



Universidad  
Señor de Sipán

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

**TESIS  
INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE  
MAIZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS  
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO**

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

**Autores**

Bach. Anton Valdivieso Christopher Brahiam  
<https://orcid.org/0000-0002-2288-0710>

Bach. Diaz Perales Diana Graciela  
<https://orcid.org/0000-0002-9526-648X>

**Asesor**

**Mg. Chilón Muñoz Carmen**  
<https://orcid.org/0000-0002-7644-4201>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y la  
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e  
Infraestructura**

**Pimentel – Perú**

**2024**

**INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAIZ Y EMULSIONES  
ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO**

**Aprobación del jurado**

---

MG. CHAVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MG. RUIZ SAAVEDRA NEPTON DAVID

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

**Vocal del Jurado de Tesis**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos egresados del Programa de Estudios de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

### INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAIZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Anton Valdivieso Cristopher Brahiam	DNI: 71278039	
Diaz Perales Diana Graciela	DNI: 76005951	

Pimentel, 25 de Febrero de 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

**Anton Christopher- Diaz Diana.pdf**

AUTOR

**ANTON CRISTOPHER - DIAZ DIANA**

RECuento DE PALABRAS

**7936 Words**

RECuento DE CARACTERES

**41632 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**31 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**462.9KB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 25, 2024 5:37 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 25, 2024 5:38 PM GMT-5**

● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

## **Dedicatoria**

Con profundo cariño y gratitud, dedico este trabajo a mis amados padres, cuyo amor incondicional y constante apoyo han sido el motor de mi trayectoria académica. Su sacrificio y ejemplo han sido mi inspiración en cada paso de este camino. También, agradezco a Dios por Su presencia constante y por ser mi guía y fortaleza en los momentos de adversidad. Su amor y protección han sido mi luz en los momentos más oscuros y mi alegría en los triunfos. A ellos dedico este logro, en reconocimiento a su inquebrantable apoyo y amor.

***Anton Valdivieso Cristopher.***

Es un gran orgullo dedicar este trabajo de investigación a mis padres, por haberme motivado y apoyado incondicionalmente a seguir adelante. Es para mí una gran satisfacción ser parte de su vida y poder superarme en este proceso de mi carrera universitaria.

***Diaz Perales Diana Graciela***

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, por ser mi guía y fortaleza durante este viaje académico, brindándome la sabiduría y la fuerza para superar los desafíos. Agradezco también a mis estimados docentes, puesto que sus enseñanzas y orientaciones han sido invaluable en mi desarrollo profesional. Un agradecimiento especial a mi asesor, cuya orientación experta y apoyo constante fueron cruciales para el éxito de este proyecto. A todos ellos, mi más sincero agradecimiento por su contribución a mi crecimiento personal y académico.

***Anton Valdivieso Christopher***

A mis padres por darme la oportunidad de convertirme en profesional y por animarme a seguir adelante. A mis hermanas porque a pesar de nuestras luchas, siempre estaremos juntas. Mis abuelos y tíos que me dieron la fuerza que necesitaba para seguir adelante cada día.

***Diaz Perales Diana Graciela***

## Índice

Dedicatoria .....	4
Agradecimientos .....	5
Índice de tablas .....	8
Índice de figuras.....	9
Índice de fórmulas.....	10
Resumen.....	11
Abstract.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Formulación del problema .....	19
1.3. Hipótesis .....	19
1.4. Objetivos .....	20
1.5. Teorías relacionadas al tema .....	20
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	26
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	26
2.2. Variables, Operacionalización .....	27
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección .....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...	30
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	32
2.6. Criterios éticos .....	35
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
3.1. Resultados .....	36
3.2. Discusión.....	39
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
4.1. Conclusiones.....	42
4.2. Recomendaciones .....	43
REFERENCIAS .....	44
ANEXOS .....	50

## Índice de tablas

<b>Tabla I</b> Operacionalización de la Variable.....	28
<b>Tabla II</b> Cuantía Muestral al Suelo Natural .....	30
<b>Tabla III</b> Cuantía Muestra al Suelo Estabilizado .....	30
<b>Tabla IV</b> Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	31
<b>Tabla V</b> Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo Natural.....	36

## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> Diagrama de flujo de procesos .....	33
<b>Fig. 2.</b> Resistencia a la compresión no confinada a distintas temperaturas .....	36
<b>Fig. 3.</b> Efecto de CzMM sobre COH y DMS.....	37
<b>Fig. 4.</b> Efecto de la CzMM sobre la capacidad de soporte del suelo natural CBR saturado.	37
<b>Fig. 5.</b> Efecto de CzMM + AsE sobre COH y MDS.....	38
<b>Fig. 6.</b> Efecto de AsE + 8% CzMM en la capacidad portante (CBR) del suelo natural saturado .....	39

## Índice de fórmulas

Fórmula 1. Alfa de Cronbach.....	31
----------------------------------	----

## Resumen

Actualmente existen importantes investigaciones para identificar como la ceniza de mazorca de maíz (CzMM) y emulsión asfáltica (AsE) influye en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo en todo el mundo, usualmente en suelos arcillosos. Ahora, la CzMM como la AsE resultaría ser provechoso para el medio ambiente, asimismo, ayudaría a generar nuevas fuentes alternativas para estabilizar suelos. El objetivo principal fue evaluar las propiedades mecánicas del suelo mediante la incorporación de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en diferentes porcentajes. La metodología fue de tipo aplicada, con un diseño experimental. Se elaboraron un total 108 muestras que fueron sometidas a ensayos mecánicos. Los resultados revelaron que el suelo estudiado era arcilloso; asimismo, se determinó que la temperatura óptima de quemado de la ceniza de mazorca de maíz fue de 750°C. El porcentaje óptimo de ceniza de mazorca de maíz se estableció en un 8%, con mejoras significativas en la capacidad de soporte del suelo. Al mismo tiempo, la adición del 8% de ceniza y 10 de emulsión condujo a mejoras en la densidad máxima seca y resistencia del suelo, aunque se observaron variaciones según la concentración de los materiales añadidos. Concluyendo que, la ceniza de mazorca de maíz y las emulsiones asfálticas resultarían ser viables como alternativas para la mejora de suelos arcillosos.

**Palabras Clave:** Cenizas de mazorca de maíz, emulsión asfáltica, propiedades mecánicas, suelos.

## **Abstract**

Currently, there is important research to identify how corn cob ash (CzMM) and asphalt emulsion (AsE) influence the improvement of soil mechanical properties worldwide, usually in clay soils. Now, CzMM like AsE would prove to be beneficial to the environment and would also help to generate new alternative sources for soil stabilization. The main objective was to evaluate the mechanical properties of the soil by incorporating corn cob ash and asphalt emulsions in different percentages. The methodology was of the applied type, with an experimental design. A total of 108 samples were prepared and subjected to mechanical tests. The results revealed that the soil studied was clayey; likewise, it was determined that the optimum burning temperature of the corn cob ash was 750°C. The optimum percentage of corn cob ash and asphalt emulsions in different percentages was 750°C. The optimum corn cob ash percentage was established at 8%, with significant improvements in soil bearing capacity. At the same time, the addition of 8% ash and 10 % emulsion led to improvements in maximum dry density and soil strength, although variations were observed depending on the concentration of the added materials. In conclusion, corn cob ash and asphalt emulsions would prove to be viable alternatives for the improvement of clay soils.

**Keywords:** Corn cob ashes, asphalt emulsion, mechanical properties, soils.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

El suelo desempeña un papel esencial tanto en la agricultura como en la ingeniería, y su resistencia es crucial para determinar la idoneidad de una estructura en un determinado lugar. Cuando el suelo presenta baja resistencia, se requieren técnicas de estabilización para fortalecerlo, lo que es fundamental antes de cualquier proyecto de construcción [1]. Ahora bien, si la resistencia del suelo es pobre, generalmente se requiere estabilización. El cemento, las cenizas volantes, la cal, las fibras, etc. se utilizan normalmente para la estabilización del suelo [2].

La estabilización del suelo no solo es importante para la construcción, sino que también tiene implicaciones prácticas en otros campos. Al fortalecer el suelo, se incrementa su capacidad para soportar cargas pesadas sin deformarse, lo que lo hace adecuado para la construcción de cimientos, carreteras y otras infraestructuras [3]. Asimismo, la aplicación de residuos agrícolas como las cenizas de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas se ha evidenciado como una opción económica viable para la construcción, reduciendo significativamente los costos y cumpliendo con los estándares de calidad establecidos (ASTM) [4, 5].

Estudios realizados mencionan que, incorporar nuevos métodos de estabilización del suelo no solo beneficia al medio ambiente y a la economía, sino que también garantiza la seguridad y durabilidad de las infraestructuras viales, ya que una buena estabilización permitiría cumplir con los estándares establecidos para evitar problemas futuros y garantizar la eficacia de las técnicas [6].

Entre tanto, en el Perú, la carencia de carreteras y caminos es un obstáculo. En el país, la diferencia entre la Red Vial Nacional (80%) y Departamental (13%) es notable [7]; asimismo, esta brecha refleja la necesidad de mejorar el mantenimiento vial, lo que limita el desarrollo económico y la conectividad [8, 9]; al mismo tiempo, investigaciones recientes en

búsqueda del mejoramiento de las pavimentaciones han empleado las cenizas de mazorca de maíz para beneficiar la calidad del suelo, obteniéndose en sus resultados una reducción en la plasticidad (42%) y aumentando la capacidad de carga (62%) [10].

De hecho, la estabilización del suelo es crucial para mejorar la infraestructura vial y facilitar el transporte y el comercio [11]. Muchas investigaciones buscan soluciones para los suelos inestables, utilizando métodos que aumenten la capacidad de soporte y mejoren el comportamiento frente a las cargas vehiculares. Es fundamental invertir en infraestructura vial para impulsar el crecimiento económico y elevar el bienestar de las comunidades rurales [12, 13].

Finalmente, en Lambayeque, los accidentes viales aumentan debido al mal estado de las vías, lo que ha llevado a buscar alternativas para mejorar la capacidad del suelo y garantizar una infraestructura vial más segura y duradera, anticipándose a desafíos futuros como cambios climáticos. Estas soluciones se enfocan en desarrollar métodos que no solo reparen las deficiencias actuales en las carreteras, sino también protejan contra posibles deterioros adicionales, promoviendo así la movilidad segura y sostenible en la región [14].

De otro modo, para la seguridad ambiental y el desarrollo sostenible, los investigadores han estudiado las Cenizas de Mazorca de Maíz (CzMM) y Emulsiones Asfálticas (AsE) con la finalidad de mejorar el comportamiento mecánico de los suelos. Desde esta perspectiva:

Internacionalmente, Rasoul et al. [15] tuvieron como finalidad examinar los efectos de la CzMM de maíz en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso. La metodología fue de tipo aplicada (apl.), con un diseño experimental (DE). Se añadieron cenizas en porcentajes de 5, 10, 15 y 20% al suelo. Se realizaron pruebas de Atterberg, proctor estándar y resistencia a la compresión. Los resultados encontraron que el índice plástico disminuyó con la adición de ceniza hasta el 5%; además, redujo la densidad aparente seca ( $1.73 \text{ g/cm}^3$ ) y aumentó el contenido de humedad óptimo (28.5%); por otro lado, la resistencia aumentó. Concluyendo que, el 5% de ceniza y un curado de 14 días permitieron mejorar las propiedades mecánicas

del suelo arcilloso.

Thajeel et al. [16] tuvieron como objetivo explorar el comportamiento de los suelos arcillosos mediante AsE. La metodología fue de tipo apl., DE. Se probaron porcentajes del 2, 4, 6, 8 y 10%. Luego, se sometieron a ensayos físicos y mecánicos. Los resultados demostraron que el 10% de AsE resultó en una disminución del 58% en la presión y del 78% en el potencial de expansión. Además, se observó que el factor de mejora de expansión y contracción fue superior al 75%. Por otro lado, el límite plástico, peso seco y contenido de agua aumentaba con el incremento de AsE. Concluyendo que, el AsE beneficia a suelos arcillosos-expansivos ya que mejora la resistencia a la compresión.

Yifru et al. [4], tuvieron como objetivo examinar la CzMM como sustituto del cemento para estabilizar una arcilla expansiva. La metodología fue de tipo apl., DE. La CzMM. Se añadieron proporciones de CzMM de 2, 4, 6 y 8. Asimismo, se efectuaron pruebas puzolánicas y mecánicas. Los resultados reflejaron que la proporción óptima que demostró el mejor efecto en la resistencia de la subrasante estabilizada fue de 1:2, que contenía un 2.7% de cemento y un 5.3% de CzMM. Con esta relación, el CBR de la muestra aumentó del 2.62% al 6.72%. Por lo tanto, se concluyó que la CzMM puede ser un complemento eficaz para reemplazar parcialmente el cemento en la estabilización de subrasantes.

Tarigan and Syahril [17] tuvieron como objetivo examinar el comportamiento mecánico del suelo al ser tratado con calcita y AsE. La metodología fue cuantitativa, diseño experimental. Se empleó calcita en porcentajes del 6, 9, 12, 15 y 18%, y la AsE se mantuvo en un 8%. Los resultados mostraron en el suelo estabilizado una disminución del 81% en el índice de plasticidad; asimismo, el contenido de agua se redujo, oscilando entre el 22% y el 30%; y finalmente, se observó un aumento del 120% en el valor de CBR para las muestras no saturadas y un aumento del 211% para las saturadas. Concluyendo que, la calcita y AsE permite mejorar las propiedades de suelo arcillosos con fines de pavimentación.

Singh [1], tuvo como objetivo estabilizar suelos arcillosos mediante la adición de CzMM y carburo de calcio. La metodología utilizada fue cuantitativa, tipo aplicada y diseño

experimental. Se probaron diferentes porcentajes de CzMM y carburo, desde 0% hasta 10%, y se evaluó el CBR. Los resultados demostraron que el 10% de CzMM y carburo de calcio aumentó el CBR del suelo, con valores entre 301 kN/m<sup>2</sup> y 497 kN/m<sup>2</sup> para 7 y 28 días respectivamente. Estos valores representan un incremento del 3.9 y 1.5 veces respecto al patrón. Concluyendo que, la adición de CzMM ha demostrado un impacto positivo en el CBR, aumentando la capacidad de soporte del suelo hasta 3.9 veces más que el suelo sin tratar.

Hussain et al. [18] el objetivo principal fue evaluar el rendimiento del suelo al incorporar CzMM. La metodología fue aplicada, diseño experimental. La CzMM se mezcló con la arcilla bentonítica en porcentajes variables del 0.5%, 1% y 2% del peso seco del suelo. Se sometieron a pruebas de Proctor y CBR. Los hallazgos evidenciaron que al aumentar el contenido de CzMM, la humedad disminuye y la densidad aumenta; además, con un 0,5% de CzMM mostró un CBR más alto; luego, el 2% de CzMM aumentó ligeramente el potencial de hinchamiento. Concluyendo que, la CzMM mejoró las propiedades del suelo, aunque dosis altas pueden aumentar el potencial de hinchamiento, lo que requiere mayor investigación.

Erwanto et al. [19], el objetivo principal fue mejorar el rendimiento del suelo empleando CzMM, fibra de palma y silicato de sodio. La metodología fue aplicada, experimental. Se evaluaron las características físicas y su capacidad de carga. Los resultados indicaron que el 0,2% de fibra, 2% de CzMM y 3% de silicato aumentó la capacidad de carga en un 9,73%; además, el 0,2% de fibra, 4% de CzMM y 3% de silicato resultó en un aumento del 19,91% en la capacidad de carga; luego, el 0,2% de fibra, 6% de CzMM y 3% de silicato incrementó la capacidad de carga del suelo en un 22,30% respecto a la muestra patrón. Concluyendo que, a mayores proporciones de CzMM la capacidad de carga del suelo se ve favorecida, siendo el óptimo porcentaje del 6%.

Gálvez [20] tuvieron como objetivo analizar los efectos de incorporar AsE y limaduras de acero en suelos destinados a subrasantes. La metodología fue de tipo apl., DE; asimismo, se probaron porcentajes del 1, 2, 4, 8 y 15 para las limaduras y 3, 6, 9, 13 y 18% para AsE. Los resultados evidenciaron su valor máximo con una concentración del 15% de limadura, lo

que resultó un aumento del CBR en un 189.47% con respecto al suelo natural; por otro lado, el 13% de AsE mostró un aumento en el CBR, registrando un incremento del 236.84%. Concluyendo que, la incorporación de las limaduras y AsE permite cumplir con los estándares establecidos por la norma CE.010 para Pavimento Urbano.

En el Perú, Quispe [10] tuvo como objetivo examinar las características de los suelos expansivos utilizando CzMM. La metodología fue de tipo apl., DE. Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica. Posteriormente, se realizaron pruebas mecánicas en el suelo, tanto sin y con CzMM. Los resultados revelaron una reducción del índice de plasticidad del 42% con un 10% de CzMM; del mismo modo, se observó una mejora del CBR en un 62% con un 8% de CzMM. Concluyendo que, los suelos pueden ser mejorados mediante la incorporación proveniente de ceniza de mazorca de maíz sin causar daños al ecosistema de ríos y montañas.

García and Gómez [21], tuvieron como objetivo mejorar el suelo arcilloso mediante la adición de AsE. La metodología fue aplicada, diseño experimental. Se añadieron porcentajes del 2, 3 y 4 a la muestra de suelo arcilloso. Los parámetros evaluados fueron del Proctor Modificado y el CBR. Según los indican un aumento del CBR a niveles del 7.6%, 11.8% y 15.5% cuando se agregó emulsión asfáltica catiónica en proporciones del 2%, 3% y 4%, respectivamente. Concluyendo que, el suelo arcilloso tratado con AsE superó el 6% establecido por el MTC para ser considerado parte de la estructura del pavimento.

Julca [13], tuvieron como objetivo analizar el comportamiento del suelo arcilloso utilizando CzMM y carbón molido. La metodología fue aplicada y experimental. Se evaluó el CBR del suelo. Los resultados revelaron que el tipo de suelo corresponde a AASHTO A-1-b (0), con límite líquido (LL) de 29%, plástico (LP) de 21% e índice de plasticidad (IP) de 8%, con un CBR al 100% de 17.5%. Del mismo modo, los ensayos realizados en el suelo natural adicionando CzMM y carbón en porcentajes del 6%, 11% y 16%, respectivamente, mostraron un CBR del 40.2%, 51% y 59.2%, superando el valor del CBR del suelo al natural. Concluyendo que, la incorporación de las CzMM permite mejorar el comportamiento del suelo

arcilloso.

Araujo and Chancha [22], tuvieron como objetivo evaluar como la adición de AsE y cemento mejora el suelo. La metodología fue de tipo apl., DE. Los resultados revelaron que el 5% de AsE, permitió aumentar la densidad del suelo, alcanzando un valor de  $2.608 \text{ g/cm}^3$ ; al mismo tiempo, en el CBR varió del 11.43% al 58.31%; luego, la combinación del 5% de cemento y 5% de AsE, redujo la densidad en un 11.80%, y en el CBR valores del 11.43% al 76.57%. Concluyendo que, la estabilización de suelos con AsE y cemento varía significativamente, lo que permite una mejor calidad del pavimento.

Hurtado [23], tuvieron como finalidad estudiar el impacto de distintos porcentajes de CzMM en propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos. La metodología fue cuantitativa, diseño experimental. Se añadieron porcentajes de CzMM. Los resultados indican que la adición del 21% de CzMM reduce el índice de plasticidad en un 9.970%, además, en el ensayo de proctor revela un aumento en la densidad seca a  $1.85 \text{ g/cm}^3$ , con un óptimo de humedad del 9.44%; asimismo, el CBR aumentó en un 14.704%. Concluyendo que, utilizar CzMM en porcentajes específicos permite mejorar tanto las propiedades físicas como mecánicas de los suelos arcillosos.

Rosales [24], tuvieron como objetivo mejorar una subrasante mediante la adición de CzMM y cáscara de maní. La metodología fue aplicada, diseño cuasi experimental. Se seleccionaron 3 calicatas. Las fueron del 5, 10 y 15% para la CzMM, y de 3, 6 y 9% para la cáscara de maní. Los resultados demostraron una mejora en el Proctor Modificado, Límites de Atterberg y CBR, siendo más destacado este último, con un incremento del 6.1% al 8.3%. Además, se evidenció una reducción en el Índice de Plasticidad IP), que varió del 9.9% al 5.8%. Concluyendo que, tanto la CzMM como la cáscara de maní influyen en el mejoramiento de las subrasantes de baja capacidad portante.

