servicios e informes de laboratorio para el análisis de las propiedades de un terreno, ensayos de materiales para la construcción y mecánica de rocas; servicios de investigación y consultoría en la ingeniería civil y geotécnica

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0897321-2021

Titular : MTL GEOTECNIA S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 16 de julio de 2031

Tomo : 0661

Folio : 090



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi aplicando lo dispuesto por el Art 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2013-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: **02101y01f**

Pág. 1 de 1



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00119315

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 028262-2019/DSD - INDECOPI de fecha 14 de noviembre de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación AMAZING y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de construcción

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0818096-2019

Titular : AMAZONAS INGENIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

País : Perú

Vigencia : 14 de noviembre de 2029

Tomo : 0597

Folio : 129

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

Estimado Usuario,

Para cuidar el registro obtenido, le recomendamos tener en cuenta, entre otros aspectos, la siguiente información:

a) Uso de la marca

- ✓ Cualquier persona interesada puede solicitar la **cancelación por falta de uso** del registro otorgado, si han transcurrido tres (03) años durante los cuales **la marca no ha sido utilizada**.
- ✓ Frente a una solicitud de cancelación del registro, **usted deberá demostrar** que viene usando la marca de lo contrario, el registro será cancelado y perderá el derecho sobre la marca.
- ✓ **El uso** de la marca **debe ser demostrado** con conformidad con lo establecido en el artículo 165 y siguientes de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, Régimen Común Sobre Propiedad Industrial.

b) Actualización de datos del titular

- ✓ En caso exista algún cambio respecto de su domicilio procesal durante el plazo de vigencia del registro otorgado, deberá informarlo a la Dirección de Signos Distintivos.
- ✓ Es importante que informe respecto del cambio de su **domicilio procesal** toda vez que, en caso algún tercero solicitara la cancelación o nulidad del registro otorgado se le notificará al último domicilio procesal consignado por usted, y esta notificación se tendrá por válida.

c) Renovación del registro

- ✓ La vigencia del registro otorgado es de diez (10) años **renovables**.
- ✓ Si desea renovar su registro, debe hacerlo dentro de los seis (06) meses anteriores o dentro de los seis (06) meses posteriores al vencimiento del registro.
- ✓ Si no solicita la renovación de su registro, **éste caducará** y usted perderá el derecho sobre el mismo.

d) Lemas comerciales

- ✓ La cancelación, nulidad o caducidad del registro de una marca a la que se vincula un lema comercial, determinará también la cancelación, nulidad o caducidad respectivamente, del registro de lema comercial, aun cuando no haya vencido el plazo de diez (10) años de vigencia del mismo.

Recuerde que en INDECOPI trabajamos para proteger los derechos de propiedad intelectual de todos nuestros usuarios.

Anexo 13. Solicitudes y permisos para la obtención de los materiales necesarios para la investigación

 **Universidad
César Vallejo**



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Chiclayo, 16 de agosto del 2023

CARTA N° 015-2023-UCV-VA-P16-F02/CCP

Señor,
C.P.C. WALTER CULQUI CARRERA
Gerente General Azucarera Pomalca
Pomalca 14006 - Carretera Chiclayo, Chongoyape - Chota

Asunto: Solicito obtención bagazo de caña de azúcar

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo y en el mío propio, desearte éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar el apoyo facilitando 15 sacos de bagazo de caña de azúcar, a los estudiantes **GOMEZ ALARCON ABRAHAM ANTONIO** con DNI: 73305769, código: 7002324619 y **CARRANZA FERNANDEZ JOSELITO** con DNI: 76127076, código: 7001224842, necesario para el desarrollo del proyecto de investigación **"Aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para optimizar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque"**, para la obtención de su título profesional.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



Mgr. Ing. Robert Edinson Suclupe Sandoval
Jefe del Programa Académico de Ingeniería Civil
UCV – Filial Chiclayo

cc: Archivo PAIC.

www.ucv.edu.pe



OFICIO N° 001-2023-AAGA

Picsi, 04 de Octubre del 2023



1:16 p.m.

Sr. JUAN CORONADO SANCHEZ
Alcalde de la Municipalidad Distrital de Picsi

SOLICITÓ: Permiso para hacer un estudio de Suelo en una trocha de 10 km de largo ubicadas desde la Av. Capote hacia el Centro Poblado Eureka – Picsi ubicada en las siguientes coordenadas.

- Punto Inicial: Latitud 6°43'11.48" S y Longitud 79°47'59.50" O
- Punto Final: Latitud 6°43'41.25" S y Longitud 79°48'10.98" O

Nosotros, **ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN** con DNI N° 73305769 y **JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ** con DNI N° 76127076 con número de celular 918629864 alumnos de la Universidad César Vallejo – Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nos presentamos ante usted con el debido respeto para exponerle siguiente:

Que solicitó permiso para realizar estudio de suelos en la Trocha mencionada a través de los puntos mencionados – PICSÍ, con el fin de desarrollar mi Proyecto de Investigación nombrado: "APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA OPTIMIZAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLES, LAMBAYEQUE", y así este proyecto poder culminar satisfactoriamente con mis estudios académicos del presente año.

El estudio consta de hacer DIEZ CALICATAS en el DISTRITO DE PICSÍ.

De antemano le agradezco su gentil aceptación a este pedido.

Atentamente

Joselito Carranza Fernandez
DNI N° 76127076

Abraham Antonio Gómez Alarcón
DNI N° 73305769



**MUNICIPALIDAD
DISTRITAL DE PÍCSI**

Creado el 12 de Noviembre de 1823

Unidos en el Bicentenario

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ESTUDIOS DE SUELOS

EXP. N° 2795-2023

EL JEFE DEL AREA DE SUBGERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL DE LA
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PÍCSI, QUIEN SUSCRIBE:

A U T O R I Z A

A los estudiantes de la Universidad César Vallejo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los **SR. ABRAHAM ANTONIO GÓMEZ ALARCÓN**, identificado con DNI N° 73305769 y el **SR. JOSELITO CARRANZA FERNANDEZ**, identificado con DNI N° 76127076, para que realicen los trabajos de estudio de mecánica de suelos en el camino vecinal tramo Capote – C.P. Eureka.

Estos estudios se realizan con el fin de desarrollar el proyecto de investigación: **"APLICACIÓN DE CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS MICRO ESTRUCTURALES Y PROPIEDADES DE SUELOS COLAPSABLES, LAMBAYEQUE.**

Pícsi, 16 de octubre del 2023



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PÍCSI
Sub Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural
Ing. Javier Humberto Colchado Rojas
C/P. 44898
SUB GERENTE



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CUBAS ARMAS MARLON ROBERT, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar las características microestructurales y propiedades de suelos colapsables, Lambayeque", cuyos autores son CARRANZA FERNANDEZ JOSELITO, GOMEZ ALARCON ABRAHAM ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 04 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CUBAS ARMAS MARLON ROBERT DNI: 43238974 ORCID: 0000-0001-9750-1247	Firmado electrónicamente por: CARMASMAR el 11- 12-2023 19:45:45

Código documento Trilce: TRI - 0681154