



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

**Propiedades Microestructurales y Mecánicas de Suelos  
Adicionando Cenizas de Cáscara de Arroz y Fibras de  
Plátano**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO(A) CIVIL**

**Autor (es)**

Bach. Olivares Guzmán Jimmy Yampier  
<https://orcid.org/0000-0003-0054-2961>

Bach. Urbina Silva Suzetty Nicole  
<https://orcid.org/0000-0001-5200-4327>

**Asesor(a)**

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro  
<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación**  
**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2023**

**PROPIEDADES MICROESTRUCTURALES Y MECÁNICA DE SUELOS  
ADICIONANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PLÁTANO**

**Aprobación del jurado**

---

MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MAG. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MAG. REINOSO SAMAME JORGE ANTONIO

**Vocal del Jurado de Tesis**



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos egresado (s) del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

### PROPIEDADES MICROESTRUCTURALES Y MECÁNICAS DE SUELOS ADICIONANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PLÁTANO

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, firman:

Olivares Guzmán Jimmy Yampier	48591592	
Urbina Silva Suzetty Nicole	72934907	

\* Porcentaje de similitud turnitin:23%

Pimentel, 21 de Mayo de 2023.

Reporte de similitud

---

NOMBRE DEL TRABAJO  
TESIS OLIVARES GUZMAN Y URBINA SIL  
VA - USS.docx

---

<small>RECUENTO DE PALABRAS</small> <b>15474 Words</b>	<small>RECUENTO DE CARACTERES</small> <b>77894 Characters</b>
<small>RECUENTO DE PÁGINAS</small> <b>71 Pages</b>	<small>TAMAÑO DEL ARCHIVO</small> <b>3.9MB</b>
<small>FECHA DE ENTREGA</small> <b>Aug 18, 2023 4:14 PM GMT-5</b>	<small>FECHA DEL INFORME</small> <b>Aug 18, 2023 4:15 PM GMT-5</b>

---

- **23% de similitud general**  
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base
  - 20% Base de datos de Internet
  - 5% Base de datos de publicaciones
  - Base de datos de Crossref
  - Base de datos de contenido publicado de Cros:
  - 15% Base de datos de trabajos entregados
- **Excluir del Reporte de Similitud**
  - Material bibliográfico
  - Material citado
  - Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a Dios, mis padres Juan y Nelva, mis hermanos Mayra y Samyr y a todas las personas que me mostraron su apoyo incondicional a largo de mi carrera universitaria hasta lograr el título profesional.

**Jimmy Yampier Olivares Guzmán**

Dedicado a Dios, a mi madre Nery, mi abuela María y mi tía Violeta por ser las mujeres que me inspiraron e impulsaron, siendo los pilares que me sostuvieron en los momentos difíciles y me apoyaron en cada una de mis decisiones a lo largo de mi vida universitaria hasta alcanzar el título profesional.

**Suzetty Nicole Urbina Silva**

## **Agradecimientos**

A Dios por la vida, por protegernos, guiarnos y darnos sabiduría.  
A nuestras familias, por ser nuestro apoyo y sostén a lo largo de nuestra formación  
profesional.

A mis docentes universitarios, por compartir sus conocimientos en las diferentes  
ramas de la ingeniería durante este tiempo.

**Jimmy Olivares G. y Suzetty Urbina S.**

“Jehová es mi pastor; nada me faltará”

Salmos 23

## Índice

Dedicatoria .....	4
Agradecimientos .....	5
Índice de tablas, figuras y fórmulas (de ser necesario) .....	7
Resumen .....	9
Abstract .....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	27
1.3. Hipótesis.....	27
1.4. Objetivos .....	27
1.5. Teorías relacionadas al tema .....	28
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	40
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	40
2.2. Variables, Operacionalización.....	42
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	45
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	46
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	49
2.6. Criterios éticos.....	60
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62
3.1. Resultados .....	62
3.2. Discusión.....	75
3.3. Aporte de la investigación .....	77
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
4.1. Conclusiones.....	79
4.2. Recomendaciones.....	80
REFERENCIAS .....	82
ANEXOS.....	91