En el contexto de Chiclayo, Surco [25] planteó evaluar cómo la AsE y el tereftalato de polietileno (PET) influyen en el fortalecimiento de las propiedades mecánicas del suelo. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se extrajeron muestras de suelo de 5

calicatas; y se realizó un análisis físico y mecánico. Las proporciones empleadas fueron del 3, 6, 9 y 12% para la AsE y 2, 4, 6 y 8% para el PET. Los resultados reflejaron que la óptima proporción fue del 6% de AsE y 2% de PET; alcanzando una densidad de 1.867 g/cm<sup>3</sup>, y su CBR fue del 19.9%. Concluyendo que, el uso de estas sustancias sí mejora la capacidad de carga de los suelos clasificados como tipo SM.

Por otro lado, hasta el momento no se han llevado a cabo investigaciones donde combinan las CzMM y AsE, lo cual subraya la importancia de este estudio para agregar nuevos conocimientos en este campo en particular.

Además, el estudio presenta justificaciones sustanciales y relevantes. Técnicamente, propone soluciones innovadoras para fortalecer el suelo, lo que podría impulsar la eficiencia y sostenibilidad en la construcción. Socialmente, mejora la infraestructura para la seguridad y desarrollo comunitario, promoviendo la conectividad entre áreas urbanas y rurales. Ambientalmente, la reutilización de residuos fomenta la sostenibilidad y reducen la contaminación. Económicamente, ofrece métodos más rentables de construcción; es decir, es esencial para asegurar la seguridad, durabilidad y excelencia en la infraestructura.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera influye el 8% de ceniza de mazorca de maíz y 10% de emulsiones asfálticas en las propiedades mecánicas del suelo?

## **1.3. Hipótesis**

**H<sub>1</sub>:** La incorporación de la ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en porcentajes de 4%, 6%, 8%, 12% y 5%, 10%, 15%, 20% respectivamente influyen significativamente en las propiedades mecánicas del suelo.

**H<sub>0</sub>:** La incorporación de la ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en porcentajes de 4%, 6%, 8%, 12% y 5%, 10%, 15%, 20% respectivamente no influyen significativamente en las propiedades mecánicas del suelo.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar la influencia de la ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en las propiedades mecánicas del suelo.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las características físico - mecánicas del suelo natural.
- Determinar la temperatura optima de quemado de la ceniza de mazorca de maíz.
- Establecer el porcentaje óptimo de ceniza de mazorca maíz.
- Determinar el comportamiento mecánico del suelo incorporando el óptimo porcentaje de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%.
- Estimar la dosificación ideal de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas para mejorar las propiedades mecánicas del suelo.

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

### **- Desarrollo Sostenible**

La industria de la construcción está comprometida a jugar un papel activo a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente aquellos vinculados al desarrollo de la infraestructura, la gestión de recursos y la preservación del medio ambiente. Para lograr la sustentabilidad en la construcción, es necesario implementar un enfoque de ciclo de vida completo tanto para los edificios como para los materiales de construcción, promoviendo su reutilización o reciclaje [26].

### **- Suelo**

La principal característica que se busca en los suelos es su capacidad para soportar cargas, lo cual requiere que posean propiedades físicas y geotécnicas favorables. Sin

embargo, como señala Deepak et al. [27], se ha observado que muchas estructuras construidas sobre suelos débiles han experimentado fallos. Estas fallas pueden ocurrir durante la construcción o después de que esta haya finalizado, debido a aspectos inadecuados o pasados por alto en el diseño de ingeniería. Como indican Small and Poulos [28], dado que los suelos y rocas pueden presentar una gran variabilidad en su naturaleza, y las propiedades de los materiales pueden cambiar en el espacio y el tiempo, el diseño de ingeniería puede ser un desafío. Si no se consideran todos los factores que afectan el diseño, esto puede resultar en fallos o una falta de capacidad de servicio en las estructuras.

#### **- Propiedades mecánicas del suelo**

La mayoría de las propiedades mecánicas del suelo dependen del tipo y contenido de minerales arcillosos, las interacciones entre las superficies minerales arcillosas y el agua de los poros, la historia sedimentaria (por ejemplo, ambiente de depósito marino o de agua dulce) y la historia de consolidación (normalmente consolidada o sobreconsolidada) [29].

Hay varios problemas, como asentamiento excesivo o desigual y falta de capacidad de carga, que pueden surgir durante la construcción de cimientos de edificios, pendientes y pavimentos de carreteras en suelos arcillosos. El refuerzo del suelo es una práctica importante en ingeniería geotécnica para mejorar el comportamiento de las cubiertas de los vertederos, reparar fallas en taludes poco profundos y fortalecer los firmes de las carreteras, etc [30].

#### **- Tipos de Suelo**

##### **Suelos arenosos**

Los suelos arenosos abarcan alrededor de 900 millones de hectáreas en todo el mundo, especialmente en regiones áridas y semiáridas. Aunque se cultivan extensas áreas de suelos arenosos, su fertilidad suele ser baja y está influenciada por el nivel de carbono orgánico presente en el suelo [31]. Estos suelos típicamente presentan un contenido de arena superior al 50% y un contenido de arcilla inferior al 20% hasta una profundidad de 30 cm.

Según la clasificación de texturas de suelos del USDA, se clasifican como arenosos, franco-arenosos y franco-arenosos [32]. Por naturaleza, tienen una capacidad de retención de agua baja; sin embargo, se ha sugerido la incorporación de materiales para mejorar sus propiedades. En términos generales, estos suelos son distintivos y presentan una variabilidad significativa en sus propiedades físicas, como densidad aparente, porosidad y agregados, debido a factores como el tamaño y la organización de los granos, el tipo de arcilla presente, procesos naturales como la actividad biológica, y actividades humanas [33].

### **Suelos arcillosos**

Son reconocidos por su susceptibilidad al agua, lo que puede causar daños irreparables a cualquier estructura construida sobre este tipo de suelo. Además, la salinidad puede ser un factor que afecta negativamente el comportamiento del suelo, ya que conduce a la defloculación de las arcillas y a la reducción de la conductividad hidráulica, así como a la alteración de la conductividad eléctrica (ECe) del suelo. Esto puede resultar en la obstrucción de las actividades del suelo, como la descomposición de la materia orgánica y la mejora de su estructura, al influir en la microflora del suelo [34]. Por otro lado, la mineralogía de los suelos tiene un impacto significativo en su resistencia, ya sea medida directamente mediante la Resistencia a la Compresión No Confinada (UCS) o indirectamente a través de la Relación de Carga de California (CBR). Estas dos medidas exhiben diferentes correlaciones según el carácter caolinítico o montmorillonítico del suelo [35].

### **Suelos calcáreos**

Los suelos calcáreos son comunes en numerosas zonas áridas y semiáridas, caracterizados por la presencia significativa de carbonatos litogénicos y secundarios en la matriz mineral del suelo. En estas áreas, es frecuente encontrar suelos calcáreos y capas de caliza cercanas a la superficie que a menudo están cementadas con calcita, conocidas como calcretes. Estos suelos suelen contener una alta proporción de carbonato de micromasa, el cual se presenta en forma de cristales micríticos o microesparíticos [36].

#### **- Tipos de estabilización**

En la actualidad, los métodos de estabilización del suelo más populares y ampliamente utilizados son mecánico y químico. Según Quang et al. [37] define que, el método de estabilización química implica el uso de una variedad de aditivos químicos, como cemento, cal, cenizas volantes y humo de sílice, que mejoran las características del suelo blando mediante la reacción de los aglutinantes con la matriz del suelo. Por otro lado, en el método de estabilización mecánica, se emplean fibras discretas, tanto sintéticas como naturales, distribuidas aleatoriamente, lo que ha sido especialmente popular en las últimas décadas. Aunque este enfoque ofrece ventajas como mejorar la resistencia a la compresión y limitar los planos débiles potenciales sin impacto ambiental, puede ser desafiante cumplir con los requisitos de estructuras que demandan alta resistencia a la compresión, tracción, durabilidad y rigidez. Como respuesta a los comportamientos no deseados observados en los suelos modificados por los métodos químicos o mecánicos, ha surgido la estabilización mecánico-química. En este enfoque, se utilizan tanto aglutinantes como fibras, como la combinación de cal y polipropileno o fibras naturales como el coco o cáñamo, junto con aglutinantes activados por álcalis, como el maíz cemento. Un enfoque particularmente conocido es el método de suelo estabilizado con fibrocemento, donde los productos cementosos mejoran significativamente las características de carga del suelo, y la inclusión de fibras contribuye a un comportamiento más dúctil y una mayor resistencia del suelo cementado.

#### - **Emulsión asfáltica**

Son suspensiones continuas de agua que contienen partículas de asfalto, típicamente con un diámetro de 1 a 10  $\mu\text{m}$ , fabricadas mediante un molino coloidal, y pueden tener entre un 40% y un 80% de asfalto en peso. Comparadas con el asfalto puro, estas emulsiones poseen una viscosidad considerablemente menor, lo que permite su aplicación a temperaturas más bajas, lo que a su vez conlleva un menor consumo de energía y menores emisiones [38]. Además, el cemento constituye el componente principal de las emulsiones asfálticas, representando entre el 50% y el 75% de la emulsión, y se considera que las

propiedades del cemento asfáltico influyen en las características de la emulsión. Aunque no existen normas definidas que especifiquen la relación exacta entre las propiedades del asfalto y las propiedades de la emulsión, se requiere una afinidad química entre el agente emulsificante y el cemento asfáltico para lograr una emulsión estable [39].

#### - **Ceniza de mazorca de maíz (CzMM)**

Las mazorcas de maíz se utilizan actualmente para el calor en algunas partes de Europa; mientras que en los Estados Unidos, hay un nivel notable de mazorcas molidas como productos base para diversas industrias. Son densas y relativamente uniformes, y tienen un alto valor calorífico, generalmente bajos contenidos de N y S, y se pueden recolectar durante la cosecha del grano de maíz. La cosecha de mazorcas tiene poco impacto potencial en los residuos del suelo, el carbono del suelo o los requisitos de nutrientes de los cultivos posteriores [40]

El medio de mazorca de maíz tiene una dureza de Moh que puede variar de 2,5 a 4,0 y tiene una densidad específica de 0,8 a 1,2 g cm<sup>-3</sup>. El tamaño de partícula para medios agrícolas puede oscilar entre 1 y 0,2 mm [41]. De otro modo, en ingeniería geotécnica, Duong et al. [42] utilizaron fibra de cáscara de maíz para reforzar el suelo con un elevado contenido de agua y demostraron que la adición de fibra de cáscara de maíz mejora la resistencia a la compresión, la absorción de energía, la resistencia a la tracción y la durabilidad del suelo cementado producido por el método de suelo licuado-estabilizado sin condición compactada.

#### - **Temperatura de quemado**

El rastrojo de maíz consiste en aproximadamente el 50 % de tallos, el 22 % de hojas, el 15 % de mazorcas y el 13 % de cáscaras en base a la masa seca. La obtención de cenizas de mazorca de maíz (CzMM) implica alcanzar una temperatura de combustión que varía entre 550 °C y 700 °C, considerablemente más baja que la temperatura necesaria para la producción de clínker de cemento (aproximadamente 1400 °C). Además, con un poder calorífico medio de 18,75 MJ/kg y CO<sub>2</sub> de 5,17 g/MJ, la CzMM tiene una huella ambiental

significativamente menor que el carbón bituminoso, cuyo poder calorífico y emisiones de CO<sub>2</sub> son de 29,50 MJ/kg y 88,00 g/MJ, respectivamente [43]

Por otro lado; en su estudio, Memon et al. [44] mencionan que la CzMM fue incinerada a diferentes temperaturas (400 °C, 500 °C, 600 °C, 700 °C y 800 °C) durante 2 horas necesarias para identificar la temperatura ideal de incineración. Los resultados reflejaron que la ceniza calcinada a una temperatura de 500° C mostraba una actividad puzolánica más alta, alcanzando el 96.8%, una reducción del CaO según Fratini (93.2%), y una actividad Chapelle de 856.3 mg/g. Esto subraya la selección de 500°C como la temperatura ideal de calcinación.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

El enfoque de la investigación optado fue cuantitativo; pues según Kotronoulas et al. [45] fundamentan que este tipo de investigación se enfoca en datos numéricos y su análisis estadístico, aplicable en diversas disciplinas. Al mismo tiempo, en base al estudio, se recolectaron y analizaron datos numéricos específicos sobre la resistencia y capacidad de soporte del suelo, utilizando instrumentos especializados.

El tipo de investigación realizado fue de naturaleza aplicada. Se emplearon experimentos aplicados y estudios observacionales aplicados, dependiendo de los objetivos específicos del estudio [46]. Ahora bien, acorde a nuestra investigación, se llevaron a cabo pruebas prácticas y específicas para analizar la resistencia y el comportamiento de los suelos al incorporar cenizas de rastrojo de maíz y emulsiones asfálticas en diferentes proporciones. Se buscó evaluar la idoneidad y viabilidad de reciclar estos nuevos materiales, considerando su desempeño bajo diversas cargas y condiciones ambientales.

El diseño de la investigación se caracterizó por ser experimental, siguiendo lo recomendado por Jankovic et al. [47], este método se emplea para organizar, realizar y evaluar los resultados de los experimentos de manera eficiente, con el objetivo de adquirir la mayor información útil con el menor número posible de pruebas necesarias. En este estudio, se consideró como cuasi experimental, debido a la inclusión de un grupo de control, como se describe más adelante:

$M_c - - - - 01$	$M_c - - - - 01$
$M_c + 4CzMM \times 02$	$M_c + CzMMo + 5AsE \times 02$
$M_c + 6CzMM \times 03$	$M_c + CzMMo + 10AsE \times 03$
$M_c + 8CzMM \times 04$	$M_c + CzMMo + 15AsE \times 04$
$M_c + 12CzMM \times 05$	$M_c + CzMMo + 20AsE \times 05$

**Donde:**

$M_c$  = Muestra control (Suelo Natural)

$x$  = Procedimiento al grupo experimental, basado en la adición de CzMM y un óptimo de

CzMMo + AsE en la mezcla de suelo natural ( $M_c$ ).

0(N°)= Observación de resultados de la  $M_c$  y con incorporación de CzMM y AsE.

Entre tanto, en este diseño, se compara la respuesta de los grupos experimentales para evaluar si el procedimiento experimental tuvo algún impacto en la variable dependiente.

## 2.2. Variables, Operacionalización

**Variable Dependiente:** Propiedades mecánicas del suelo.

**Definición Conceptual:** La mayoría de las características mecánicas del suelo están influenciadas por factores como la composición mineralógica y el contenido de minerales arcillosos, las relaciones entre estas partículas y el agua presente en los poros del suelo, así como por su historial de sedimentación y consolidación, que puede variar desde ambientes marinos a dulceacuícolas, y su estado de consolidación, que puede ser normal o sobreconsolidado [29].

**Definición Operacional:** Se medirán las características mecánicas del suelo mediante el uso de pruebas estándar de laboratorio, como ensayos de resistencia a la compresión, capacidad portante, entre otros, para evaluar su comportamiento bajo diferentes condiciones y tratamientos.

**Variable Independiente:** Influencia de la Ceniza de Mazorca de Maíz y Emulsiones Asfálticas.

**Definición Conceptual:** Se refiere al efecto que estos materiales tienen en las características mecánicas del suelo, como resultado de su incorporación en diferentes porcentajes [26].

**Definición Operacional:** Se evaluará el efecto de la ceniza de mazorca de maíz y las emulsiones asfálticas en las características mecánicas del suelo al añadir diferentes concentraciones de estos materiales a muestras de suelo y ejecución de análisis del laboratorio para medir los cambios resultantes en la resistencia, compresibilidad, y otras características mecánicas del suelo.

**Tabla I**

Operacionalización de la Variable

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Propiedades mecánicas del suelo	Están influenciadas por su composición mineralógica,	Se evaluarán las propiedades mecánicas del suelo mediante	Comportamiento mecánico	Granulometría	%	Fichas de observación.	%	Dependiente	Razón
	contenido de minerales arcillosos, relaciones entre	ensayos estándar de laboratorio, como resistencia a		Humedad	%		%		
	partículas y agua en los poros, historial de	la compresión y capacidad portante, para entender su		Límites de Atteberg	%		Protocolos de ensayos de laboratorio		
	sedimentación y consolidación	comportamiento bajo diversas condiciones		CBR	%		%		
Influencia de la CzMM y AsE	Se refiere al efecto de estos materiales en las propiedades mecánicas del suelo tras su adición en diferentes proporciones	Se analizará cómo la ceniza de mazorca de maíz y las emulsiones asfálticas modifican las propiedades mecánicas del suelo mediante la incorporación de distintas concentraciones y la	Propiedades de la CzMM	Temperatura de Quemado	%	Fichas de observación. Protocolos de ensayos de laboratorio	%	Independiente	Razón
				Contenido de Humedad	%		%		
				Cantidades porcentuales	%		%		
			Propiedades de la AsE	Contenido de		Fichas de			
	realización de pruebas de laboratorio		la AsE	Humedad	%	observación. Protocolos de	%		
				Cantidades porcentuales	%				

Nota. De la Tabla I se muestra las características y procedimientos para cada variable.

---

ensayos de laboratorio %

### 2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

**Población de estudio**, se refiere al grupo de individuos, artículos, lugares o elementos que serán objeto de estudio por parte del investigador y comparten características comunes que los distinguen de otros [48]. En este contexto, la población está conformada por el conjunto evidencias de suelo que fueron obtenidas de un lote ubicado en la dirección de la carretera hacia la Provincia de Ferreñafe, Km 18.6, en el lado de Fala, Departamento de Lambayeque, Perú, donde se llevó a cabo la realización de las calicatas.

**Muestra**, se refiere a un conjunto específico de elementos o individuos dentro del objeto de estudio, seleccionados para representar la población más amplia, y comparten características comunes relevantes para la investigación [48]. A partir de lo expuesto, la muestra incluirá un total de 108 pruebas mecánicas a las cuales se les incorpora 4%, 6%, 8% y 12% CzMM y 5%, 10%, 15% y 20% de AsE.

En la Tabla IV se evidencia la cuantía muestral.

**Muestreo**, se describe a la técnica empleada para dividir la población de unidades de interés en grupos o estratos que se consideran similares en términos de las variables de interés. Posteriormente, se selecciona una muestra aleatoria simple de cada uno de estos estratos [49]. En este estudio, se optó por un método de muestreo no probabilístico. Asimismo, acorde al estudio consistirá en la selección de muestras de suelo de diferentes ubicaciones donde se aplicarán la CzMM y AsE en diversas proporciones. Estas muestras ser recolectarán de áreas representativas de la región de estudio, asegurando una variedad adecuada de condiciones del suelo para una evaluación completa de su influencia en las propiedades mecánicas.

**Criterios de selección**, En lo que respecta a los criterios de selección, se enfatizó en las características de los ejemplares según el tipo de prueba. Se utilizaron ciertos tipos de ejemplares para las pruebas relacionadas con la resistencia a la compresión, mientras que se emplearon otros para las pruebas de proctor y compactación.

**Tabla II**

Cuantía Muestral al Suelo Natural

<b>Ensayos de clasificación/ Proctor/ CBR – Suelo natural</b>				
<b>Descripción</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Granulometría	3	3	3	3
Contenido de Humedad	3	3	3	3
Límites de Atterberg	3	3	3	3
Proctor	3	3	3	3
CBR	3	3	3	3
<b>Total de Muestras</b>	<b>60</b>			

Nota. De la Tabla II se muestra el total de muestras que serán elaboradas respecto al suelo natural y teniendo en cuenta sus ensayos.

**Tabla III**

Cuantía Muestra al Suelo Estabilizado

<b>Ensayos de Proctor/ CBR – Suelo estabilizado</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidades porcentuales</b>				
<b>Ceniza de Rastrojo de Maíz</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>12%</b>	<b>Sub total</b>
Proctor	3	3	3	3	12
CBR	3	3	3	3	12
<b>Emulsión Asfáltica</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>Sub total</b>
Proctor	3	3	3	3	12
CBR	3	3	3	3	12

#### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

**Técnicas e instrumentos:** Las técnicas son los procedimientos o enfoques generales utilizados para recopilar datos, mientras que los instrumentos son las herramientas específicas o dispositivos utilizados para llevar a cabo esas técnicas y registrar la información. Estos pueden incluir métodos como encuestas, entrevistas, observaciones, análisis de documentos, pruebas de laboratorio, entre otros, así como dispositivos como cuestionarios, escalas de medición, grabadoras de audio o video, equipos de medición física o química,

entre otros [50]. Asimismo, de acuerdo a nuestra investigación las técnicas e instrumentos empleados fueron:

**Tabla IV**

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas	Instrumentos
Observación	Fichas de observación
Estudio de Mecánica de Suelos	- Instrumentos de análisis de muestras de suelo - Bandejas y tamices - Horno y probetas - Formatos de laboratorio de Mecánica de Suelos: - Análisis granulométrico - Contenido de humedad - LL, LP, Proctor, CBR

**La validez y confiabilidad:**

Para verificar la fiabilidad de la herramienta, utilizamos el coeficiente alfa de Cronbach, una medida interna que evalúa la consistencia y precisión de la herramienta utilizada:

**Fórmula 1.** Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Donde:

$\alpha$  = Alfa de Cronbach

K = Número de Ítems

$V_i$  = Varianza de cada Ítem

$V_t$  = Varianza total

Luego el instrumento tiene una consistencia interna de:

Alfa de Cronbach	N de elementos
,90	6

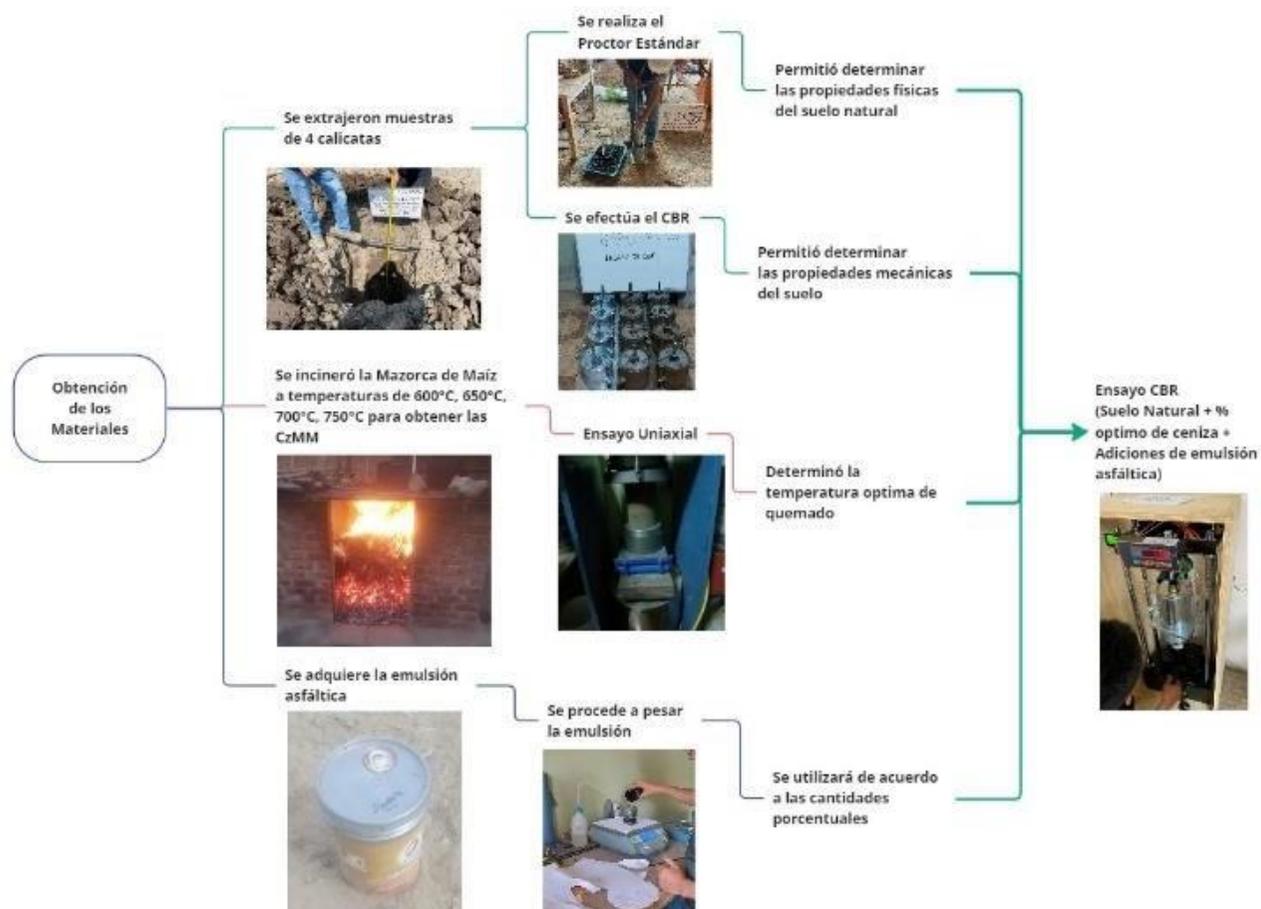
Basado en el valor obtenido, se confirma la fiabilidad del instrumento al aproximarse a 1. Además, en los Anexos IV y V se verifica la validación por parte del juez experto.

Por otro lado, con el objetivo de asegurar la fiabilidad, se aplicaron métodos para mantener la consistencia de las mediciones, controlar estrictamente las variables, garantizar la reproducibilidad de los resultados y emplear análisis estadísticos apropiados para respaldar las conclusiones obtenidas. En el Anexo III se adjunta el Certificado de Calibración que respalda la precisión de los equipos e instrumentos utilizados.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

Requiere un análisis de datos para entender y respaldar los hallazgos del estudio. En la Fig. 2 se muestra el diagrama de flujo del proceso:

## Diagrama de flujo de procesos



**Fig. 1.** Diagrama de flujo de procesos

Nota. De la Fig. 1. se evidencia el proceso que se lleva a cabo en la presente investigación.

## **Descripción de procesos**

Para llevar a cabo la investigación se seguirán varios procesos:

### **- Recolección de muestras de suelo:**

Se seleccionaron áreas representativas de suelo donde se evaluó la influencia de los materiales mencionados. Las muestras se recolectaron de manera cuidadosa para garantizar su representatividad.

### **- Preparación de muestras:**

Las muestras de suelo se elaboraron en el laboratorio según los estándares establecidos para su posterior análisis. Esto puede incluir secado, trituración y tamizado para obtener muestras homogéneas.

### **- Preparación de mezclas:**

Se prepararon diferentes mezclas de suelo, que incluirán distintas proporciones de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas. Estas mezclas se elaboraron siguiendo un diseño experimental adecuado.

### **- Ensayos de laboratorio:**

Se realizaron una serie de ensayos de laboratorio para evaluar las características mecánicas del suelo, tanto en su composición original como después de añadir diferentes adiciones de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas. Esto puede incluir evaluaciones de resistencia a la compresión, capacidad portante, entre otros.

### **- Análisis de resultados:**

Se analizarán la información obtenida de los análisis de laboratorio para determinar el impacto de la ceniza de mazorca de maíz y las emulsiones asfálticas en las características mecánicas del suelo. Se compararán la información recolectada con muestras de control para evaluar cualquier cambio significativo.

### **- Interpretación de resultados:**

Se interpretaron los resultados obtenidos y se discutió su relevancia en términos de la influencia de los materiales estudiados en las propiedades mecánicas del suelo.

## **2.6. Criterios éticos**

Según el Código Ético/ DIRECTORIO N° 053-2023 [51], establecen los siguientes criterios:

**Artículo 7:** Principios específicos que rigen la actividad de investigación científica

Incluir y citar de manera apropiada las fuentes utilizadas en el estudio, siguiendo las directrices de las normas internacionales.

**Artículo 8:** Principios de la integridad científica

En la investigación científica, es fundamental mantener la integridad intelectual, así como la transparencia, veracidad, equidad y responsabilidad en la realización y divulgación de los resultados obtenidos.

**Artículo 13:** Faltas graves

La comisión de autoplagio, que implica la presentación total o parcial de un trabajo propio previamente publicado como si fuera original, será objeto de sanciones.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

- Identificar las características físico - mecánicas del suelo natural

Tabla V

Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo Natural

Propiedades del Suelo	Resultados de la prueba	Normativa
Contenido de humedad (%)	21.2	ASTM D2974
Limite Líquido (%)	39.02	
Limite plástico (%)	23.3	ASTM D4318
Índice de plasticidad (%)	15.9	
Clasificación SUCS	Arcilla de baja plasticidad (CL)	ASTM D2487
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.703	ASTM D1557
Contenido óptimo de humedad (%)	14.2	
CBR al 95% Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.618	ASTM D1883

Nota. La Tabla V revela un contenido de humedad del suelo (21.2%), límite líquido (39.02%), límite plástico (23.3%), e índice de plasticidad (15.9%). El suelo se clasifica como arcilla de baja plasticidad (CL) según el SUCS. Se destacan la densidad seca máxima (1.703 gr/cm<sup>3</sup>) y el CBR al 95% (1.618 gr/cm<sup>3</sup>), indicando su capacidad para soportar cargas.

- Determinar la temperatura óptima de quemado de la ceniza de mazorca de maíz

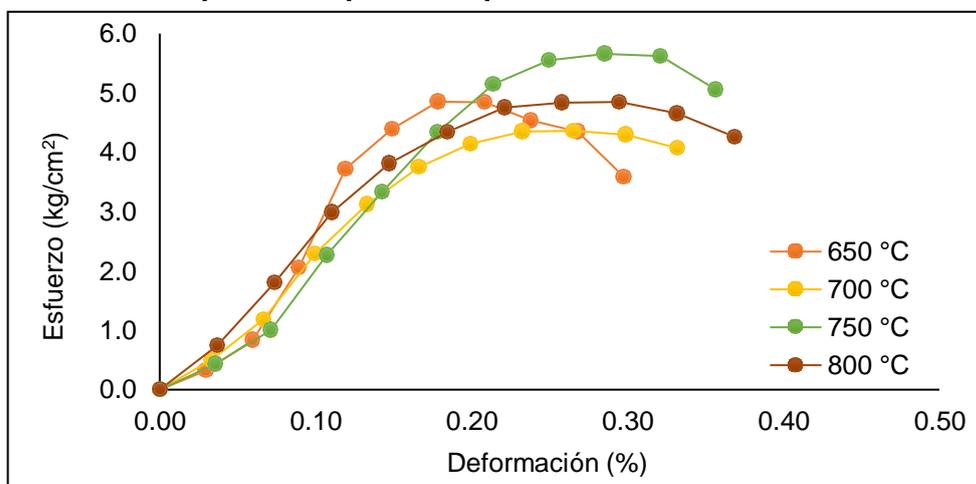
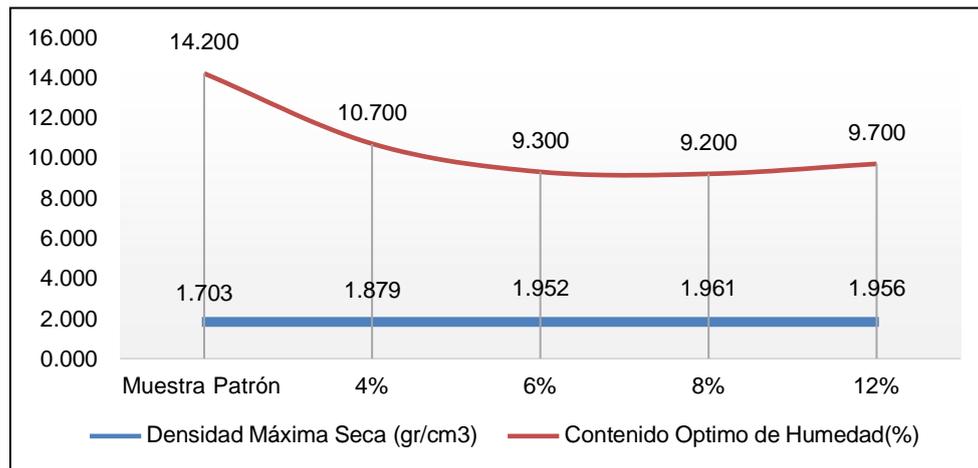


Fig. 2. Resistencia a la compresión no confinada a distintas temperaturas

Nota. De la Fig. 2. ilustra los resultados de la prueba de resistencia no confinada, que incluye las curvas de esfuerzo-deformación obtenidas a distintas temperaturas en función de la cantidad de CzMM. Los datos indican que la temperatura óptima de combustión se sitúa en 750°C.

- **Establecer el porcentaje óptimo de ceniza de mazorca maíz**

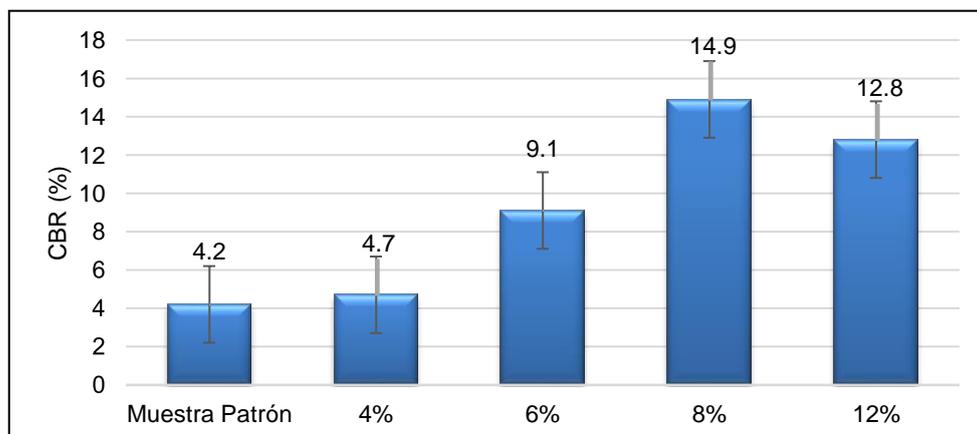
**Ensayo de Compactación Proctor Estandar:**



**Fig. 3.** Efecto de CzMM sobre COH y DMS

Nota. De la Fig. 3. se observa que a medida que aumenta la CzMM, la cantidad de agua requerida para alcanzar la MDS disminuye, lo que resulta en una reducción del contenido óptimo de humedad (COH) y un aumento de la densidad seca máxima (MDS). Es notable la disminución significativa del COH, especialmente con un 12% de CzMM.

**Ensayo de Capacidad de Soporte:**



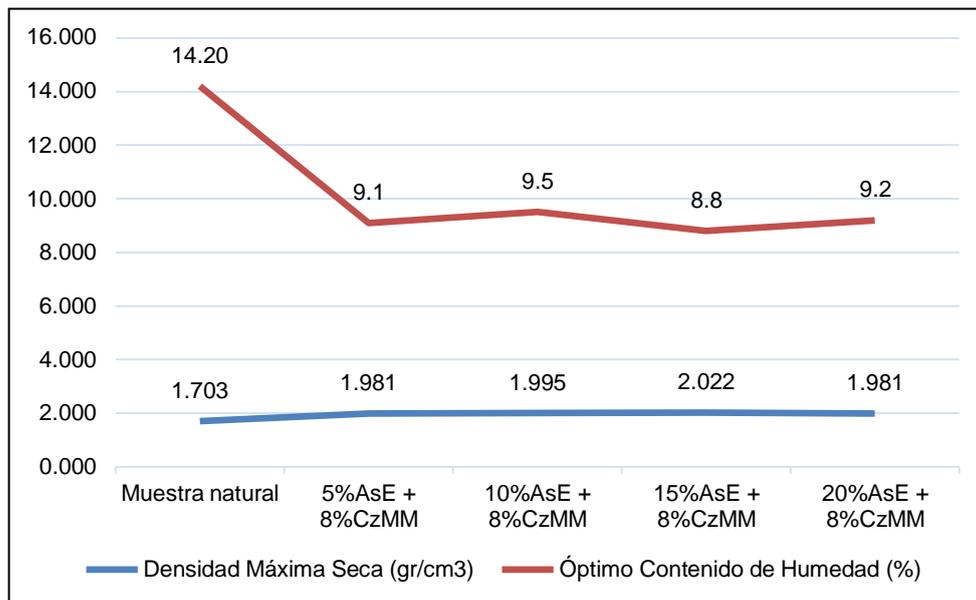
**Fig. 4.** Efecto de la CzMM sobre la capacidad de soporte del suelo natural CBR saturado

Nota. La Fig. 4. se observa un aumento en la capacidad portante al incrementar gradualmente

el contenido de CzMM, excepto al alcanzar el 12%, donde se evidencia una disminución en la capacidad portante. Se destaca que la máxima capacidad de soporte se logra con un 8% de CzMM.

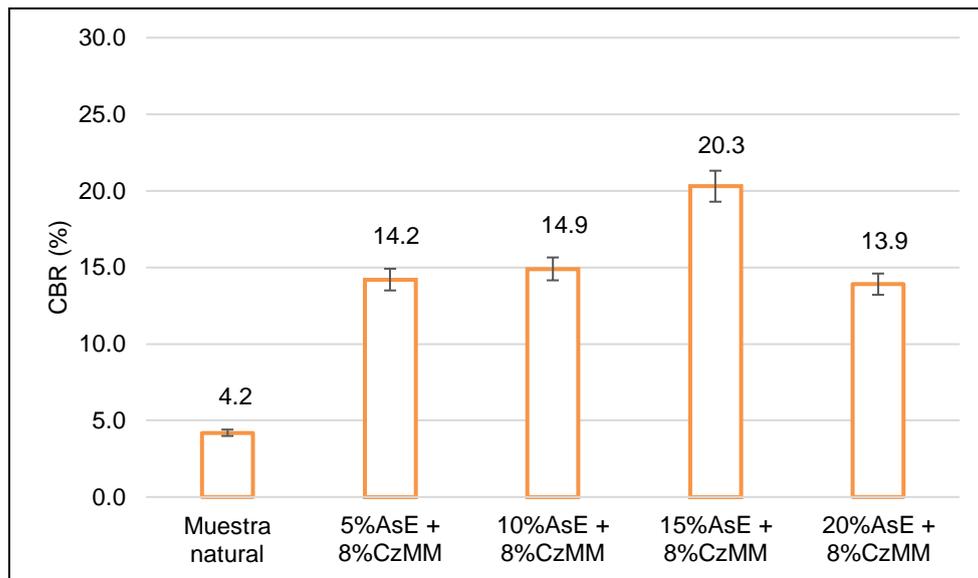
- **Determinar el comportamiento mecánico del suelo incorporando el óptimo porcentaje de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%**

**Ensayo de Compactación Proctor Estandar:**



**Fig. 5.** Efecto de CzMM + AsE sobre COH y MDS

Nota. De la Fig. 5 se observa que al aumentar el contenido de AsE + 8% CzMM, varía la cantidad de agua necesaria para alcanzar el MDS, lo que indica que el COH no permanece constante con este incremento; además, se destaca una disminución significativa del COH para el 15 % de AsE + 8% de CzMM en comparación con el suelo natural.



**Fig. 6.** Efecto de AsE + 8% CzMM en la capacidad portante (CBR) del suelo natural saturado

Nota. De la Fig. 6. se observa un aumento gradual en la capacidad portante del suelo al incorporar gradualmente CzMM y AsE, aunque se registra una disminución significativa al agregar un 20% de AsE, obteniéndose un CBR del 13.9%.

- **Estimar la dosificación ideal de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas para mejorar las propiedades mecánicas del suelo**

Los resultados indican que a medida que aumentan los porcentajes de estos materiales, se afecta el MDS y aumenta el COH, lo que reduce su capacidad de adherencia y fluidez al suelo. Además, los ensayos CBR revelaron que el CzMM y el AsE son influyentes en porcentajes no superiores al 8% y 15%, respectivamente, lo que sugiere que estos son los porcentajes adecuados para mejorar el comportamiento mecánico de suelos arcillosos.

### 3.2. Discusión

En este capítulo se aborda una discusión detallada de los hallazgos significativos, comparándolos con los resultados de estudios realizados por investigadores a nivel internacional, nacional y local. Se analizará la consistencia o discrepancia entre los resultados obtenidos en esta investigación, la cual incorporó CzMM y AsE para evaluar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en la zona de la parcela situada en la vía hacia la Carretera de

la Provincia de Ferreñafe, en el departamento de Lambayeque:

**- Identificar las características físico - mecánicas del suelo natural**

El suelo analizado es arcilloso, con límites de consistencia típicos de este tipo de suelo. Además, la relación entre humedad y densidad, junto con la clasificación AASHTO y SUCS, confirman su naturaleza arcillosa y sugieren su baja compresibilidad. Ahora bien, comparando estos hallazgos con los de Elhassan et al. [35], afirman que, las propiedades físicas de los suelos tienen un impacto significativo en su resistencia, ya sea medida directamente mediante la Resistencia a la Compresión No Confinada (UCS) o indirectamente a través de la Relación de Carga de California (CBR). Estas dos medidas exhiben diferentes correlaciones según el carácter del suelo. Por otro lado, Mall et al. [34], añade que la salinidad puede afectar el comportamiento del suelo, influyendo negativamente en la estructura del suelo, la conductividad hidráulica y eléctrica, así como en las actividades microbianas y la descomposición de la materia orgánica.

**- Determinar la temperatura óptima de quemado de la ceniza de mazorca de maíz**

La temperatura óptima es de 750°C, ya que permite una menor deformación del suelo arcilloso bajo esfuerzos, indicando su capacidad para resistir cargas a altas temperaturas. No obstante, según Shakouri et al. [43] argumenta y afirma la CzMM es un componente altamente viable para que pueda sustituir al cemento y pueda estabilizar tipos de suelos arcilloso, dado que al momento de ser sometidos a procesos de combustión, esta osciló entre 550 °C y 700 °C, que es significativamente más baja que la temperatura requerida para producir clínker de cemento (aproximadamente 1400 °C).