## Índice de tablas, figuras y fórmulas (de ser necesario)

### Índice de tablas

<i>Tabla I</i> Clasificación de los suelos por el tamaño de sus partículas.....	29
<i>Tabla II</i> Tamices según abertura .....	31
<i>Tabla III</i> Clasificación de los suelos según su índice de plasticidad.....	32
<i>Tabla IV</i> Categorías de sub rasante.....	34
<i>Tabla V</i> Composición química de la CCA.....	37
<i>Tabla VI</i> Matriz de Operacionalización de Variables.....	43
<i>Tabla VII</i> Cantidad de ensayos realizados por tipo.....	46
<i>Tabla VIII</i> Contenido puzolánico de CCA según temperaturas.....	56
<i>Tabla IX</i> Porcentaje de óxidos presentes por cada temperatura.....	64
<i>Tabla X</i> Propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso.....	63
<i>Tabla XI</i> Concentración de las fases cristalinas en la muestra.....	71
<i>Tabla XII</i> Composición química medida por EDS en diferentes regiones.....	74

### Índice de Figuras

<i>Fig. 1</i> Estructura del procedimiento para el desarrollo de la investigación .....	49
<i>Fig. 2</i> Zona de extracción de muestra de suelo.....	50
<i>Fig. 3</i> Muestra de ensayo de contenido de humedad.....	51
<i>Fig. 4</i> Granulometría del suelo natural.....	52
<i>Fig. 5</i> Ensayo de límite líquido y plástico.....	53
<i>Fig. 6</i> Obtención de CCA a diferentes temperaturas.....	54
<i>Fig. 7</i> Proceso de tamizado por la malla N°100 de la muestra de ceniza .....	54
<i>Fig. 8</i> Diferentes rangos de temperatura de la CCA.....	55
<i>Fig. 9</i> Tallo y Fibra de plátano (FDP).....	56
<i>Fig. 10</i> Longitud de fibra FDP y espesor .....	57
<i>Fig. 11</i> Suelo natural + % CCA.....	57

<b>Fig. 12</b> Suelo natural + % óptimo de CCA +%FDP.....	58
<b>Fig. 13</b> Temperatura óptima de quemado de CCA .....	64
<b>Fig. 14</b> Curva granulométrica del suelo arcilloso.....	62
<b>Fig. 15</b> Densidad Máxima Seca por cada adición de CCA.....	65
<b>Fig. 16</b> Contenido de Humedad Óptimo por cada adición de CCA.....	66
<b>Fig. 17</b> CBR al 95% a 0.1" y 0.2" por cada muestra .....	67
<b>Fig. 18</b> Densidad Máxima Seca por cada adición de FDP.....	68
<b>Fig. 19</b> Contenido de Humedad Óptimo por cada adición de FDP.....	69
<b>Fig. 20</b> CBR al 95% a 0.1" y 0.2" por cada muestra .....	70
<b>Fig. 21</b> Difractograma de rayos X de la muestra junto con las fases cristalinas identificadas .....	71
<b>Fig. 22</b> a) Micrografía de la muestra a una magnificación de 100x, b) Espectro de EDS para el área total. ....	72
<b>Fig. 23</b> Micrografía de la muestra a una magnificación de 300x con regiones de interés señaladas..	73
<b>Fig. 24</b> a)Espectro de EDS para región P1, b) para P2 y c) para P3.....	73



## Resumen

El suelo arcilloso tiene un efecto desfavorable para trabajos de pavimentación en la ingeniería, como consecuencia de su baja capacidad portante y los cambios volumétricos a los que se ve afectado. La ceniza de cáscara de arroz (CCA) tiene una alta actividad puzolánica, que sumado a los aportes de las propiedades de la fibra de plátano (FDP) pueden ser una alternativa rentable y ecológica en el aumento de la resistencia de este tipo de suelo. La presente investigación, tiene como objetivo determinar las propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano, para lo cual se realizaron ensayos mecánicos de proctor modificado y california bearing ratio (CBR) a muestras de suelo natural adicionando porcentajes de 5, 10, 15 y 20% de CCA y posteriormente al óptimo porcentaje de CCA añadirle el 0.1, 0.3, 0.5 y 0.7% de FDP, obteniéndose como resultado que el suelo mejora sus propiedades mecánicas a través de la adición del 10% de CCA y 0.5% de FDP, obteniendo un incremento en su CBR de 5.03% a 0.1" y 6.87% a 0.2". Los ensayos microestructurales de Difracción de Rayos X (DRX) y Microscopía electrónica de barrido (SEM) con EDS, determinaron que la muestra con 10% de CCA y 0.5% de FDP presentó en sus fases cristalinas un alto porcentaje de cuarzo, aluminosilicatos y calcita; mientras que, dentro de su composición química se encontró alta presencia de sílice y carbono proporcionados por la CCA y FDP respectivamente.