**- Establecer el porcentaje óptimo de ceniza de mazorca maíz**

El óptimo porcentaje de CzMM es del 8%, mostrando una MDS de 1.961 g/m<sup>3</sup> y un COH del 9.2%. El C.B.R alcanzó un valor de 14.9% en comparación con el 4.2% del suelo natural. Al mismo tiempo, según Quispe [10], detalla que la CzMM favorece a los suelos débiles, puesto que ha permitido mejorar hasta un 62% su capacidad de soporte para un porcentaje del 8% de CzMM, denotando de tal manera que el suelo puede ser mejorado con

la adición de CzMM sin perjudicar los ecosistemas en los lechos de ríos y cerros.

- **Determinar el comportamiento mecánico del suelo incorporando el óptimo porcentaje de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%**

Se logra un aumento progresivo en la MDS, alcanzando hasta 2.022 gr/cm<sup>3</sup> con una proporción de 15% de AsE y 8% de CzMM, mientras que los COH disminuyen ligeramente; además, los ensayos de CBR indican un valor máximo de 20.3%. En concordancia a investigaciones recientes, Rosales [24], establece que las dosificaciones de la ceniza de maíz contribuyen a las propiedades mecánicas del suelo. En su investigación, observó mejoras a través de los ensayos de Proctor Modificado, Límites de Atterberg y CBR, siendo más notable este último, con un incremento del 6.1% al 8.3%. Además, evidenció una reducción en el Índice de Plasticidad (IP), que varió del 9.9% al 5.8%; confirmando que, la ceniza de maíz en conjunto a otros materiales influye en el mejoramiento de los suelos de baja capacidad portante, lo que resulta en diferencias en los valores de Índice de Plasticidad, CBR y densidad máxima seca.

- **Estimar la dosificación ideal de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas para mejorar las propiedades mecánicas del suelo**

La dosificación ideal de CzMM y AsE se obtuvo con el 8% y 10% respectivamente, ya que alcanzó una capacidad de soporte de 9.5%. Al mismo tiempo, Guevara & Salazar [12], señala que como el deterioro y desgaste es habitual en la estructura del pavimento, será indispensable el mejoramiento periódico; sin embargo, se ha demostrado que emplear materiales alternos como son la incorporación de las AsE o CzMM y en dosificaciones ideales ha influenciado positivamente en las propiedades mecánicas de los suelos.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

- OE1: Se identificó que el suelo en estudio es de tipo arcilloso, con características específicas en cuanto a su composición, contenido de humedad, y límites de consistencia. Estos hallazgos se alinean con investigaciones previas que destacan la influencia de las propiedades físicas del suelo en su resistencia y comportamiento mecánico. La salinidad también se identificó como un factor relevante que puede afectar la estructura del suelo y su conductividad, según la literatura revisada.

- OE2: Se determinó que la temperatura óptima de quemado de la ceniza de mazorca de maíz es de 750°C, lo que permite una menor deformación del suelo arcilloso bajo esfuerzos. Este resultado coincide con estudios anteriores que sugieren que la ceniza de mazorca de maíz puede sustituir al cemento en la estabilización de suelos arcillosos, debido a las temperaturas más bajas requeridas para su producción.

- OE3: El porcentaje óptimo de ceniza de mazorca de maíz se determinó en un 8%, según los ensayos de Proctor Estándar y CBR, lo que resultó en mejoras significativas en la capacidad de soporte del suelo. Investigaciones previas respaldan este hallazgo, destacando el potencial de la ceniza de mazorca de maíz para mejorar la capacidad portante del suelo.

- OE4: Los resultados de los ensayos mecánicos muestran que la adición de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en porcentajes óptimos conduce a mejoras en la densidad máxima seca y la resistencia del suelo. Sin embargo, se observaron variaciones en el comportamiento del suelo según la concentración de estos materiales. Investigaciones recientes respaldan estos hallazgos y destacan la influencia positiva de estos materiales en las propiedades mecánicas del suelo.

- OE5: La dosificación óptima de CzMM y AsE fueron de un 8% y 10%,

respectivamente. Estas proporciones han demostrado mejorar significativamente la capacidad de soporte y resistencia mecánica del suelo, destacando su potencial en aplicaciones de construcción y estabilización de suelos.

## 4.2. Recomendaciones

Basándonos en los resultados y las conclusiones de esta investigación, se pueden ofrecer las siguientes recomendaciones:

- OE1: Se recomienda que los proyectos de ingeniería y construcción consideren la caracterización detallada de las propiedades físicas y mecánicas del suelo local antes de iniciar cualquier obra, lo que permitirá diseñar soluciones más eficaces y duraderas.

- OE2: Se sugiere que los procesos de producción de ceniza de mazorca de maíz se optimicen para alcanzar la temperatura óptima identificada, lo que maximizará la efectividad de este material como estabilizador de suelos, al tiempo que se minimizan los costos y el impacto ambiental.

- OE3: Se recomienda que los diseñadores y constructores consideren la incorporación del porcentaje óptimo de ceniza de mazorca de maíz en proyectos de estabilización de suelos, lo que puede mejorar significativamente la capacidad portante y la durabilidad de las estructuras a un costo razonable.

- OE4: Se sugiere que las autoridades de infraestructura vial y los ingenieros civiles consideren la aplicación de mezclas de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en proyectos de mantenimiento y construcción de carreteras, lo que puede mejorar la resistencia y la vida útil de las vías, reduciendo así los costos de mantenimiento a largo plazo.

- OE5: Se enfatiza la importancia de seguir las dosificaciones óptimas de un 8% de ceniza de mazorca de maíz y un 10% de emulsiones asfálticas, ya que han demostrado mejorar significativamente la capacidad de soporte y resistencia mecánica del suelo.

## REFERENCIAS

- [1] S. Singh, "Experimental investigation of corn cob ash on silty clay stabilized with calcium carbide," *Materials Today: Proceedings*, vol. 37, no. 2, pp. 3658-3660, 2021.
- [2] S. Andavan and B. Maneesh, "Case study on soil stabilization by using bitumen emulsions – A review," *1200-1202*, vol. 22, no. 3, pp. 1200-1202, 2020.
- [3] A. Dhawale and S. Banne, "Laterite soil stabilization using cellulose biopolymer," *Materials Today: Proceedings*, p. 062, 2023.
- [4] W. Yifru, N. Getu, D. Kifile, A. Mesfin and A. Sewunet, "Effects of Corn Cob Ash as Partial Replacement of Cement for," *Advances in Civil Engineering*, vol. 2022, p. 13, 2022.
- [5] N. Brito, S. Neto, P. Rodrigues and J. de Oliveira, "Stabilization of sandy soil with high contents of asphalt emulsion and the influence of curing time on the shear strength of the mixture," *Revista Materia*, vol. 27, no. 2, p. e20220088, 2022.
- [6] Z. Vincevica, T. Teppand, M. Kriipsalu and M. Krievans, "Towards Sustainable Soil Stabilization in Peatlands: Secondary Raw Materials as an Alternative," *Sustainability*, vol. 13, no. 2, p. 6726, 2021.
- [7] A. Aguila and P. Márquez, "Análisis de estabilización con emulsión asfáltica y con cemento portland para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la base granular del pavimento," Lima, 2022.
- [8] C. Delgado and V. Mormontoy, "Estabilización de suelos arcillosos con adición de ceniza de mazorca de maíz y cal," Cuzco, 2021.
- [9] L. Cardozo y M. Mendoza, «Importancia de los finos del mastic en el comportamiento mecánico de bases recicladas (RAP) con emulsión asfáltica y asfalto espumado para el proyecto servicio de reciclado Huancayo – Yanango –

puente Herrería tramo III.,» Lima, 2021.

- [10] D. Quispe, "Estabilización de suelos expansivos con ceniza de mazorca de maíz en la ciudad del Cusco," *Ambiente, Comportamiento Y Sociedad*, vol. 4, no. 2, pp. 75-86, 2022.
- [11] R. Yarleque y W. Yovera, «Estabilización de suelo arenoso aplicando 6 , 8 Y 11% de emulsión asfáltica en zona las Praderas de Castilla, Piura 2021.,» Piura, 2021.
- [12] J. Guevara y L. Salazar, «Comparación técnica y económica de base granular estabilizada con cemento Portland tipo I y emulsión asfáltica para el camino de bajo volumen de transito de la ruta LI-113, distrito de Charat, Usquil, Huaranchal, Otuzco, La Libertad.,» Trujillo, 2021.
- [13] P. Julca, "Análisis de suelos arcillosos con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, camino vecinal Áncash, 2020," Lima, 2020.
- [14] E. Culqui, "Evaluación de patologías frecuentes, progresiva km 2+000–km 6+000, carretera Fernando Belaúnde Terry," Chiclayo, 2020.
- [15] A. Rasoul, A. Parsakhoo, M. Nasiri and H. Habashi, "Effect of the Curing Time and Combination of Corncob ( Zea Mays L.) Ash With Swelling Clay on Mechanical Properties of Soil in Forest Road," *Journal of Sustainable Forestry*, vol. 40, no. 1, pp. 1-11, 2020.
- [16] J. Thajeel, H. Shaia, S. Al-Mamoori and A. Almurshedi, "Effect of Emulsified Asphalt on Expansive Soil Strength and Swelling," *International Conference on Geotechnical Engineering and Energetic-Iraq*, vol. 427, p. 03009, 2023.
- [17] P. Tarigan and S. Syahril, "Effects of subgrade stabilized with calcite and asphalt emulsion," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*,

vol. 1098, p. 022061, 2021.

- [18] U. Hussain, A. Kumar, Z. Almani, N. Nisar and A. Noor, "An Evaluation of The Influence of Corn Cob Ash (CCA) on The Strength Parameters of Bentonite Clay," *International Journal of Modern Research in Engineering & Management (IJMREM)*, vol. 2, no. 4, pp. 33-38, 2020.
- [19] W. Erwanto, R. Parea and A. Ermitha, "Study of Improving Soil Using Permit, Corn Ash and Sodium Silicate," *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, vol. 921, p. 012042, 2021.
- [20] A. Gálvez, "Stabilization of clayey soils using asphalt emulsion and steel filings for subgrades," *DYNA*, vol. 90, no. 226, pp. 66-72, 2023.
- [21] J. Garcia and D. Gomez, "Mejoramiento del suelo arcilloso para incrementar la capacidad de soporte de una sub rasante utilizando emulsiones asfálticas catiónicas en la ciudad de Iquitos," 2023.
- [22] J. Araujo and F. Chancha, "Estabilización de subrasantes blandas con adición de emulsión asfáltica y cemento portland carretera Uñas - Acopalca Junín 2022," 2022.
- [23] E. Hurtado, "Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicamecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha- Andaymayo, Ancash 2020," 2020.
- [24] F. Rosales, "Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, VMT 2019," 2020.
- [25] Y. Surco, "Estabilización de suelos con emulsión asfáltica y tereftalato de polietileno con fines en carretera no pavimentada," Chiclayo, 2022.
- [26] T. Joensuu, R. Leino, J. Heinonen and A. Saari, "Developing Buildings' Life Cycle Assessment in Circular Economy-Comparing methods for assessing

- carbon footprint of reusable components," *Sustainable Cities and Society*, vol. 77, p. 103499, 2022.
- [27] M. S. Deepak, S. Rohini, B. S. Harini and G. B. G. Ananthi, "Influence of fly-ash on the engineering characteristics of stabilised clay soil," *Materials today: proceedings*, vol. 37, pp. 2014-2018, 2021.
- [28] J. Small and H. Poulos, "Structural Integrity Issues Associated with Soil and Rock in Civil Engineering Industries," *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*, p. 5, 2022.
- [29] J. Wagner, "Mechanical Properties of Clays and Clay Minerals," *Developments in Clay Science*, vol. 5, pp. 347-381, 2020.
- [30] X. Bao, Y. Huang, Z. Jin, X. Xiao and W. Tang, "Experimental investigation on mechanical properties of clay soil reinforced with carbon fiber," *Construction and Building Materials*, vol. 280, p. 122517, 2021.
- [31] K. Johnson, N. Gray, W. Stone, B. Kelly and M. Fitzsimons, "A nation that rebuilds its soils rebuilds itself- an engineer's perspective," *Soil Security*, vol. 7, p. 100060, 2022.
- [32] J. Huang and A. Hartemink, "Soil and environmental issues in sandy soils," *Earth-Science Reviews*, vol. 208, p. 103295, 2020.
- [33] J. Bockheim, A. Hartemink and J. Huang, "Distribution and properties of sandy soils in the conterminous USA – A conceptual thickness model, and taxonomic analysis," *Catena*, vol. 195, p. 104746, 2020.
- [34] M. Mall, R. Kumar and Q. Akhtar, "Horticultural crops and abiotic stress challenges," *Stress Tolerance in Horticultural Crops*, pp. 1-19, 2021.
- [35] A. Elhassan, M. Mnzool, H. Smaoui, A. Jendoubi, B. Elnaim and M. Faihan , "Effect of clay mineral content on soil strength parameters," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 63, pp. 475-485, 2023.

- [36] S. Glasauer, E. Burford and G. Michael, "Transformation of metals and metalloids by microorganisms," *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, p. 2, 2022.
- [37] K. Quang, N. Duong, T. Satomi and H. Takahashi, "Effects of agricultural by-product on mechanical properties of cemented waste soil," *Journal of Cleaner Production*, vol. 365, p. 132814, 2022.
- [38] Q. Yuan, Z. Liu, K. Zheng and C. Ma, "Cement-based composites," *Civil Engineering Materials*, pp. 327-376, 2021.
- [39] C. Kou, X. Wu, P. Xiao, Y. Liu and Z. Wu, "Physical, Rheological, and Morphological Properties of Asphalt Reinforced by Basalt Fiber and Lignin Fiber," *Materials*, vol. 13, no. 11, p. 2520, 2020.
- [40] D. Pennington, "Bioenergy crops," *Bioenergy*, vol. 2, pp. 133-155, 2020.
- [41] M. Boggione, M. Allasia, C. Aguilar and B. Farruggia, "Valorization of corn cob for the obtention and purification of endoglucanase produced by SSF," *Process Biochemistry*, vol. 88, pp. 106-112, 2020.
- [42] N. Duong, T. Satomi and H. Takahashi, "Potential of corn husk fiber for reinforcing cemented soil with high water content," *Construction and Building Materials*, vol. 271, p. 121848, 2021.
- [43] M. Shakouri, C. Exstrom, S. Ramanathan, P. Suraneni and J. Vaux, "Pretreatment of corn stover ash to improve its effectiveness as a supplementary cementitious material in concrete," *Cement and Concrete Composites*, vol. 112, p. 103658, 2020.
- [44] S. Memon, S. Khan, I. Wahid and Y. Shestakova, "Evaluating the Effect of Calcination and Grinding of Corn Stalk Ash on Pozzolanic Potential for Sustainable Cement-Based Materials," *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2020, p. 13, 2020.

- [45] G. Kotronoulas, S. Miguel, M. Dowling and P. Fernández, "An Overview of the Fundamentals of Data Management, Analysis, and Interpretation in Quantitative Research," *Seminars in Oncology Nursing*, vol. 39, no. 2, p. 151398, 2023.
- [46] M. Gopalan, K. Rosinger and J. Bin, "Use of Quasi-Experimental Research Designs in Education Research: Growth, Promise, and Challenges," *Review of Research in Education*, vol. 44, no. 1, pp. 218-243, 2020.
- [47] A. Jankovic, G. Chaudhary and F. Goia, "Designing the design of experiments (DOE) – An investigation on the influence of different factorial designs on the characterization of complex systems," *Energy and Buildings*, vol. 250, p. 111298, 2021.
- [48] K. Nguyen, C. Resweber and S. Karhadkar, "Study population: Who and why them?," *Translational Surgery*, pp. 121-125, 2023.
- [49] J. Chen, W. Li, R. Shibasaki and H. Zhang, "Improvement of an online ride-hailing system based on empirical GPS data," *Handbook of Mobility Data Mining*, pp. 23-61, 2023.
- [50] H. Taherdoost, "Data Collection Methods and Tools for Research; A Step-by-Step Guide to Choose Data Collection Technique for Academic and Business Research Projects.," *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*, vol. 10, no. 1, pp. 10-38, 2021.
- [51] CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 053-2023/PD-USS," Chiclayo, 2023.

## **ANEXOS**

<b>Anexo I.</b> Matriz de Consistencia .....	51
<b>Anexo II.</b> Matriz de Operacionalización de Variables.....	52
<b>Anexo III.</b> Informe de Laboratorio .....	53
<b>Anexo IV.</b> Certificado de Calibración .....	89
<b>Anexo V.</b> Informe Estadístico .....	99
<b>Anexo VI.</b> Juicio de Validación de Expertos.....	102
<b>Anexo VII.</b> Panel Fotográfico .....	112

## Anexo I. Matriz de Consistencia

Formulación	Objetivos	Hipótesis	Tipo de variable	Variable de estudio	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de medición
		<b>General</b>				Granulometría	%		
	General: Evaluar la influencia de la ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en las propiedades mecánicas del suelo	La incorporación de la ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en porcentajes de 4%, 6%, 8%, 12% y 5%, 10%, 15%, 20% respectivamente influyen significativamente en las propiedades mecánicas del suelo	Dependiente	Propiedades mecánicas del suelo	Comportamiento mecánico	Contenido de Humedad Límites de Atterberg CBR	% % %	Fichas de observación / Protocolos de ensayos de laboratorio	Razón
¿De qué manera influye	<b>Específicos</b>	<b>Nula</b>				Temperatura de Quemado	%	Fichas de	
el 8% de ceniza de mazorca de maíz y 10% de emulsiones asfálticas en las propiedades mecánicas del	Identificar las características físico - mecánicas del suelo natural. Determinar la temperatura óptima de quemado de la ceniza de mazorca de maíz. Establecer el porcentaje óptimo de ceniza de mazorca maíz.	La incorporación de la ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en			Propiedades de la CzMM	Contenido de Humedad Cantidades porcentuales	% %	observación / Protocolos de ensayos de laboratorio	
suelo?	Determinar el comportamiento mecánico del suelo incorporando el óptimo porcentaje de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%. Estimar la dosificación ideal de ceniza de mazorca de maíz y emulsiones asfálticas para mejorar las propiedades mecánicas del suelo.	porcentajes de 4%, 6%, 8%, 12% y 5%, 10%, 15%, 20% respectivamente no influyen significativamente en las propiedades mecánicas del suelo	Independiente	Influencia de la CzMM y AsE	la AsE	Humedad Cantidades porcentuales	% %	Fichas de observación / Protocolos de ensayos de laboratorio	Razón

## Anexo II. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Propiedades mecánicas del suelo	Están influenciadas por su composición mineralógica,	Se evaluarán las propiedades mecánicas del suelo mediante		Granulometría	%		%		
	contenido de minerales arcillosos, relaciones entre partículas y agua en los poros, historial de	ensayos estándar de laboratorio, como resistencia a la compresión y capacidad portante, para entender su	Comportamiento mecánico	Humedad	%	Fichas de observación.	%	Dependiente	Razón
	sedimentación y consolidación	comportamiento bajo diversas condiciones		Límites de Atteberg	%	Protocolos de ensayos de laboratorio	%		
				CBR	%	%			
Influencia de la CzMM y AsE				Temperatura de Quemado	%		%		
		Se analizará cómo la ceniza de mazorca de maíz y las emulsiones asfálticas modifican las propiedades mecánicas del suelo mediante la incorporación de distintas concentraciones y la	Propiedades de la CzMM	Contenido de Humedad	%	Fichas de observación.	%		
	Se refiere al efecto de estos materiales en las propiedades mecánicas del suelo tras su adición en diferentes proporciones			Cantidades porcentuales	%	Protocolos de ensayos de laboratorio	%	Independiente	Razón
			Propiedades de	Contenido de		Fichas de			
		realización de pruebas de laboratorio	la AsE	Humedad	%	observación.	%		
						Protocolos de			

Cantidades porcentuales	%	ensayos de laboratorio	%
----------------------------	---	---------------------------	---

---

### Anexo III. Informe de Laboratorio

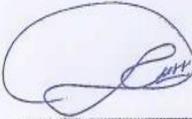
		<p align="center"><b>SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES</b></p> <p align="center">Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484 CODIGO OSCE Nº 50090112 <b>LABORATORIO SEGENMA</b></p>
<p><b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> (ASTM D-2216 / NTP 339.152)</p>		
AUTOR :	DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM	
PROYECTO TESIS :	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".	
UBICACIÓN :	PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE	
PROFUNDIDAD :	0.10 m. a 1.50 m.	
MATERIAL :	Ceniza de Mazorca de Maíz	
FECHA :	10 DE NOVIEMBRE DEL 2022	

**1. Contenido de Humedad de Ceniza de Mazorca de Maíz :**

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	72,5	70,6
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	506,6	500,5
Peso de la tara + muestra seca (gr)	502,8	495,8
Peso del agua contenida (gr)	3,8	4,7
Peso de la muestra seca (gr)	430,3	425,2
Contenido de Humedad (%)	0,9	1,1
Contenido de Humedad Promedio (%)	1,0	



  
**CRISTHIAN JUNIOR LOPEZ CHANAME**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067

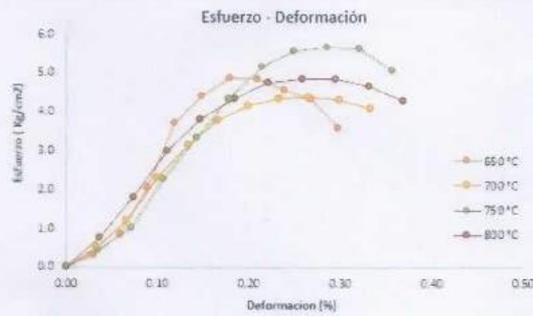
  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DND-INDECOPI  
 Email: feunida@segema.com.pe SPT: #27009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 80090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL  
 MTC E-704 / ASTM C-39 / AASHTO T-22**

AUTOR : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 AUTÓN VALDIVIESO, CHRISTOPHER BRAHAM  
 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAIZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE

650° C		700° C		750° C		800° C	
R (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε (%)						
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
0.33	0.03	0.50	0.03	0.43	0.04	0.75	0.04
0.83	0.06	1.18	0.07	1.01	0.07	1.81	0.07
2.06	0.09	2.29	0.10	2.28	0.11	2.99	0.11
3.72	0.12	3.13	0.13	3.33	0.14	3.81	0.15
4.40	0.15	3.76	0.17	4.34	0.18	4.34	0.18
4.85	0.18	4.14	0.20	5.15	0.21	4.75	0.22
4.85	0.21	4.35	0.23	5.55	0.25	4.83	0.26
4.54	0.24	4.36	0.27	5.66	0.29	4.85	0.29
4.35	0.27	4.30	0.30	5.62	0.32	4.65	0.33
3.59	0.30	4.07	0.33	5.06	0.36	4.26	0.37



*[Firma]*  
 CRISTIAN JUAN LOPEZ CHAVANE  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP: 249067



*[Firma]*  
 Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

**AUTOR:** DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

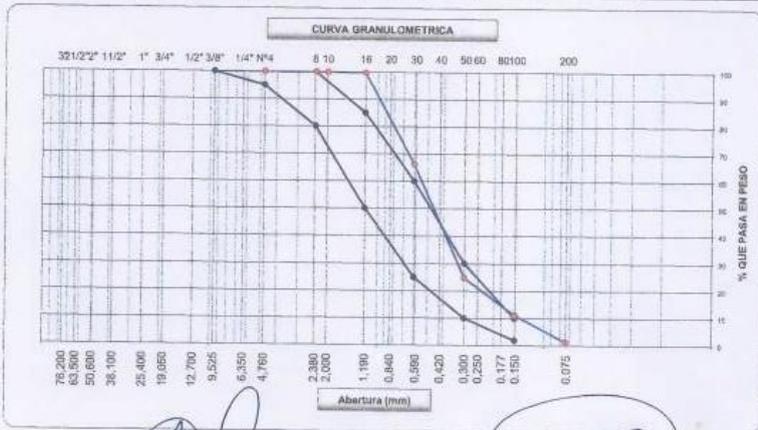
**PROYECTO TESIS:** "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

**UBICACIÓN:** PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE

**MATERIAL:** Ceniza de Mazorca de Maíz

**FECHA:** 10 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Tamizaje ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Porcentaje	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto	Descripción
5"	127,000						1. Peso de Material
4"	101,600						Peso Inicial Total (gr)
3"	76,200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60,300						1,830.50
2"	50,800						
1 1/2"	37,500						
1"	25,400						
3/4"	19,000						
1/2"	12,700						
3/8"	9,525					100	100
1/4"	6,350						Modulo de Fines (%)
Nº 4	4,750				100,00	85	100
Nº 8	2,360	8,5	0,0	0,0	99,97	80	100
Nº 10	2,000	1,19	0,06	0,06	99,94	80	100
Nº 16	1,190	3,2	0,2	0,3	99,74	50	80
Nº 20	0,850						
Nº 30	0,600	422,4	33,6	33,8	66,10	25	80
Nº 40	0,420						
Nº 50	0,300	765,48	41,37	75,27	24,73	10	30
Nº 60	0,250						
Nº 80	0,180						
Nº 100	0,150	252,40	13,51	88,80	11,20	2	10
Nº 200	0,075	180,79	9,77	98,57	1,43		
Resente		36,4	1,4	100,0			



*[Signature]*  
**CRISTOPHER BRAHIAM**  
 INGENIERO CIVIL-AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 CA. BRITALDO GONZALES Nº 103 - FUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION Nº 001063-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvias@hotmail.com RPN #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE Nº 80090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAN  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS  
**TESS** : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
**UBICACION** : PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE  
**CALICATA** : 4% Ceniza de mazorca de maíz  
**PROFUNDIDAD** : 0.10 m. a 1.50 m.  
**FECHA** : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**CALCULO DEL CBR**

Molde Nº	4	5	6			
Capas Nº	5	5	5			
Golpes por capa Nº	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9010	8745	8326			
Peso de molde (g)	4786,0	4751,0	4700,0			
Peso del suelo húmedo (g)	4214,0	3994,0	3626,0			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2032,0	2032,0	2032,0			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,074	1,966	1,784			
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	241,3	236,3	256,3			
Peso suelo seco + tara (g)	216,8	214,8	233,3			
Peso de tara (g)	129,8	125,8	131,4			
Peso de agua (g)	22,5	21,7	23,0			
Peso de suelo seco (g)	86,2	69,0	101,9			
Contenido de humedad (%)	10,3	10,1	9,9			
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,880	1,765	1,824			

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/11/22	09:38:00 a.m	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000
15/11/22	09:38:00 a.m	24	-6	0,203	0,177	7	0,178	0,156	8	0,203	0,177
16/11/22	09:38:00 a.m	48	16	0,406	0,353	17	0,432	0,375	17	0,432	0,375
17/11/22	09:38:00 a.m	72	25	0,609	0,552	26	0,660	0,574	25	0,609	0,552
18/11/22	09:38:00 a.m	96	34	0,864	0,751	38	0,965	0,839	36	0,914	0,795

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA		MOLDE Nº		M-04		MOLDE Nº		M-05		MOLDE Nº		M-06	
	STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	
mm	puig.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,090	0,090		0	0			0	0			0	0		
0,535	0,025		32,5	1,8			9,0	0,4			10,3	0,4		
1,270	0,050		56,5	2,5			23,5	1,1			13,7	0,6		
1,905	0,075		80,2	4,0			40,5	2,0			21,2	1,0		
2,540	0,100	70,29	97,4	4,9	-	7,0	65,4	3,3	-	4,7	35,5	1,7	-	2,5
3,810	0,150		125,5	6,4			88,4	4,8			54,5	2,7		
5,080	0,200	105,43	154,3	7,9	-	7,5	110,4	5,6	-	5,3	62,3	3,1	-	3,0
6,350	0,250		198,8	10,1			130,3	6,6			84,4	4,2		
7,620	0,300		205,6	10,5			145,2	7,4			106,6	5,4		
10,160	0,400		319,6	11,2			167,5	8,5			141,5	6,2		
12,700	0,500													

CRISTIAN LUIS LOPEZ SHANANE  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/OSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPA 4947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

**AUTOR :** DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTON VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM

**PROYECTO :**

**TESIS :** "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

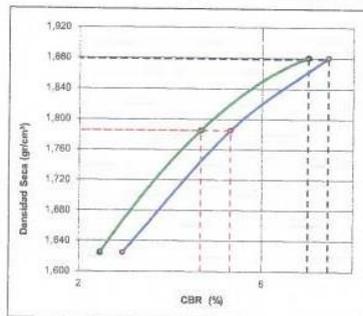
**UBICACIÓN :** PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

**CALICATA :** 4% Ceniza de mazorca de maiz

**PROFUNDIDAD :** 0.10 m. a 1.50 m.

**FECHA :** 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

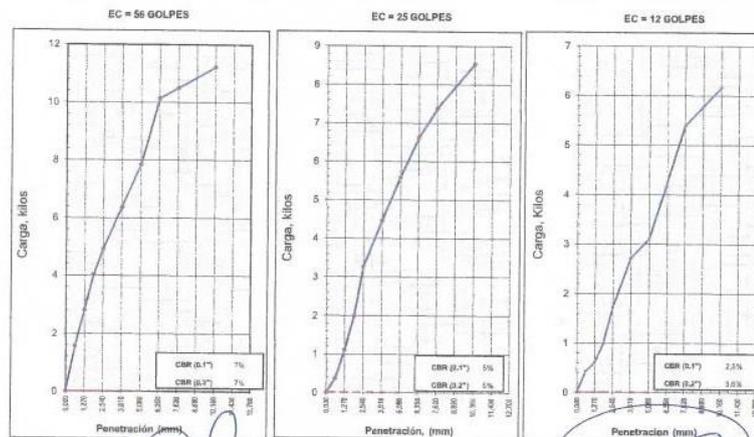
**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASTHO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,879
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 19,7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,785

<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 7.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 4.7 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	= 7.5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	= 5.3 %

**OBSERVACIONES:**



CRISTIAN VALDIVIESO LOPEZ CHANAVE  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO CONSUELOS N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCIÓN N° 0010953-2009/OSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvras@hotmail.com RPN 2947009677 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE  
**DOSIFICACIÓN** : 6% Ceniza de mazorca de maíz  
**PROFUNDIDAD** : 0.10 m, a 1.50 m.  
**FECHA** : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**CÁLCULO DEL CBR**

Molde N°	7	8	9
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8968	8938	8565
Peso de molde (g)	4621,0	4770,0	4620,0
Peso del suelo húmedo (g)	4347,0	4128,0	3945,0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2032,0	2032,0	2032,0
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,139	2,031	1,941
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	186,6	236,9	250,3
Peso suelo seco + tara (g)	152,2	215,8	224,2
Peso de tara (g)	75,5	125,6	131,4
Peso de agua (g)	14,4	20,5	22,1
Peso de suelo seco (g)	76,6	90,2	102,8
Contenido de humedad (%)	9,5	9,5	9,4
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,954	1,855	1,774

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/11/22	09:58:00 a.m.	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000
15/11/22	08:58:00 a.m.	24	11	0,279	0,243	10	0,254	0,221	10	0,254	0,221
16/11/22	08:59:00 a.m.	48	14	0,356	0,309	16	0,381	0,331	14	0,356	0,309
17/11/22	08:59:00 a.m.	72	22	0,559	0,489	23	0,584	0,506	22	0,559	0,486
18/11/22	08:59:00 a.m.	96	32	0,813	0,707	32	0,813	0,707	33	0,838	0,729

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA		MOLDE N°			M-07			MOLDE N°			M-08			MOLDE N°			M-09		
	STAND.	CARGA	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION			
mm	pulg	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0,000	0,000		0	0			0	0			0	0			0	0				
0,835	0,025		49,7	2,5			14,1	0,6			13,8	0,6			13,8	0,6				
1,270	0,050		112,5	5,7			37,6	1,8			18,5	0,9			18,5	0,9				
1,905	0,075		142,2	7,2			63,7	3,2			25,5	1,2			25,5	1,2				
2,540	0,100	79,29	175,5	8,9	-	12,7	125,6	6,4	-	9,1	64,3	3,2	-	4,6						
3,610	0,150		221,5	11,3			179,3	8,7			96,6	4,4								
5,080	0,200	105,43	347,2	17,8	-	16,9	345,0	12,5	-	11,9	121,5	6,2	-	5,8						
6,350	0,250		401,2	20,6			289,8	14,4			154,6	7,9								
7,820	0,300		429,6	22,1			324,0	16,6			180,6	9,2								
10,160	0,400		475,6	24,4			367,5	18,8			205,6	10,5								
12,700	0,500																			

CRISTIAN LUIS LOPEZ CHANAME  
 ING. EN GEOTECNIA Y AMBIENTAL  
 REG. TICP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvaz@hotmail.com RPN 4947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**

(MTC E-119, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)

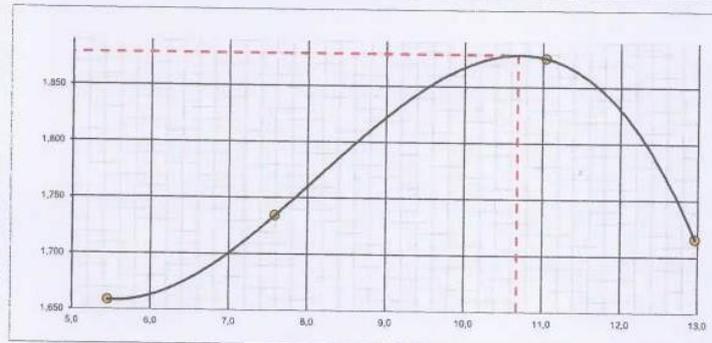
AUTOR : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTON VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM  
 PROYECTO :  
 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE  
 CALICATA : 4% Ceniza de mazorca de maíz  
 PROFUNDIDAD : 0,10 m. a 1,50 m.  
 FECHA : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Molde N° 1	Diámetro Molde			Volumen Molde	940	m3	N° de capas	5
	4"	5"						
Metodo	A	B	C	Peso Molde	1768	gr.	N° de golpes	25 Glp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>								
Peso Suelo + Molde				gr. 3,412	3,522	3,726	3,590	
Peso Suelo Humedo Compactado				gr. 1,644	1,754	1,958	1,822	
Peso Volumetrico Humedo				gr. 1,749	1,866	2,083	1,938	
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara				gr. 234,50	216,30	242,20	260,30	
Peso Suelo Seco + Tara				gr. 227,36	206,36	227,40	231,12	
Peso de la Tara				gr. 95,63	76,36	95,35	6,00	
Peso del agua				gr. 7,1	9,9	14,6	28,2	
Peso del suelo seco				gr. 131	131	132	225	
Contenido de agua				% 5,5	7,6	11,0	13,0	
Densidad Seca				gr/cm3 1,658	1,734	1,876	1,716	

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	1,879	(gr/cm3)	Humedad óptima	10,7	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Christian Juvino Perez Chanave*  
 CRISTIAN JUVINO PEREZ CHANAVE  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. OIP: 249067



*Jhan Murga Sosa*  
 Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. DRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION Nº 001083-2009/OSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM 8947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE Nº S0090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1283 / AASTHO T-193)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO TESIS** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

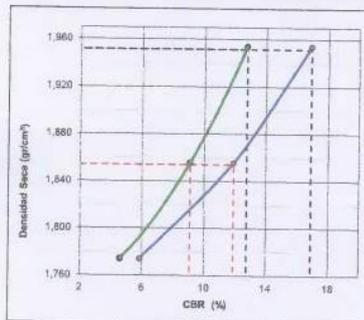
**UBICACIÓN** : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

**DOSIFICACIÓN** : 6% Ceniza de mazorca de maíz

**PROFUNDIDAD** : 0.10 m. a 1.50 m.

**FECHA** : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-160
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,952
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9,3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,854

<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 12,7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 9,1 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	= 16,9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	= 11,8 %

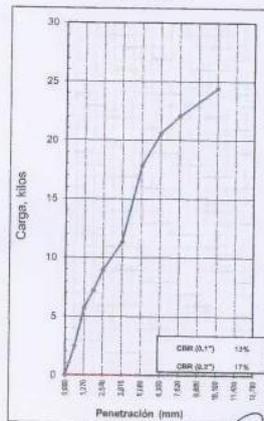
**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

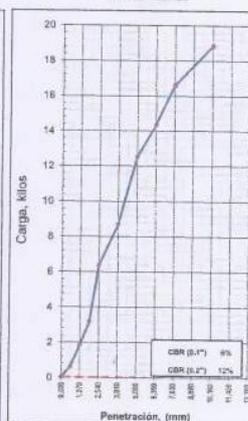
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

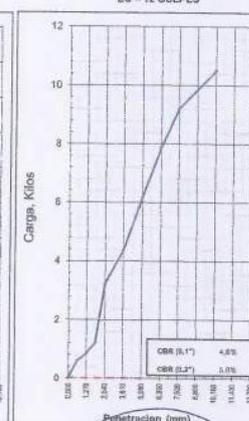
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



*[Signature]*  
**CRISTIAN JUAN LOPEZ CHANAME**  
 INGENIERO EN AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasamvas@hotmail.com RPM 2947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° S0090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)

AUTOR : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM  
 PROYECTO TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
 UBICACION : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE  
 DOSIFICACION : 6% Ceniza de mazorca de maíz  
 PROFUNDIDAD : 0,10 m. a 1,50 m.  
 FECHA : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

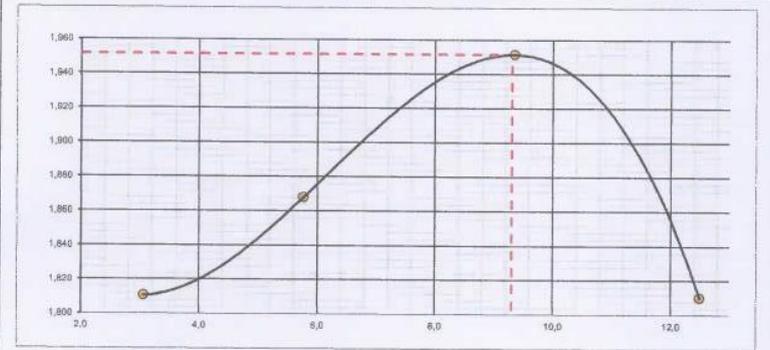
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	940	m <sup>3</sup> .	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	1768	gr.	N° de golpes	25 G/p

NUMERO DE ENSAYOS									
Peso Suelo + Molde					gr.	3,522	3,625	3,774	3,682
Peso Suelo Humedo Compactado					gr.	1,754	1,857	2,006	1,914
Peso Volumetrico Humedo					gr.	1,866	1,976	2,134	2,036
Recipiente Numero						-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara					gr.	224,51	241,26	236,80	245,36
Peso Suelo Seco + Tara					gr.	219,96	232,54	222,57	226,36
Peso de la Tara					gr.	71,36	81,36	72,54	74,36
Peso del agua					gr.	4,5	8,7	14,0	19,0
Peso del suelo seco					gr.	149	151	150	152
Contenido de agua					%	3,1	5,8	9,4	12,5
Densidad Seca					gr/cm <sup>3</sup>	1,811	1,868	1,952	1,810

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	1,952	(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima	9,3	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



CRISTIAN JUAN LOPEZ CHALLINE  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZÁLES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCIÓN N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: feonidasmvsa@hotmail.com BPN 8947009877 TELFF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 80090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-99)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM  
**PROYECTO** :  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE  
**POSICIÓN** : 8% Ceniza de mazorca de maíz  
**PROFUNDIDAD** : 0,10 m. a 1,50 m.  
**FECHA** : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**CALCULO DEL CBR**

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9130		8992		8538	
Peso de molde (g)	4778,0		4772,0		4620,0	
Peso del suelo húmedo (g)	4351,0		4130,0		3918,0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2032,0		2032,0		2032,0	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,141		2,032		1,926	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	255,3		270,4		288,0	
Peso suelo seco + tara (g)	242,8		247,6		246,0	
Peso de tara (g)	38,7		37,7		38,2	
Peso de agua (g)	22,5		22,8		22,6	
Peso de suelo seco (g)	204,2		210,0		207,8	
Contenido de humedad (%)	9,3		9,2		9,2	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,980		1,881		1,766	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/11/22	08:50:00 a.m.	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000
20/11/22	08:50:00 a.m.	24	10	0,254	0,221	9	0,229	0,198	9	0,229	0,198
21/11/22	08:50:00 a.m.	48	14	0,356	0,309	16	0,406	0,353	15	0,381	0,331
22/11/22	08:50:00 a.m.	72	26	0,660	0,574	25	0,635	0,552	28	0,711	0,616
23/11/22	08:50:00 a.m.	96	37	0,940	0,817	36	0,985	0,839	38	0,965	0,839

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA	MOLDE N°	M-01			MOLDE N°			M-02			MOLDE N°			M-03		
			STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	pvig.	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	%		
0,000	0,000		0	0			0	0			0	0					
0,635	0,025		22,9	1,1			15,6	0,7			18,6	0,9					
1,270	0,050		44,7	2,2			39,6	1,9			25,7	1,3					
1,905	0,075		153,0	7,8			80,6	4,1			63,7	3,2					
2,540	0,100	79,28	216,6	11,1	14	19,4	202,5	10,3	10	14,9	122,3	6,2	6,8	9,7			
3,810	0,150		290,3	14,9			324,5	16,6			190,6	9,2					
5,080	0,200	105,43	481,3	24,7	26	24,8	495,5	20,8	21	19,8	254,3	13,0	13,4	12,7			
6,350	0,250		584,6	30,0			389,7	19,5			305,5	16,7					
7,620	0,300		627,2	32,2			441,4	22,7			345,5	17,7					
10,160	0,400		684,5	35,2			526,6	27,1			380,3	19,5					
12,700	0,500		758,3	38,1			574,3	29,5			385,5	19,8					