**Palabras Clave:** ceniza de cáscara de arroz, fibra de plátano, suelo arcilloso, CBR, ensayos microestructurales.

## Abstract

Clay soil has an unfavorable effect on paving works in engineering, as a consequence of its low bearing capacity and the volumetric changes to which it is affected. Rice husk ash (RHA) has a high pozzolanic activity, which added to the contribution of the properties of banana fiber (PF) can be a cost-effective and ecological alternative to increase the resistance of this type of soil. The objective of this research is to determine the microstructural and mechanical properties of soils by adding rice husk ashes and banana fibers, for which mechanical tests of modified proctor and California bearing ratio (CBR) were performed on samples of natural soil by adding percentages of 5, 10, 15 and 20% of CCA and then to the optimum percentage of CCA add 0.1, 0.3, 0.5 and 0.7% of FDP, obtaining as a result that the soil improves its mechanical properties through the addition of 10% of CCA and 0.5% of FDP, obtaining an increase in its CBR of 5.03% at 0.1" and 6.87% at 0.2". The microstructural tests of X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM) with EDS, determined that the sample with 10% CCA and 0.5% of FDP presented in its crystalline phases a high percentage of quartz, aluminosilicates and calcite; while, within its chemical composition it was found high presence of silica and carbon provided by the CCA and FDP respectively.

**Keywords:** rice husk ash, banana fiber, clay soil, CBR, microstructural tests.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

Dentro de los diversos campos de la ingeniería, [1] afirman que, uno de los más esenciales para la realización de cualquier tipo de proyecto de infraestructura es la geotecnia, desde el punto de vista de esta rama, en los últimos años se ha identificado la creciente escasez de suelos, lo que ha derivado en el aumento de los esfuerzos en recuperar suelos que anteriormente se consideraban inutilizables, esto mediante la formulación de nuevas técnicas que permitan la mejora de sus propiedades, Un ejemplo de ello se presenta en áreas con predominancia de suelos arcillosos, mismos que antiguamente, eran reemplazados por material de préstamo, debido a que tal y como señalan [2], presenta una capacidad portante baja, que provocaría un comportamiento inadecuado ante la aplicación de cualquier tipo de carga, la acción de reemplazar este material conlleva a sobrecostos por excavación y transporte. Frente a esta realidad [3] nos indican que, se adoptó las técnicas de estabilización como una alternativa más económica y que garantizaba la mejora en la reducción de deformaciones tanto laterales, verticales como los asentamientos, pudiendo realizarse con medios químicos o mecánicos, tal es caso de la cal, el cemento y las cenizas volantes; sin embargo, aunque el uso de estas tecnologías sean beneficiosas para el adecuado desarrollo de los proyectos, muchas de ellas tienen un alto impacto ambiental.

Los suelos arcillosos, tienen como principales características su baja capacidad portante y su reacción a la variación de humedad aumentando y contrayendo su volumen, estos cambios volumétricos ejercen una enorme presión en la infraestructura que se apoya en este [4]. Los asentamientos, producen según [5] daños, como grietas en el suelo, grietas en los edificios, levantamiento y formación de surcos en el pavimento, caída del revestimiento del canal, etc. Por consiguiente, en casos como los sistemas de pavimentos constituidos en este tipo de suelos [6] nos señalan que, los daños ascienden a miles de millones de dólares anualmente, por ejemplo, en países como EE.UU las pérdidas anuales ocasionadas por

daños en suelos expansivos, superan los 15.000 millones de dólares, que sumado a la inflación y el crecimiento poblacional, en un año el daño podría exceder las pérdidas combinadas de fenómenos naturales; por otra parte en países como Reino Unido, Sudáfrica y Arabia Saudita para la década de los 80 y 90, se produjeron anualmente daños que ascendían a 0.15 billones, 4 millones y 0.30 billones de dólares respectivamente .