CRISTIAN JUAN LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. D.P. 249067



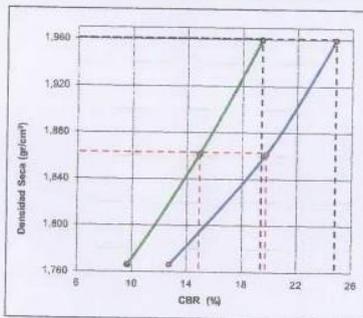
Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Co. BRITALDO GONZALES N° 103 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvaz@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° S0090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

AUTOR : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM  
 PROYECTO :  
 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
 UBICACIÓN : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
 DOSIFICACIÓN : 8% Ceniza de mazorca de maíz  
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.  
 FECHA : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



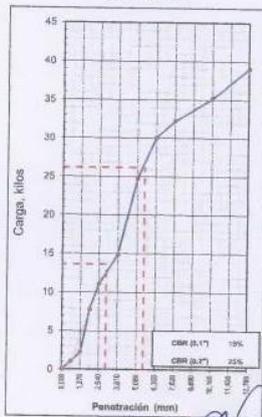
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1,961
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9,2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1,863

**RESULTADOS:**

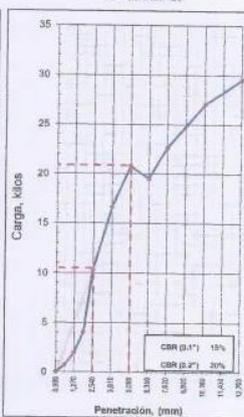
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=	19,4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	=	14,9 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	=	24,6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	=	19,8 %

**OBSERVACIONES:**

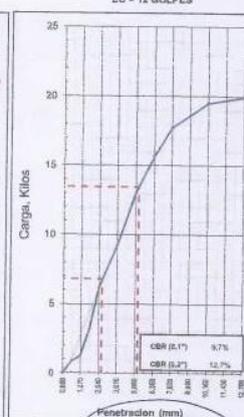
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CRISTIAN JUAN LOPEZ CHAVANE  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPH #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50690112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-198)

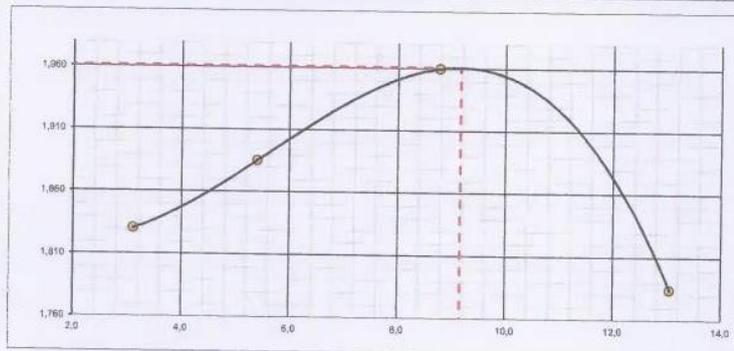
AUTOR : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM  
 PROYECTO TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
 UBICACIÓN : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
 DOSIFICACIÓN : 8% Ceniza de mazorca de maiz  
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.  
 FECHA : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Molde N° 1	Diámetro Molde			Volumen Molde	940	m <sup>3</sup> .	N° de capas	5
	Metodo	A	B					
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>								
Peso Suelo + Molde		gr.	3.542	3.636	3.772	3.854		
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.	1.774	1.868	2.004	1.896		
Peso Volumetrico Humedo		gr.	1.887	1.987	2.132	2.017		
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.	280,60	285,60	274,10	289,36		
Peso Suelo Seco + Tara		gr.	274,21	255,54	257,65	264,23		
Peso de la Tara		gr.	68,65	69,60	70,25	71,69		
Peso del agua		gr.	6,4	10,1	16,5	25,1		
Peso del suelo seco		gr.	206	186	187	193		
Contenido de agua		%	3,1	5,4	8,8	13,1		
Densidad Seca		gr/cc	1,830	1,885	1,960	1,784		

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	1,961	(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima	9,2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*[Signature]*  
 CRISTIAN JUVOR LÓPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*[Signature]*  
 Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 103 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001983-2009/DSO-INDECOPT  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM 2947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCR N° 20090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

**AUTOR** : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTON VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM  
**PROYECTO**  
**TEMA** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
**DOBFICACIÓN** : 12% Ceniza de mazorca de maiz  
**PROFUNDIDAD** : 0,10 m. a 1,50 m.  
**FECHA** : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**CALCULO DEL CBR**

Molde N°	4		5		6	
	5		5		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9150		8886		8512	
Peso de molde (g)	4796,0		4751,0		4700,0	
Peso del suelo húmedo (g)	4354,0		4135,0		3812,0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2032,0		2032,0		2032,0	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,143		2,035		1,876	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	316,4		325,6		341,3	
Peso suelo seco + tara (g)	263,4		237,4		312,3	
Peso de tara (g)	41,4		38,5		40,5	
Peso de agua (g)	27,0		28,2		28,0	
Peso de suelo seco (g)	248,0		258,7		271,7	
Contenido de humedad (%)	9,3		9,5		9,3	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,980		1,859		1,716	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/11/22	08:59:00 a.m.	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000
20/11/22	08:58:00 a.m.	24	9	0,229	0,199	8	0,203	0,177	8	0,203	0,177
21/11/22	08:59:00 a.m.	48	15	0,381	0,331	16	0,406	0,353	16	0,406	0,353
22/11/22	08:58:00 a.m.	72	27	0,666	0,596	25	0,835	0,552	27	0,688	0,596
23/11/22	08:59:00 a.m.	96	39	0,891	0,861	38	0,965	0,539	38	0,965	0,839

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA	MOLDE N°	M-04			MOLDE N°			M-05			MOLDE N°			M-06		
			STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	pulg.	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%
0,000	0,000		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	
0,635	0,025		18,5	0,9		13,6	0,6		15,5	0,7		24,3	1,2				
1,270	0,050		38,3	1,8		37,5	1,8		66,2	3,0							
1,905	0,075		142,2	7,2		80,2	4,0										
2,540	0,100	79,29	200,1	10,2	12	16,4	170,4	8,7	9	12,8	118,6	6,0	6,3	8,9			
3,810	0,150		281,3	13,4		221,6	11,3		172,5	8,8							
5,080	0,200	195,43	423,8	21,7	23	21,5	345,2	17,7	18	16,9	240,3	12,3	12,5	11,6			
6,350	0,250		532,2	27,3		372,5	19,1		290,3	14,9							
7,620	0,300		590,6	30,4		390,6	20,0		324,5	16,6							
10,160	0,400		632,5	32,5		502,2	25,8		370,2	18,6							
12,700	0,500		702,2	36		541,7	27,8		390,0	20,1							

CRISTHIAN LÓPEZ LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



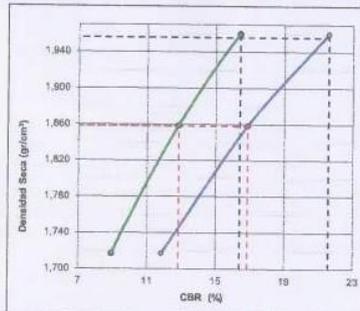
Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 0010B3-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPN 2947009B77 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

AUTOR : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM  
 PROYECTO :  
 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
 UBICACIÓN : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
 DOSIFICACIÓN : 12% Ceniza de mazorca de maíz  
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.  
 FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



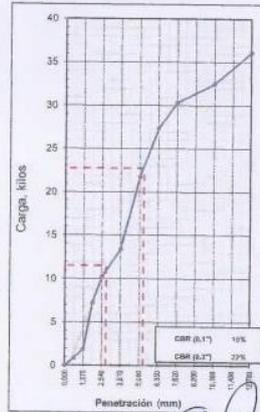
METODO DE COMPACTACION	: AASTHO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,956
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9,7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,858

**RESULTADOS:**

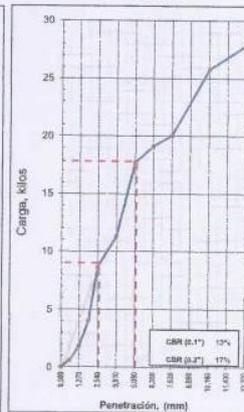
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 16,4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 12,8 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	= 21,5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	= 16,9 %

OBSERVACIONES:

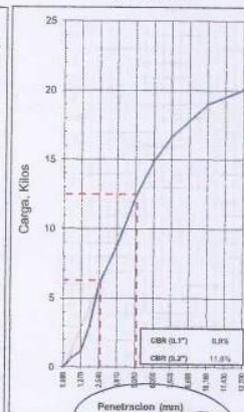
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CRISTHIAN LUJAN LOPEZ SHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 80090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 699 / AASHTO T-160)

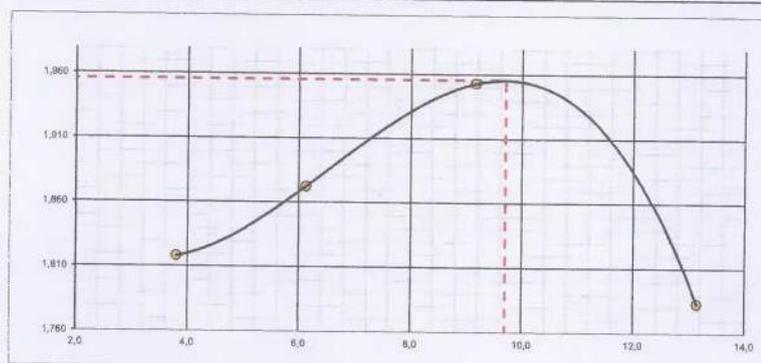
AUTOR : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM  
 PROYECTO TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
 UBICACIÓN : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
 DOSIFICACIÓN : 12% Ceniza de mazorca de maiz  
 PROFUNDIDAD : 0,10 m. a 1,50 m.  
 FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Molde N° 1	Diámetro Molde	4"	6"		Volumen Molde	940	m <sup>3</sup> .	N° de capas	5
Metodo	A	B	C		Peso Molde	1768	gr.	N° de golpes	25 Gp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>									
Peso Suelo + Molde			gr.	3,542	3,636	3,772	3,864		
Peso Suelo Humedo Compactado			gr.	1,774	1,868	2,004	1,896		
Peso Volumetrico Humedo			gr.	1,887	1,987	2,132	2,017		
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara			gr.	318,36	305,58	314,52	325,63		
Peso Suelo Seco + Tara			gr.	309,41	292,11	294,11	296,14		
Peso de la Tara			gr.	74,36	72,25	71,36	70,25		
Peso del agua			gr.	8,9	13,5	20,4	28,7		
Peso del suelo seco			gr.	235	220	223	226		
Contenido de agua			%	3,8	6,1	9,2	13,1		
Densidad Seca			gr/cc	1,818	1,873	1,953	1,783		

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	1,956	(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima	9,7	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*[Signature]*  
 CRISTHIAN JUAN LOPEZ CHALLAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCIÓN N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvax@hotmail.com RPP# 2937009877 TELFF. 074-456484  
 CODIGO OCEC N° S0090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1863 / AASTHO T-193)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAN  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
**UBICACIÓN** : PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE  
**DOSEIFICACIÓN** : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 5% Emulsión asfáltica  
**PROFUNDIDAD** : 0,10 m. a 1,50 m.  
**FECHA** : 24 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**CALCULO DEL CBR**

	7		8		9	
	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	95		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8018		8946		8560	
Peso de molde (g)	4621,0		4770,0		4620,0	
Peso del suelo húmedo (g)	4397,0		4176,0		3940,0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2032,0		2002,0		2032,0	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,164		2,055		1,928	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	363,6		341,5		359,2	
Peso suelo seco + tara (g)	333,4		312,6		328,8	
Peso de tara (g)	53,7		53,9		54,1	
Peso de agua (g)	30,2		28,9		30,4	
Peso de suelo seco (g)	279,8		258,8		274,7	
Contenido de humedad (%)	9,1		9,2		9,2	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,984		1,881		1,775	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/11/22	08:12:00 a.m.	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000
25/11/22	06:12:00 a.m.	24	7	0,178	0,155	6	0,152	0,133	8	0,203	0,177
26/11/22	08:12:00 a.m.	48	16	0,408	0,353	15	0,361	0,331	15	0,381	0,331
27/11/22	08:12:00 a.m.	72	25	0,635	0,552	22	0,559	0,486	26	0,660	0,574
28/11/22	08:12:00 a.m.	96	32	0,813	0,707	31	0,787	0,685	32	0,813	0,707

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA	MOLDE N°	M-07			M-08			M-09					
			STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	psig.	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%			
0,000	0,000		0	0		0	0		0	0				
0,635	0,025		29,6	1,4		19,6	0,9		16,5	0,9				
1,270	0,050		50,8	2,5		37,5	1,8		26,9	1,3				
1,905	0,075		180,3	8,2		80,2	4,0		63,5	3,2				
2,540	0,100	70,29	244,4	12,5	14	20,5	176,3	8,0	10	14,2	126,6	6,4	6,5	9,2
3,810	0,150		406,5	21,0			230,6	11,8			186,5	9,2		
5,080	0,200	105,43	524,4	26,9	28	26,3	370,2	18,0	18	18,4	251,9	12,8	12,9	12,2
6,350	0,250		592,2	30,4			405,5	20,6			298,6	15,3		
7,620	0,300		634,5	32,6			447,8	23,0			345,7	17,7		
10,160	0,400		670,5	34,5			502,2	25,8			382,5	19,6		
12,700	0,500		741,6	37,1			570,6	29,3			424,6	21,7		

CRISTIAN JUAN LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCIÓN N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**

(MTC E-415, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO TESIS** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

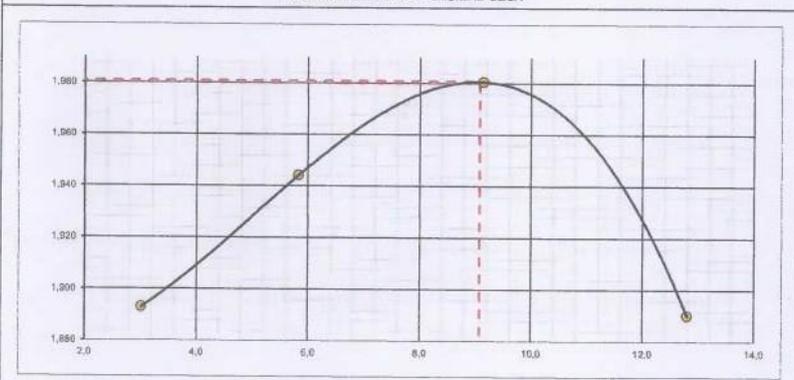
**UBICACIÓN** : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE  
**DOSIMIFICACIÓN** : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 5% Emulsión asfáltica  
**PROFUNDIDAD** : 0.10 m. a 1.50 m.  
**FECHA** : 24 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Molde N° 1	Diámetro Molde			Volumen Molde	940	m3	N° de capas	5
Molde	A	B	C	Peso Molde	1768	gr.	N° de golpes	25 Glp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>								
Peso Suelo + Molde	gr.			3,601	3,702	3,800	3,772	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.			1,833	1,934	2,032	2,004	
Peso Volumetrico Humedo	gr.			1,950	2,057	2,162	2,132	
Recipiente Numero				-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.			290,65	293,60	312,50	290,60	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.			284,23	281,83	282,40	285,83	
Peso de la Tara	gr.			71,36	76,36	72,55	72,25	
Peso del agua	gr.			6,4	12,0	20,1	24,8	
Peso del suelo seco	gr.			213	205	220	194	
Contenido de agua	%			3,0	5,8	9,1	12,8	
Densidad Seca	gr/cc			1,893	1,944	1,991	1,890	

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	1,981	(gr/cm3)	Humedad óptima	9,1	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*[Signature]*  
 CRISTIAN JUAN LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 R.E.S. CIP. 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmyas@hotmail.com RPH 2947009877 TELEF. 074-456464  
 CODIGO OSCE N° S0090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

**AUTOR :** DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM

**PROYECTO TESIS :** "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

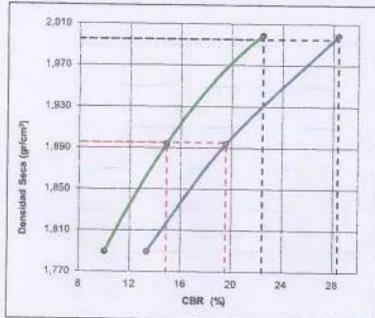
**UBICACIÓN :** PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE

**DOSIFICACIÓN :** 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 10% Emulsión asfáltica

**PROFUNDIDAD :** 0.10 m. a 1.50 m.

**FECHA :** 24 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 1,995
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 9,5
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 1,895

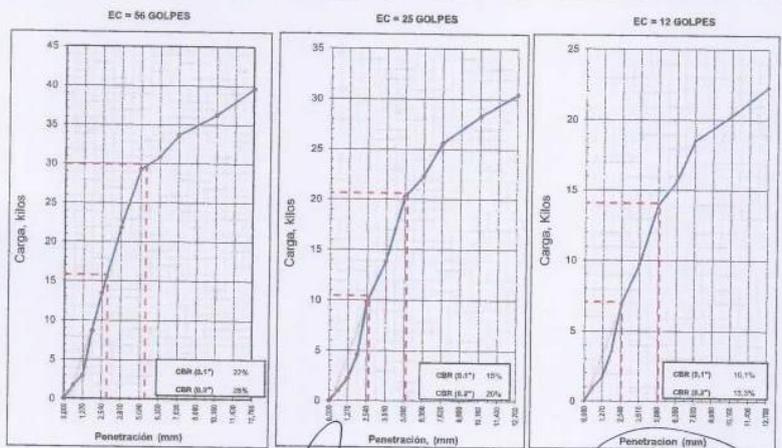
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 22,5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 14,9 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	= 28,4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	= 19,6 %

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



*[Signature]*  
**CRISTIAN JUMPA COPEZ CHANAME**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM 8947009077 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO TESIS** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

**UBICACIÓN** : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE

**DOSEIFICACIÓN** : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 10% Emulsión asfáltica

**PROFUNDIDAD** : 0.10 m. a 1.50 m.

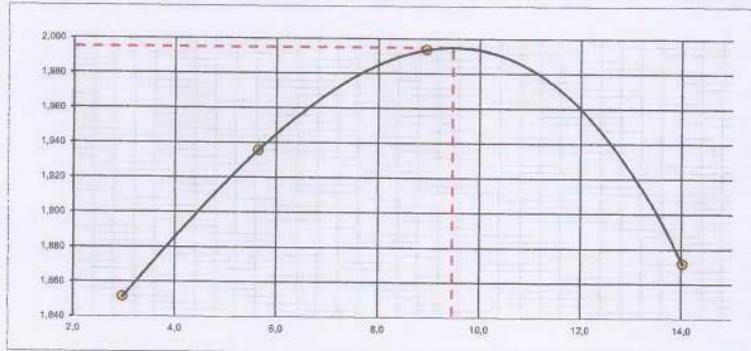
**FECHA** : 24 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Molde N° 1	Diámetro Molde			Volumen Molde	940	m3	N° de capas
Metodo	A	B	C	Peso Molde	1766	gr.	N° de golpes
							5
							25 G/p
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>							
Peso Suelo + Molde		gr.	3,560	3,590	3,810	3,774	
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.	1,792	1,922	2,042	2,006	
Peso Volumetrico Humedo		gr.	1,906	2,045	2,172	2,134	
Recipiente Numero							
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.	362,20	348,60	363,30	346,70	
Peso Suelo Seco + Tara		gr.	343,85	333,66	338,96	314,60	
Peso de la Tara		gr.	63,36	68,57	67,20	70,56	
Peso del agua		gr.	8,3	15,0	24,4	34,2	
Peso del suelo seco		gr.	280	265	272	244	
Contenido de agua		%	3,0	5,6	9,0	14,0	
Densidad Seca		gr/cm3	1,851	1,936	1,994	1,872	

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	1,995	(gr/cm3)	Humedad óptima	9,5	%
Densidad Máxima Seca Correjada		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*[Signature]*  
 CRISTIAN LÓPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 103 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCIÓN N° 001003-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvare@bolmail.com BPN #047009677 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 60090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-192)

AUTOR : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTON VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM  
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
 TESIS  
 UBICACIÓN : PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE  
 DOSIFICACIÓN : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 15% Emulsión asfáltica  
 PROFUNDIDAD : 0,10 m. a 1,50 m.  
 FECHA : 24 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**CALCULO DEL CBR**

Molde N°	4		5		6	
	5	5	5	5	5	5
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9252		8990		9654	
Peso de molde (g)	4796,0		4751,0		4700,0	
Peso del suelo húmedo (g)	4466,0		4239,0		3954,0	
Volumen del molde (cm³)	2032,0		2032,0		2032,0	
Densidad húmeda (g/cm³)	2,198		2,088		1,946	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	471,4		482,2		488,9	
Peso suelo seco + tara (g)	434,2		444,2		431,9	
Peso de tara (g)	72,6		67,8		71,5	
Peso de agua (g)	37,2		38,0		37,0	
Peso de suelo seco (g)	361,6		376,4		360,4	
Contenido de humedad (%)	8,6		8,6		8,6	
Densidad seca (g/cm³)	2,025		1,922		1,792	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/11/22	08:24:00 a.m.	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000
25/11/22	08:24:00 a.m.	24	7	0,178	0,155	7	0,178	0,155	6	0,152	0,133
26/11/22	08:24:00 a.m.	48	15	0,381	0,331	14	0,356	0,309	15	0,381	0,331
27/11/22	08:24:00 a.m.	72	20	0,508	0,442	20	0,508	0,442	20	0,508	0,442
28/11/22	08:24:00 a.m.	96	25	0,635	0,552	26	0,660	0,574	25	0,635	0,552

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA	MOLDE N°	M-04			M-05			MOLDE N°			M-06		
			STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	kg/cm²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000	0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635	0,025		48,5	2,4			29,8	1,4			31,1	1,5		
1,270	0,050		70,6	3,5			57,8	2,9			48,7	2,3		
1,905	0,075		197,3	10,1			154,6	7,9			80,6	4,1		
2,540	0,100	70,28	324,0	16,6	17	24,1	243,1	12,4	14	20,3	121,1	6,1	8,2	11,7
3,810	0,150		490,3	25,2			395,7	20,3			195,4	10,6		
5,080	0,200	105,43	652,2	33,5	34	31,9	520,0	25,7	28	28,6	290,4	14,4	15,8	15,1
6,350	0,250		721,2	37,1			612,4	31,6			329,4	16,9		
7,620	0,300		780,6	40,2			725,4	37,3			401,1	20,6		
10,160	0,400		841,2	45,3			805,0	41,4			490,7	25,2		
12,700	0,500		895,7	47,7			890,1	45,8			554,7	28,6		

CRISTIAN JUAN LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Co. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/OSD-INDECOPI  
 Email: feonidasmvass@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

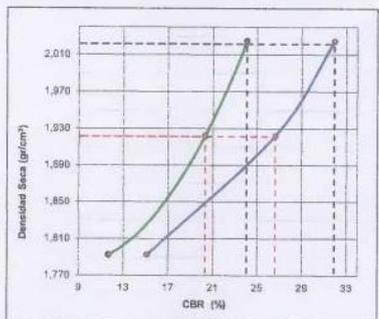
**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

**AUTOR :** DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO TESIS :**  
**"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".**

**UBICACIÓN :** PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
**DOSIFICACIÓN :** 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 15% Emulsión asfáltica  
**PROFUNDIDAD :** 0,10 m. a 1,50 m.  
**FECHA :** 24 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL CBR**



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASTHO T-180
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2,022
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 8,8
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 1,921

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=	24,1	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	=	20,3	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	=	31,9	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	=	26,6	%

**OBSERVACIONES:**



*CRISTINA JUMOR LOPEZ CHANAME*  
 INGENIERA EN AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*Jhan Murga Sosa*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TECNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

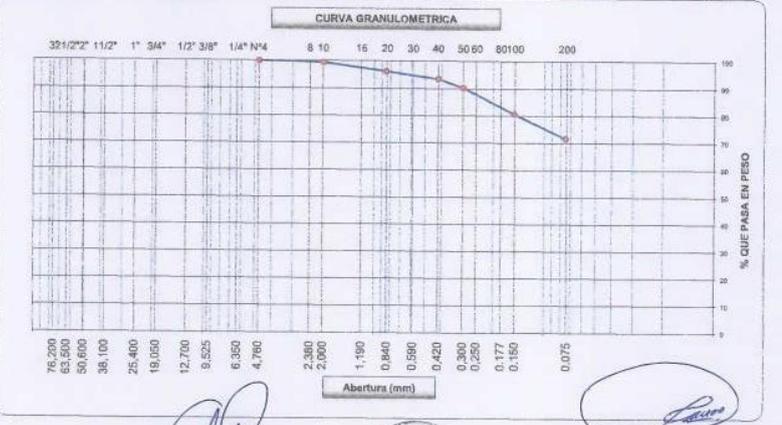
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

AUTOR : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM

PROYECTO TEBIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE  
 DOSIFICACIÓN : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 15% Emulsión asfáltica  
 PROFUNDIDAD : 0,10 m. a 1,50 m.  
 FECHA : 24 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Tamiza ASTM	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Materia en Especificación	Descripción
5"	127,000						1. Peso de Material
4"	101,600						Peso Inicial Total (gr)
3"	73,000						Peso Fraccion Fina Para Laser (gr)
2 1/2"	60,300						305,69
2"	50,800						2. Características
1 1/2"	37,500						Tamaño Máximo
1"	25,400						Tamaño Máximo Nominal
3/4"	19,000						Grava (%)
1/2"	12,700						Arena (%)
3/8"	9,500						Finos (%)
1/4"	6,300						71,6
N° 4	4,750				100,00		
N° 8	2,360						3. Clasificación
N° 10	2,000	1,76	0,56	0,56	99,42		Límite Líquido (%)
N° 15	1,190						32,2
N° 20	0,850	8,65	3,16	3,74	96,26		Límite Plástico (%)
N° 30	0,600						21,4
N° 40	0,420	8,54	2,79	6,53	93,47		Índice de Plasticidad (%)
N° 50	0,300	8,78	3,20	9,73	90,27		19,6
N° 60	0,250						Clasificación SUCS
N° 80	0,180						CL
N° 100	0,150	29,65	9,70	10,43	80,57		Clasificación AASHTO
N° 200	0,075	27,54	9,01	28,44	71,56		A-6 (S)
Pasante		218,7	71,6	100,0			



CRISTIAN JUAN LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*Jhan Murga Sosa*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCIÓN N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPN 2947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

**UBICACIÓN** : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE

**DOSIFICACIÓN** : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 15% Emulsión asfáltica

**PROFUNDIDAD** : 0,10 m. a 1,50 m.

**FECHA** : 30 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

N° de Tarro		11	12	13	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	99,18	53,94	54,00	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	51,30	46,76	46,94	
Peso de Tarro	gr.	27,65	24,51	24,36	
Peso de Agua	gr.	7,88	7,18	7,06	
Peso del Suelo Seco	gr.	23,65	22,25	22,58	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	33,32	32,25	31,28	32,2
Numero de Golpes		28	25	30	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

N° de Tarro		14	15	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	32,96	31,29	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	29,64	28,37	
Peso de Tarro	gr.	15,26	14,69	
Peso de Agua	gr.	3,12	2,92	
Peso de Suelo seco	gr.	14,56	13,68	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	21,30	21,36	21,4



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	32,2
Limite Plastico	21,4
Indice de Plasticidad	10,8
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

  
 CRISTHINA JIMENEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



  
 Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmv@s@hotmail.com RPH #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)

**AUTOR** : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO TESIS** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

**UBICACIÓN** : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE

**DOSIFICACIÓN** : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 15% Emulsión asfáltica

**PROFUNDIDAD** : 0.10 m. a 1.50 m.

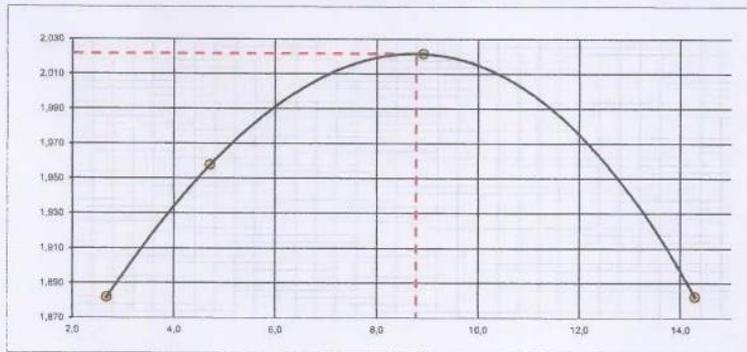
**FECHA** : 24 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Molde N° 1	Diámetro Molde			Volumen Molde	940	m3.	N° de capas	5
	4"	6"						
Metodo	A	B	C	Peso Molde	1786	gr.	N° de golpes	25 Glp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>								
Peso Suelo + Molde				gr.	3.584	3.595	3.838	3.790
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.	1.816	1.997	2.070	2.022
Peso Volumetrica Humedo				gr.	1.932	2.050	2.202	2.151
Recipiente Numero					-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.	325.85	344.47	363.32	352.58
Peso Suelo Seco + Tara				gr.	318.57	331.02	337.45	314.23
Peso de la Tara				gr.	46.65	45.85	47.69	45.86
Peso del agua				gr.	7.3	13.5	25.9	38.4
Peso del suelo seco				gr.	272	285	290	269
Contenido de agua				%	2.7	4.7	8.9	14.3
Densidad Seca				gr/cc	1.882	1.958	2.022	1.882

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	2.022	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.8	%
Densidad Máxima Seca Consejida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*[Signature]*  
**CRISTIAN VINDA LOPEZ CHANAME**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Co. BRITALEO GONZALES N° 383 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD- INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPN 2947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO ORCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

AUTOR : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTON VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM  
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
 TESIS :  
 UBICACIÓN : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
 DENSIFICACIÓN : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 20% Emulsión asfáltica  
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.  
 FECHA : 25 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**CALCULO DEL CBR**

Molde N°	7		8		9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9020		8945		8502	
Peso de molde (g)	4621,0		4770,0		4620,0	
Peso del suelo húmedo (g)	4399,0		4175,0		3882,0	
Volumen del molde (cm³)	2032,0		2032,0		2032,0	
Densidad húmeda (g/cm³)	2,165		2,055		1,910	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	395,5		375,8		399,1	
Peso suelo seco + tara (g)	362,8		344,2		356,6	
Peso de tara (g)	86,7		82,5		67,2	
Peso de agua (g)	32,8		31,6		32,5	
Peso de suelo seco (g)	293,1		281,7		289,4	
Contenido de humedad (%)	9,0		9,2		9,1	
Densidad seca (g/cm³)	1,985		1,882		1,781	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/11/22	08:29:00 a.m.	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000
26/11/22	08:29:00 a.m.	24	9	0,229	0,199	8	0,203	0,177	9	0,229	0,199
27/11/22	08:29:00 a.m.	48	16	0,406	0,353	15	0,381	0,331	16	0,406	0,353
28/11/22	08:29:00 a.m.	72	22	0,559	0,486	21	0,533	0,464	21	0,533	0,464
29/11/22	08:29:00 a.m.	96	28	0,711	0,618	27	0,686	0,596	28	0,711	0,618

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA		MOLDE N°		M-07		MOLDE N°		M-06		MOLDE N°		M-09	
	mm	pulg.	STAND.	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION
0,000	0,000			0	0		0	0		0	0	0	0	
0,635	0,025			31,5	1,5		16,8	0,9		17,2	0,8			
1,270	0,050			52,2	2,6		38,2	1,9		25,5	1,2			
1,905	0,075			103,5	6,3		81,4	4,1		64,5	3,2			
2,540	0,100	79,29		240,1	12,3	14	20,6	175,5	8,9	10	13,9	124,5	6,3	6,6
3,810	0,150			399,6	20,5			232,5	11,9			178,5	9,1	
5,080	0,200	105,43		520,4	26,7	28	26,8	365,5	16,7	19	18,1	252,9	12,9	13,2
6,350	0,250			655,5	33,7			499,1	20,5			297,2	15,2	
7,620	0,300			721,2	37,1			451,2	23,2			379,9	19,5	
10,160	0,400			780,6	40,7			500,2	25,7			384,5	19,7	
12,700	0,500			867,2	44,6			580,4	29,8			455,8	20,8	

CRISTIAN JUAN LOPEZ CHAVANE  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/OSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmv@s@hotmail.com RPN #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 80090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

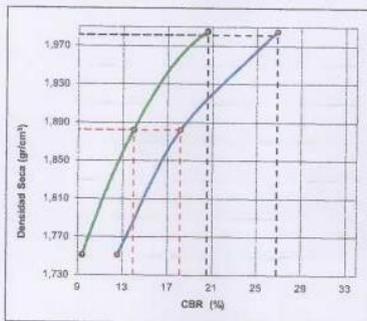
**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

AUTOR : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTON VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM

PROYECTO TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE  
 DOSIFICACIÓN : 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 20% Emulsión asfáltica  
 PROFUNDIDAD : 0,10 m. a 1,50 m.  
 FECHA : 25 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**

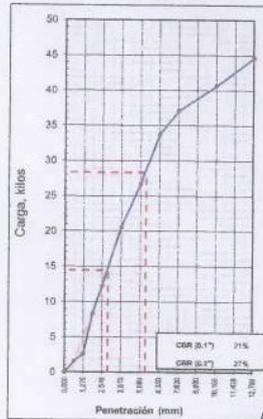


METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,881
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9,2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,882

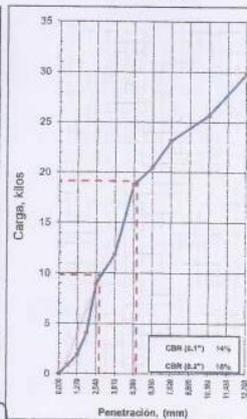
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 20,6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 13,9 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	= 26,8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	= 18,1 %

OBSERVACIONES:

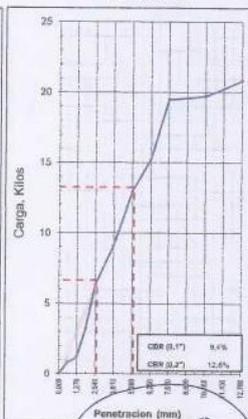
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CRISTIAN JUAN LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidesmvs@hotmail.com RPN #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO DSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

**AUTOR :** DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO TESIS :** "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

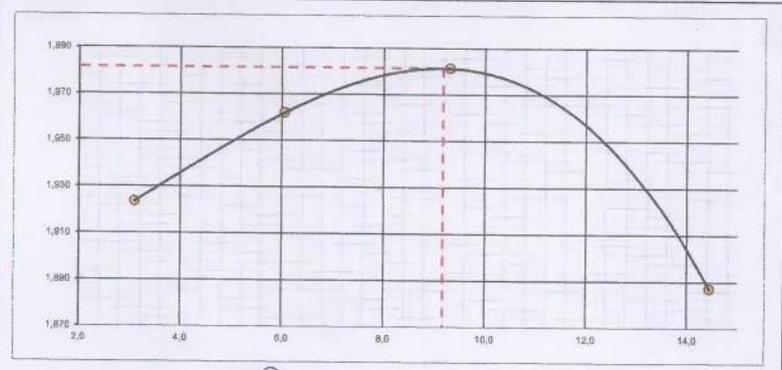
**UBICACIÓN :** PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE  
**DOSIFICACIÓN :** 8% Ceniza de Mazorca de Maíz + 20% Emulsión asfáltica  
**PROFUNDIDAD :** 0.10 m. a 1.50 m.  
**FECHA :** 25 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	940	mS.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	1768	gr.	N° de golpes
								25 Gp

NUMERO DE ENSAYOS								
Peso Suelo + Molde		gr.	3.632	3.724	3.804	3.798		
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.	1.864	1.966	2.036	2.030		
Peso Volumetrico Humedo		gr.	1.983	2.081	2.166	2.160		
Recipiente Numero			-	-	-	-		
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.	336,60	352,60	341,50	359,80		
Peso Suelo Seco + Tara		gr.	328,20	335,85	316,85	321,22		
Peso de la Tara		gr.	56,63	57,52	52,26	54,15		
Peso del agua		gr.	8,4	16,9	24,7	38,6		
Peso del suelo seco		gr.	272	278	265	267		
Contenido de agua		%	3,1	6,1	9,3	14,4		
Densidad Seca		gr/cc	1,923	1,962	1,981	1,867		

RESULTADOS					
Densidad Máxima Seca	1,981	(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima	9,2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Cristhian Jhan Murga Sosa*  
**CRISTHIAN JHAN LOPEZ CHANAME**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067

**SEGENMA**  
 SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

*Jhan Murga Sosa*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALEZ N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/OSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvias@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OBCE N° 80090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM

**PROYECTO TESIS** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

**UBICACIÓN** : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE

**PROFUNDIDAD** : 0.10 m. a 1.50 m.

**MATERIAL** : Suelo arcilloso (Muestra patron)

**FECHA** : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**CALCULO DEL CBR**

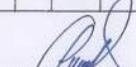
	1	2	3
Molde N°	5	5	5
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	29	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8736	5530	8990
Peso de molde (g)	4779,0	4772,0	4620,0
Peso del suelo húmedo (g)	3957,4	3758,4	3470,3
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2032,0	2032,0	2032,0
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1,948	1,850	1,708
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	125,4	163,4	156,3
Peso suelo seco + tara (g)	109,7	142,9	136,9
Peso de tara (g)	95,4	96,3	92,5
Peso de agua (g)	15,7	20,5	19,4
Peso de suelo seco (g)	14,3	46,6	44,4
Contenido de humedad (%)	14,3	14,3	14,2
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,704	1,616	1,496

**EXPANSION**

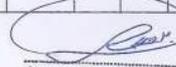
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/1/22	08:35:00 a.m	0	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000
12/1/22	08:35:00 a.m	24	9	0,229	0,199	10	0,254	0,221	9	0,229	0,199
13/1/22	08:35:00 a.m	48	21	0,533	0,464	23	0,584	0,508	22	0,559	0,486
14/1/22	08:35:00 a.m	72	29	0,737	0,641	31	0,787	0,685	30	0,762	0,663
15/1/22	08:35:00 a.m	96	45	1,143	0,994	44	1,118	0,972	46	1,198	1,016

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA	MOLDE N°	M-01			MOLDE N°			M-02			MOLDE N°			M-03		
			STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	kg	%	
0,000	0,000		0	0			0	0			0	0					
0,835	0,025		16,2	0,7			9,5	0,4			9,1	0,3					
1,270	0,050		30,5	1,5			12,6	0,5			12,3	0,5					
1,905	0,075		41,2	2,0			20,6	1,0			18,6	0,9					
2,540	0,100	70,29	48,4	2,4	4	5,0	31,1	1,5	3	4,3	27,4	1,3	1,6	2,3			
3,810	0,150		102,2	5,2			48,7	2,4			45,6	2,3					
5,080	0,200	105,43	116,4	5,9	8	7,6	90,3	4,6	8	5,4	59,2	2,9	3,3	3,1			
6,350	0,250		171,1	8,7			108,4	5,5			79,1	3,9					
7,620	0,300		248,3	12,7			132,1	6,7			102,2	5,2					
10,160	0,400		293,4	13,5			149,3	7,1			121,3	6,2					
12,700	0,500																

  
 CRISTIAN JUMBOR LOPEZ SHANANE  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



  
 Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DND-INDECOPI  
 Email: leonidasmvias@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 80090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(ASTM D-2216 / NTP 339.152)

AUTOR :	DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM
PROYECTO TESIS :	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN :	PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE
PROFUNDIDAD :	0.10 m. a 1.50 m.
MATERIAL :	Suelo arcilloso (Muestra patron)
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**1. Contenido de Humedad Muestra Integral:**

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1466,0	1534,3
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1211,1	1263,4
Peso del agua contenida (gr)	254,9	270,9
Peso de la muestra seca (gr)	1211,1	1263,4
Contenido de Humedad (%)	21,0	21,4
Contenido de Humedad Promedio (%)	21,2	

  
 CRISTHIAN JUNCOS LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



  
 Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-TMDECOPIE  
 Email: leonidasnivas@hotmail.com RPM 2947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

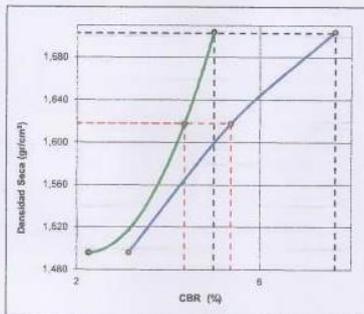
**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

**AUTOR :** DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO :**  
**TEMA :** "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

**UBICACIÓN :** PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAEQUE  
**PROFUNDIDAD :** 0.10 m. a 1.50 m.  
**MATERIAL :** Suelo arcilloso (Muestra patron)  
**FECHA :** 14 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**