Tomando en consideración el negativo impacto ambiental de materiales como el cemento, utilizado también en el mejoramiento de suelos, y considerando que anualmente se producen cantidades importantes de subproductos de desecho agrícola en el mundo, estos representan una alternativa con alto potencial para reutilizarse, especialmente si muestran propiedades cementantes, como el caso de las cenizas de cáscara de arroz (CCA), las cuales se componen principalmente de óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) que, al ser un material puzolánico, tiene el potencial de mezclarse con otros materiales como el cemento y la cal. [7]. Según [8] en China, país productor de arroz más grande del mundo, se generan aproximadamente 200 millones de toneladas de arroz, lo que representa alrededor de un tercio de la producción total de arroz del mundo, y si se quemarán todas las cáscaras de arroz se pueden producir aproximadamente 8 millones de toneladas de cenizas por año. La utilización de fibras como refuerzo también mejora las propiedades del suelo, ya que proporciona según [9] una mayor estabilidad a su masa al aumentar su relación de carga. Así mismo, otro recurso que se viene explorando como refuerzo del suelo, son las fibras naturales, debido a que son amigables con el medio ambiente, de fácil adaptación y adquisición, añadiéndose que, en comparación con los materiales a base de fibra sintética, resulta ser más económico. Entre las fibras utilizadas [10] nos mencionan que se encuentra la fibra de plátano, abundante en calcio y potasio; componentes que han demostrado mejorar la resistencia del suelo.

Según [11] la situación de la infraestructura vial del Perú aún sigue en desarrollo, en muchas provincias alejadas de las ciudades principales no existe un adecuado sistema de pavimentos que permita la conexión entre pueblos, citando un ejemplo encontramos a las

regiones de la Selva, con más del 60% de caminos sin asfaltar, mientras que, en el noreste, un 80% de las vías sin pavimentación son utilizadas para el tránsito de vehículos. Con respecto a la producción de arroz en el Perú, se estima que se producen alrededor de 3 millones de toneladas de cultivo de arroz anualmente, obteniéndose un promedio de 900 mil toneladas de cáscara de arroz y por cada tonelada de arroz molido se obtiene un 30 % de cascarilla de arroz, que al quemarse llega a producir 15 % de CCA. [12].

En la actualidad se han realizado diversas investigaciones que estudian el comportamiento del suelo a través de la adición CCA y FDP como componentes que modifican las propiedades del suelo, tal es el caso de [13] en su artículo *“The Impact of rice husk ash waste addition towards landfill stability”* tuvieron como objetivo conocer la influencia de la adición de cenizas de cáscara de arroz en suelos, para ello utilizaron CCA con un contenido de sílice de 67.23% obtenidas de un molino de arroz. Las pruebas realizadas en este estudio incluyen las de compactación y las pruebas de CBR en suelos adicionando 0%, 5%, 10% y 15% de CCA. Los resultados mostraron que el contenido óptimo de humedad (CHO) muestra un aumento desde el valor del suelo original de 24.55% a 29.79% y la máxima densidad seca (DMS) disminuyó de 1.451 g/cc a 1.377 g/cc conforme se incrementaba la adición hasta 15% de CCA; el valor del CBR aumentó de 11.65% a 20.39% con una adición de 5% de CCA para luego mostrar una tendencia a la baja. Llegando a la conclusión que la adición de CCA con un contenido de 5% es el valor más eficaz utilizado para aumentar la capacidad de carga del suelo.

[14] en su artículo *“Stabilization of black cotton soil using rice husk ash for flexible pavement construction”* tuvieron como objetivo mezclar los materiales de desecho agrícola como la ceniza de cáscara de arroz con el suelo con el fin de mejorar la subrasante. Se realizó la prueba de CHO y DMS, CBR en suelos adicionados con 0%,5%,10%,15%, 20%,25%,30%,35%,40% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO de la muestra patrón es de 23% incrementándose progresivamente hasta 28.70% hasta la adición de 40% de CCA

y la máxima densidad seca se aumenta de 1.41 g/cc a 1.44 g/cc en un porcentaje de 10% de CCA para luego mostrar una tendencia decreciente; el valor del CBR aumentó de 3.65% a 5.23% con una adición de 10% de CCA. Llegaron a la conclusión que el suelo estabilizado con 10% de CCA muestra una mejora en las propiedades de resistencia, asimismo la reducción de la densidad seca después del nivel de reemplazo del 10 % se debe al resultado del proceso de floculación y aglomeración de partículas de suelo que al compenetrarse ocupan espacios más grandes conduciendo a una caída en el valor correspondiente a la DMS.

[15], en su artículo "*Effects of basalt fibres on strength and permeability of rice husk ash-treated expansive soils*" tuvieron como objetivo mejorar las capacidades de compresión y las características de permeabilidad de los suelos arcillosos tratados con cenizas de cáscara de arroz utilizando fibra de basalto, para ello utilizaron CCA quemadas a una temperatura controlada entre 650 -700 °C obteniendo un alto contenido de sílice del 91.10%. Se realizaron los ensayos de CHO y DMS en suelos adicionando el 0%,5%,10%,15% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO en la muestra patrón es de 26 % y se incrementó a 34% con una adición de 15% de CCA; y la DMS disminuyó de 1.6 g/cc a 1.3 g/cc conforme va aumentando la adición de CCA. Llegando a la conclusión que las CCA ayuda a mejorar las propiedades mecánicas de suelo, siendo un material adecuado para la combinación contra fibras sintéticas o naturales.

[16], en su artículo "*Effects of controlled burn rice husk ash on the geotechnical properties of soil*", tuvieron como objetivo analizar los efectos de la quema controlada de ceniza de cáscara de arroz en las propiedades geotécnicas de suelo, para ello realizaron la quema de cáscara de arroz a una temperatura que oscilaba entre los 650°C-700°C. El suelo de estudio tuvo una gravedad específica de 2.7 g/cc, DMS de 1.696 g/cc, CHO de 17.50% y un límite líquido de 37.5%, límite plástico de 29.7%. Se realizaron una serie de pruebas de laboratorio como proctor, california bearing ratio (CBR) y pruebas de microscopía electrónica

de barrido (SEM) en suelo con adición de 0%,5%,10% y 15% de ceniza de cáscara de arroz y se prepararon tres especímenes para cada tipo de mezcla para realizar las pruebas de laboratorio. Los resultados mostraron que el CHO aumentó de 17.5% en prueba patrón a 20%,24% y 28.2% según el porcentaje adicionado, pero la DMS se redujo en 21.3% con el incremento del CCA pasando de 1,696 g/cc a 1,334 g/cc, el valor del CBR aumentó de 42.2% a 58.9% con un porcentaje óptimo de 5% y la prueba SEM permitió observar que el suelo con 5% de CCA presentaba el mejor enlace mecánico entre las partículas de suelo y CCA con reacciones puzolánicas. Llegando a la conclusión que la adición inicial de 5 % de CCA con suelo mostró la mejor mejora de las propiedades geotécnicas y que con el aumento de CCA los valores en sus ensayos tenían una tendencia decreciente.

[17], en su artículo *“Study of expansive soil stabilized with agricultural waste”*, tuvieron como objetivo estabilizar el suelo expansivo mediante la adición de ceniza de cáscara de arroz y utilizar los desechos agrícolas en los suelos. Se realizó los ensayos de CHO y DMS, CBR en suelos adicionados con 0%, 6%, 12%, 18%, 24% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO aumentó de 15% a 23% y la DMS disminuyó de 1.7 g/cc a 1.4 g/cc conforme iba incrementándose el contenido de CCA; el valor del CBR a 0.1” mejoró de 1.65% a 1.85% y a 0.2” mejoró de 2.2% a 2.3% en una dosificación óptimo de 12% de CCA. Llegando a la conclusión que el suelo mejora su resistencia adicionando 12% de CCA, asimismo las partículas de sílice en CCA no solo son capaces de reemplazar el ion intercambiable que se encuentra en los minerales arcillosos, sino que también participan en la mejora de la resistencia, lo que resulta en un menor comportamiento de contracción e hinchazón para los minerales arcillosos.

[18] , en su artículo *“Modification of mechanical properties of expansive soil from North China by using rice husk ash”*, tuvieron como objetivo investigar el efecto del uso de la CCA como estabilizadores de suelos, para ello utilizaron CCA procesada obteniéndose su composición química. El suelo de estudio tuvo una gravedad específica de 2.58 g/cc, un CHO

de 13.35%, LL de 67%, LP de 36.09%. Se realizó los ensayos de CHO, DMS, y SEM en suelos adicionando el 0%, 4%,8%,12% y 16% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO en la muestra patrón es de 27% y disminuyó a 19% con 4% de CCA para luego ir aumentando gradualmente hasta 22% con 16% de CCA; la DMS disminuyó de 1.52 g/cc a 1.49 g/cc con 16% de CCA. Llegando a la conclusión que el suelo mejora sus propiedades mecánicas adicionando 16% de CCA.