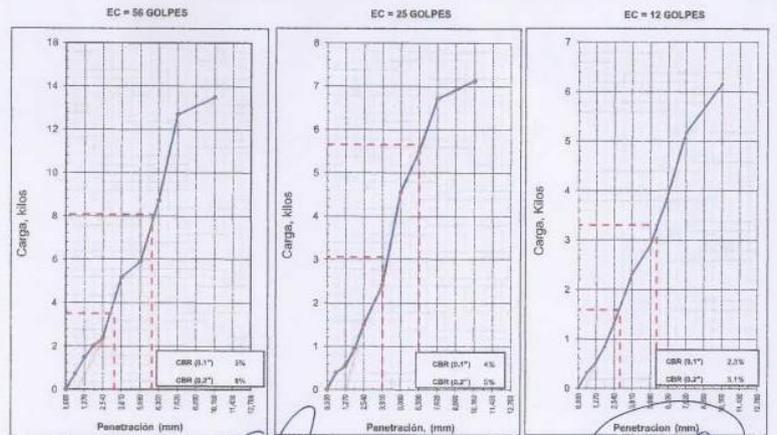


<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASTHO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 1,703
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 14,2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 1,618

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=	5.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	=	4.3 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	=	7.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	=	5.4 %

**OBSERVACIONES:**



CRISTIAN ANTON LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

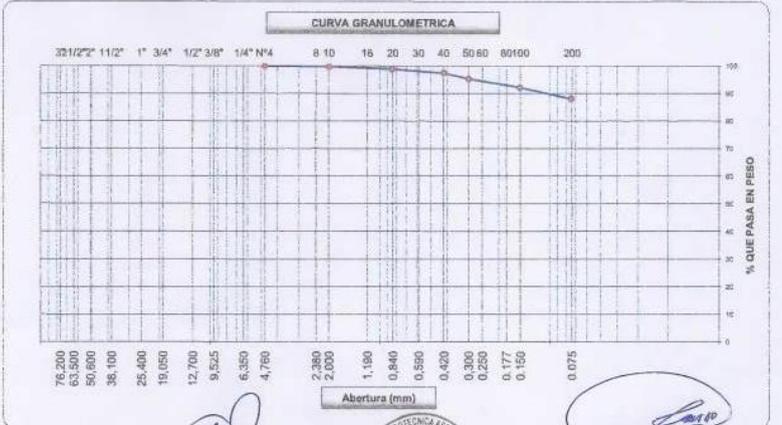
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

AUTOR : DIAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM

PROYECTO TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE  
 CALICATA : C1-M1  
 PROFUNDIDAD : 0,10 m. a 1,50 m.  
 MATERIAL : Suelo arcilloso (Muestra patron)  
 FECHA : 11 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Materia en Especificación	Descripción
5"	127,000						<b>1. Peso de Material</b>
4"	101,600						Peso Inicial Total (gr)
3"	73,000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) <b>395,30</b>
2 1/2"	60,300						
2"	50,800						<b>2. Características</b>
1 1/2"	37,500						Tamaño Máximo <b>3/8"</b>
1"	25,400						Tamaño Máximo Nominal <b>1/4"</b>
3/4"	19,000						Grava (%)
1/2"	12,700						Arena (%) <b>11,9</b>
3/8"	9,520						Finos (%) <b>88,1</b>
1/4"	6,350						Módulo de Fineza (%)
N° 4	4,750			100,00			
N° 8	2,360						<b>3. Clasificación</b>
N° 10	2,000	1,25	0,32	0,32	99,68		Límite Líquido (%) <b>39,2</b>
N° 16	1,190						Límite Plástico (%) <b>23,3</b>
N° 20	0,850	3,27	0,63	1,15	98,85		Índice de Plasticidad (%) <b>15,9</b>
N° 30	0,600						Clasificación SUCS <b>CL</b>
N° 40	0,420	5,32	1,36	2,50	97,50		Clasificación AASHTO <b>A-6 (10)</b>
N° 50	0,300	8,29	2,10	4,60	95,40		
N° 60	0,250						
N° 80	0,180						
N° 100	0,150	12,60	3,19	7,79	92,21		
N° 200	0,075	16,36	4,14	11,93	88,07		
Pasante		348,2	88,1	100,0			



*[Signature]*  
**CRISTHIAN JORDY LOPEZ CHANAME**  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
Ca. BRITALDO GONZALES N° 163 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
Email: leontidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

AUTOR : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
: ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHAM  
PROYECTO TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".  
UBICACIÓN : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
PROFUNDIDAD : 0.10 m a 1.50 m  
MATERIAL : Suelo arcilloso (Muestra patron)  
FECHA : 10 NOVIEMBRE DEL 2022

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS  
ASTM D854**

Gravedad específica de sólidos	—	2,48
Temperatura del agua destilada durante el ensayo	°C	23,8
Coficiente de Temperatura (K)	—	0,99914
Gravedad específica de sólidos corregida por T°	gr.	2,47

  
CRISTIAN JUNIOR LOPEZ CHANAME  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 249067



  
**Jhan Murga Sosa**  
TÉCNICO LABORATORISTA  
SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

**AUTOR :** DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO TESIS :** "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

**UBICACIÓN :** PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
**PROFUNDIDAD :** 0.10 m. a 1.50 m.  
**MATERIAL :** Suelo arcilloso (Muestra patron)  
**FECHA :** 10 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

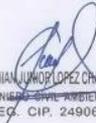
N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	61,75	58,51	56,96	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	52,25	48,54	47,73	
Peso de Tarro	gr.	28,64	24,12	23,61	
Peso de Agua	gr.	9,50	9,97	9,23	
Peso del Suelo Seco	gr.	23,61	25,42	24,12	<b>Límite Líquido</b>
Contenido de Humedad	%	40,25	38,23	38,26	<b>39,2</b>
Numero de Golpes		28	25	30	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

N° de Tarro		4	5	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	31,32	33,42	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	28,48	30,34	
Peso de Tarro	gr.	16,34	17,12	
Peso de Agua	gr.	2,84	3,08	
Peso de Suelo seco	gr.	12,14	13,22	<b>Límite Plástico</b>
Contenido de Humedad	%	23,36	23,28	<b>23,3</b>



Constantes Fisicas de la Muestra	
Límite Líquido	39,2
Límite Plástico	23,3
Índice de Plasticidad	15,9
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

  
 CRISTIAN JUNIOR LOPEZ CHANA  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



  
 Jhan Murga Sosa  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidesmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
**LABORATORIO SEGENMA**

**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-99)

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**PROYECTO** :  
**TEMA** : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

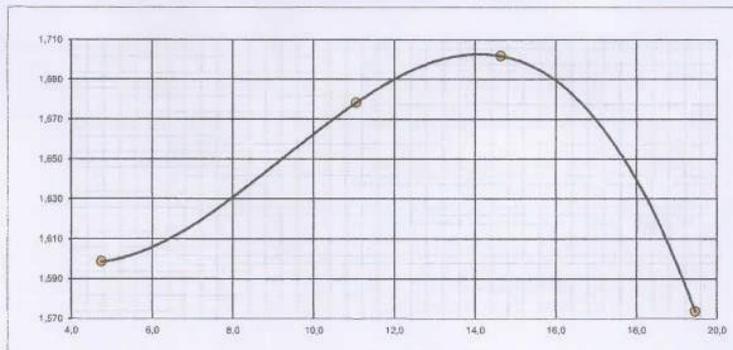
**UBICACIÓN** : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE  
**PROFUNDIDAD** : 0.10 m. a 1.50 m.  
**MATERIAL** : Suelo arcilloso (Muestra patron)  
**FECHA** : 11 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Molde N° 1	Diámetro Molde			Volumen Molde	940	m <sup>3</sup>	N° de capas	5
	4"	6"						
Metodo	A	B	C	Peso Molde	1768	gr.	N° de golpes	25 Glp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>								
Peso Suelo + Molde	gr.			3.342	3.520	3.502	3.535	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.			1.574	1.752	1.834	1.767	
Peso Volumetrico Humedo	gr.			1.674	1.864	1.951	1.880	
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.			173,16	185,60	154,50	163,70	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.			170,58	167,13	143,16	138,01	
Peso de la Tara	gr.			116,30	0,00	65,69	5,00	
Peso del agua	gr.			2,6	18,5	11,3	25,7	
Peso del suelo seco	gr.			54	167	77	132	
Contenido de agua	%			4,8	11,1	14,6	19,5	
Densidad Seca	gr/cc			1,598	1,678	1,702	1,574	

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	1,703	(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima	14,2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima		%

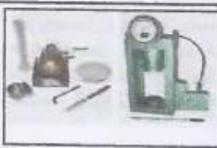
**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*[Signature]*  
 CRISTIAN JUAN LUIS CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP 249067



*[Signature]*  
**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmv@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-458484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL  
 MTC E-704 / ASTM C-39 / AASHTO T-22**

**AUTOR** : DÍAZ PERALES, DIANA GRACIELA  
 ANTÓN VALDIVIESO, CRISTOPHER BRAHIAM

**TESIS** :  
 "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAIZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"

**UBICACIÓN** : PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE

N° de Orden y Marca de la Probeta	Fecha de Vaciado	Fecha del Ensayo	Edad de la Probeta (en días)	Carga de Rotura (KN)	Probeta		Carga de Rotura (Kg.F)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
					Ø	Area (cm <sup>2</sup> )		
01.- B-001 Probeta cilindrica de Arcilla + 8% de ceniza de mazorca de maíz a temperatura 600°C	11/11/22	18/11/22	7	45.6	10.16	81.1	4,650	57.4
02.- B-002 Probeta cilindrica de Arcilla + 8% de ceniza de mazorca de maíz a temperatura 650°C	11/11/22	18/11/22	7	43.8	10.16	81.1	4,466	55.1
02.- B-003 Probeta cilindrica de Arcilla + 8% de ceniza de mazorca de maíz a temperatura 700°C	11/11/22	18/11/22	7	44.6	10.16	81.1	4,548	56.1
03.- B-004 Probeta cilindrica de Arcilla + 8% de ceniza de mazorca de maíz a temperatura 750°C	11/11/22	18/11/22	7	56.7	10.16	81.1	5,782	71.3

CRISTIAN JUNCO LOPEZ CHANAME  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067



**Jhan Murga Sosa**  
 TÉCNICO LABORATORISTA  
 SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 Ferreñafe, 12 Noviembre del 2022.

## Anexo IV. Certificado de Calibración



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

---

**Área de Metrología**  
*Laboratorio de Fuerza*

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

#### PT - LF - 030 - 2023

Página 3 de 3

---

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_4$ (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100	101.7	101.7	101.7	101.7
20	200	201.1	201.1	201.1	201.1
30	300	300.4	300.4	300.4	300.4
40	400	400.5	400.5	400.5	400.5
50	500	499.7	499.7	499.7	499.7
60	600	599.1	599.1	599.1	599.1
70	700	699.5	699.5	699.5	699.5
80	800	800.0	800.0	800.0	800.0
90	900	900.2	900.2	900.2	900.2
100	1000	1001.4	1001.4	1001.4	1001.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\sigma$ (%)	
100	-1.69	0.00	0.00	0.10	0.58
200	-0.53	0.00	0.00	0.05	0.58
300	-0.13	0.00	0.00	0.03	0.57
400	-0.12	0.00	0.00	0.03	0.57
500	0.05	0.00	0.00	0.02	0.57
600	0.16	0.00	0.00	0.02	0.57
700	0.07	0.00	0.00	0.01	0.57
800	0.00	0.00	0.00	0.01	0.57
900	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.57
1000	-0.14	0.00	0.00	0.01	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



---

☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Instalaciones del Cliente  
CALLE BRITALDO GONZALES N°183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28.5 °C	28.5 °C
Humedad Relativa	61 % HR	61 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 042-23 (B)

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	2061-2023	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST 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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS	
3. Dirección	CALLE BRITALDO GONZALES N°183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	
Marca	YF	
Modelo	STYE -2000	
Número de Serie	110303	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kN	
5. Fecha de Calibración	2023-07-04	

Fecha de Emisión

2023-07-05

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



### 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

#### DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.20	149.60	125.40

#### HERRAMIENTA DE RANURADO

##### EXTREMO CURVADO

Esesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

#### DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Esesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01

Fin del Documento





**INFORME DE VERIFICACIÓN**  
**CA - IV - 009 - 2023**

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

**6. Método de Verificación**

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

**7. Lugar de Verificación**

En el laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.  
Avenida Chillon Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA-170-2022
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0433-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2022

**10. Observaciones**

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.  
(\*) Serie grabado en el instrumento



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0199 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase III\*" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.2 °C	20.2 °C
Humedad Relativa	65%	65%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-1020-002-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-1020-001-22
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-23
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-23
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2023

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



913 028 621 - 913 028 622  
913 028 623 - 913 028 624  
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
ventas@perutest.com.pe  
PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 0199 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

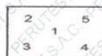
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20.2 °C	20.2 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	14,999	200	-700	30,001	700	800
2	15,000	600	-100	30,000	500	0
3	15,000	400	100	30,000	500	0
4	15,000	600	-100	30,000	500	0
5	15,000	500	0	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,000	700	-200
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,001	800	700	30,000	600	-100
9	15,001	900	600	30,000	500	0
10	15,001	800	700	30,000	600	-100
Diferencia Máxima		1,400		Diferencia Máxima		1,000
Error Máximo Permisible		± 3,000		Error Máximo Permisible		± 3,000

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20.2 °C	20.2 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,000	500	0	0
2		10	600	-100		10,001	800	700	800
3	10 g	9	200	-700	10,000	10,000	600	-100	600
4		10	400	100		10,000	600	-100	-200
5		10	600	-100		10,000	500	0	100
									Error máximo permisible
									± 3,000

\* Valor entre 0 y 10e



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0199 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20.2 °C	20.2 °C

Carga L ( g )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
10	10	500	0	0	10	500	0	0	1,000
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	19,999	200	-700	-700	3,000
25,000	25,000	500	0	0	24,999	200	-700	-700	3,000
30,000	30,000	500	0	0	29,999	300	-800	-800	3,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4106667 \text{ g}^2 + 0.00000000071 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000019 \text{ R}$$

### 12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



913 028 621 - 913 028 622  
913 028 623 - 913 028 624  
www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
ventas@perutest.com.pe  
PERUTEST SAC



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0199 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente **03749-2023**
2. Solicitante **JORGE JHAN MURGA SOSA**
3. Dirección  
CALLE 9 DE OCTUBRE NRO 248-PUEBLO  
JOVEN LAS MERCEDES - LAMBAYEQUE -  
FERENAFE - FERENAFE
4. Equipo de medición **BALANZA ELECTRÓNICA**
  - Capacidad Máxima **30000 g**
  - División de escala (d) **1 g**
  - Div. de verificación (e) **1 g**
  - Clase de exactitud **III**
  - Marca **OHAUS**
  - Modelo **R21PE30ZH**
  - Número de Serie **8342167646**
  - Capacidad mínima **20 g**
  - Procedencia **CHINA**
  - Identificación **NO INDICA**
5. Fecha de Calibración **2023-04-17**

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

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión **2023-04-17** Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

## **Anexo V. Informe Estadístico**

INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA  
CON CRITERIO JUECES EXPERTOS Y  
CRITERIO MUESTRA PILOTO

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO

	Claridad			Contexto		
	Uniaxial	Proctor Estandar	CBR	Uniaxial	Proctor Estandar	CBR
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1
s	5	5	3	5	5	5
n	5					
c	2					
V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1			1		

	Congruencia			Dominio del constructo		
	Uniaxial	Proctor Estandar	CBR	Uniaxial	Proctor Estandar	CBR
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5
n						
c						
V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1			1		

V de Aiken del instrumento por jueces expertos **1.00**

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE INFLUENCIA DE LA CENIZA DE MAZORCA DE MAÍZ Y EMULSIONES ASFÁLTICAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,941	3

Muestra	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Uniaxial	,862	,952
Proctor Estandar	Suelo Natural	,927
CBR	,901	,905

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		19097994,767	11	1736181,342		
Intra sujetos	Entre elementos	22672992,700	9	2519221,411	15,958	,000
	Residuo	15628322,900	99	157861,847		
	Total	38301315,600	108	354641,811		
Total		57399310,367	119	482347,146		

  
 ING. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ ALVARADO  
 COESPE N° 576  
 COLEGIO DE ESTADÍSTICOS DEL PERÚ

## Anexo VI. Juicio de Validación de Expertos

Colegiatura N°

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
SAAVEDRA REGALADO MIGUEL	ING. ASISTENTE DE OBRA	- Uniaxial - Proctor Estandar - CBR	- DIAZ DIANA - ANTON CRISTOPHER
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Ceniza de Mazorca de Maiz y Emulsiones Asfálticas en las Propiedades Mecánicas del Suelo.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Uniaxial	A	CONFORTTE
Proctor Estandar	A	CONFORTTE
CBR	A	CONFORTTE

  
Miguel Saavedra Regalado  
ING. CIVIL  
CIP-178418

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Muestras								
1	Uniaxial	X		X		X		X	
2	Proctor Estandar	X		X		X		X	
3	CBR	X		X		X		X	
4									

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( ) Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad:

  
Miguel Saavedra Regalado  
ING. CIVIL  
CIP: 179618

Juez  
Experto

Colegiatura N° 24354

Ficha de validación según AIKEN

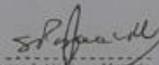
I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
ASQUEZ MIRANDA BOULETTO SANCHEZ	SUPERVISOR DE OBRAS	- Uniaxial - Proctor Estandar - CBR	- DIAZ DIANA - AMÓN CHRISTOPHER
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Ceniza de Mazorca de Maiz y Emulsiones Asfálticas en las Propiedades Mecánicas del Suelo.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Uniaxial	A	CONFORTTE
Proctor Estandar	A	CONFORTTE
CBR	A	CONFORTTE

  
 Guillermo A. Valdez Miranda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 14354

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

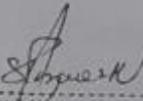
	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Pruebas								
1	Uniaxial	X		X		X		X	
2	Proctor Estándar	X		X		X		X	
3	CBR	X		X		X		X	
4									

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( ) Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad:

  
Guillermo A. Valquez Maritza  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 14154

Juez  
Experto

Colegiatura N°

Ficha de validación según AIKEN

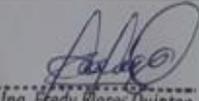
I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
FLORES QUINTOS FREY	SUPERVISOR DE OBRAS	- Uniaxial - Proctor Estándar - CBR	- DIAZ DIANA - RAMIREZ CHRISTOPHER
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Ceniza de Mazorca de Maiz y Emulsiones Asfálticas en las Propiedades Mecánicas del Suelo.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Uniaxial	A	CONFORME
Proctor Estandar	A	CONFORME
CBR	A	CONFORME

  
 Ing. Freddy Flores Quintos  
 CIP. N° 200976  
 SUPERVISOR DE OBRAS

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

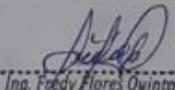
	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	muestras								
1	Uniaxial	X		X		X		X	
2	Proctor Estándar	X		X		X		X	
3	CER	X		X		X		X	
4									

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (  ) Aplicable después de corregir (  )

No aplicable (  ) Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad:

  
Ing. Freddy Flores Quintas  
CIP. N° 200979  
SUPERVISOR DE OBRA

Juez  
Experto

Colegiatura N° 249067

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
López Chanano Cristhian Javier	Especialista Ingeniería	- Uniaxial - Proctor Estándar - CBR	- DÍAZ CHAVEA - PATTON - CHRISTOPHER
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Ceniza de Mazorca de Maíz y Emulsiones Asfálticas en las Propiedades Mecánicas del Suelo			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Uniaxial	A	CONFORME
Proctor Estándar	A	CONFORME
CBR	A	CONFORME

  
 CRISTHIAN JAVIER LÓPEZ CHANANO  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 249067

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Muestras								
1	Uniaxial	X		X		X		X	
2	Proctor Estandar	X		X		X		X	
3	CBR	X		X		X		X	
4									

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( ) Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad:

  
CRISTIAN JUNIOR LOPEZ CHANAME  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP. 249067

Juez  
Experto

Colegiatura N° 244313

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Paula Clauibel del Pilar Arenas Villalobos.	Independiente	- Uniaxial - Proctor Estandar - CBR	- DIET. DIANA - ANTON - CRISTOPHER
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Ceniza de Mazorca de Maiz y Emulsiones Asfálticas en las Propiedades Mecánicas del Suelo.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Uniaxial	A	CONFORME
Proctor Estandar	A	CONFORME
CBR	A	CONFORME

  
PAULA CLAUIBEL DEL PILAR ARENAS VILLALOBOS  
INGENIERA CIVIL AMBIENTAL  
REG CIP 244313

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Muestras								
1	Uniaxial	X		X		X		X	
2	Proctor Estándar	X		X		X		X	
3	CBR	X		X		X		X	
4									

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( ) Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad:

*Paula Cárabel*  
 PAULA CÁRABEL DEL PILAR ARENAS VILLALOBOS  
 INGENIERA CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 244313

Juez  
 Experto

## Anexo VII. Panel Fotográfico