[19] en su artículo *“Potentials of Cement Kiln Dust and Rice Husk Ash Blend on Strength of Tropical Soil for Sustainable Road Construction Material”* tuvieron como objetivo explorar los potenciales del polvo de horno de cemento y CCA en suelos, para ello utilizaron CCA de una fábrica de arroz para luego obtener su composición química. Se realizó la prueba de CHO y DMS, CBR en suelos adicionados con 0%,3%,6%,9%, 12%,15% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO de la muestra patrón aumenta de 12.95% a aprox. 14% con 15% de CCA, esta mejora podría atribuirse a la naturaleza hueca (porosa) de las partículas de CCA, que a cambio requerirán más agua para la lubricación perfecta de las mezclas de suelo; la DMS disminuyó de 1.83 mg/m<sup>3</sup> a 1.78 mg/m<sup>3</sup>, esto puede acreditarse a que las CCA tiene una gravedad específica menor a comparación del suelo; el valor del CBR aumento de 5% a 8% con una adición de 15% de CCA. Llegaron a la conclusión que la resistencia del suelo aumenta a medida que se adiciona un mayor porcentaje de CCA, considerando que su última dosificación es de 15% de CCA, por lo tanto, es su valor óptimo que ayudará a mejorar el material de la subrasante en pavimentaciones o carreteras.

[20] en su artículo *“Geotechnical and microstructural properties of cement treated laterites stabilized with rice huskash and bamboo leaf ash”* tuvieron como objetivo investigar las propiedades geotécnicas y microestructurales de lateritas tratadas con cemento y estabilizadas con CCA y ceniza de hoja de bambú, para ello utilizaron CCA quemadas a una temperatura de 650 °C a 800 °C para luego determinar su composición química. Se realizó la prueba de CHO y DMS, CBR en suelos adicionados con 0%,5%,10%,15%, de CCA. Los



resultados mostraron que el CHO aumentó de 15% a 20% conforme se incrementaba la dosificación hasta 15% de CCA; del mismo modo la máxima densidad seca disminuyó de 1.45 g/cc a 1.35 g/cc; el valor del CBR aumentó de 4% a 9% con un óptimo de 6% de CCA. Llegaron a la conclusión que la resistencia del suelo mejorado sus propiedades cuando se adiciona 6% de CCA.

[21], en su artículo "*Strength and microfabric of expansive soil improved with rice husk ash and lime*", tuvieron como objetivo determinar la resistencia del suelo mejorado con CCA y cal, para ello utilizaron CCA procesada obteniéndose su composición química. Se realizó los ensayos de CHO y la prueba SEM en suelos adicionando el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO aumentó de 28% a 40% y que se formaron gradualmente en el suelo silicato de calcio octahidratado, aluminato de calcio trihidratado y silicato de calcio monohidratado. Llegando a la conclusión que el suelo mejora sus propiedades mecánicas con una adición de 15% de CCA y que la razón principal del aumento de la fuerza del suelo es que por el efecto de la cristalización que llena los poros del suelo haciendo que las partículas se conecten entre sí.

[22], en su artículo "*Improvement of expansive soils stabilized with rice husk ash (CCA)*", tuvieron como objetivo estabilizar suelo expansivo con CCA. El suelo de estudio tuvo una gravedad específica de 2.669 g/cc, un CHO de 12.28%, un LL de 46.25%, LP de 35.18%. Se realizaron una serie de pruebas de laboratorio como proctor, CBR en suelo con adición de 0%, 3%, 6% y 9% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO aumentó de 31.44% a 33.25% y la DMS se incrementó de 1.383 g/cc a 1.406 g/cc en adición de 9%, el valor del CBR de 0.1" se incrementó de 0.053% a 0.122% y el CBR de 0.2" se incrementó de 0.051% a 0.104% con una adición de 6% de CCA. Llegando a la conclusión que la adición del 6% de CCA aumenta las propiedades mecánicas del suelo y posteriormente la tendencia es decreciente.

[23] , en su artículo "*Comparative effect of microbial induced calcite precipitate, cement and rice husk ash on the geotechnical properties of soils*", tuvieron como objetivo conocer los efectos de la adición de calcita inducido por microbios, cemento y CCA sobre las propiedades geotécnicas de los suelos. Se realizaron una serie de ensayos de laboratorio para determinar el CHO y DMS, CBR en suelos adicionando el 0%, 5%,10%,15% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO disminuyó de 18% a 15.5% y la DMS aumentó de 1.63 a 1.79 g/cc en tratamientos de suelo de CCA de 5 a 10%, asimismo en una adición de 15% de CCA el CHO aumentó de 18 % a 19% y la DMS disminuyó de 1.63 a 1.60 g/cc; el valor del CBR disminuyó de 12.30% a 11.20% para suelos adicionados con 5 % de CCA, aumentó de 12.30% a 14.50% con 10% de CCA y disminuyó de 12.30% a 10% con 15% de CCA. Llegando a la conclusión que el suelo mejora sus propiedades geotécnicas con una adición de 10% de CCA.

[24] en su artículo "*Influence of rice husk ash on sub-grade bearing strength in stabilization of expansive soils for low volume roads in Kenya*" tuvieron como objetivo estudiar las variaciones en la resistencia portante de la sub rasante de la arcilla cuando se adicionan CCA, cal y cemento, para ello utilizaron CCA quemada, para luego determinar su composición química. Se realizó la prueba CBR en suelos adicionados con 0%,5%,10%,15% y 20% de CCA. Los resultados mostraron un aumento de CBR de 2% a 5% por la existencia de una formación gradual de compuestos cementosos entre la CCA y el hidróxido de calcio presentes de forma natural en el suelo. Llegando a la conclusión que se observa unas mejoras en las propiedades geotécnicas de los suelos con una adición de 20% de CCA

[25] en su artículo "*Influence of Rice Husk Ash On the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil*" tuvieron como objetivo estudiar el efecto de la CCA en las características de expansión, contracción y resistencia del suelo. Las pruebas realizadas en este estudio incluyen el ensayo de CBR en suelos adicionados con 0%, 5%, 10% y 20% de CCA. Los resultados mostraron que el valor del CBR en muestra patrón es 1% y se incrementó a 7% con una adición de 20% de CCA, este aumento era progresivo conforme se

adicionaba mayor cantidad de CCA. Llegando a la conclusión que la adición de CCA en suelos aumenta su resistencia a la penetración existiendo un aumento considerable en el valor del CBR conforme se adiciona mayor porcentaje de CCA, en esta investigación el óptimo fue la adición de 20% de CCA.

[26], en su artículo "*Compaction characteristics of Bangkok clay stabilized using rice husk ash, bottom ash, and lime*" tuvieron como objetivo estudiar el potencial de las cenizas de fondo, CCA como material de reemplazo del suelo natural. El suelo de estudio tuvo una gravedad específica de 2.68 g/cc, un CHO de 79.81%, una DMS equivalente a 1.49 g/cc, un LL de 66.80% y un LP de 29.45%. Se realizaron los ensayos de CHO y DMS, en suelos adicionando el 0%,10%,20%,30%y50% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO muestra un aumento de 22.5% de la muestra patrón a 70%, asimismo la DMS disminuye de 1.49 g/cc a 0.85 g/cc, en ambas situaciones cuando se incrementa la ceniza hasta llegar a adicionar 50% de CCA. Llegando a la conclusión que la prueba de compactación mejora conforme se incrementa la adición de CCA al suelo considerando el gran material puzolánico que contiene dicho material.

[27], en su artículo "*Influence of rice husk ash source variability on road subgrade properties*", tuvieron como objetivo investigar la influencia de la variabilidad de la CCA en las propiedades geotécnicas de la subrasante, para ello realizaron el análisis químico de tres muestras diferentes de cenizas de cáscara de arroz obteniendo concentraciones de sílice 84.55%, 76.30% y 70.12%. Se realizaron una serie de ensayos de laboratorio para determinar el CHO y la DMS, CBR en suelos adicionando el 0%, 5%,10%,15% y 20% de CCA. Los resultados mostraron que en la muestra de CCA con mayor contenido de sílice el CHO aumentó de 18.3% a 21.63% , siguiendo la misma tendencia para las muestras restantes 18.3% a 21.63% y 18.3% a 23.06% respectivamente; la DMS disminuyó de 1.72 g/cc a 1.28 g/cc a medida que aumentó la adición de CCA , de manera similar en las muestras restantes hubo disminuciones de 1.72 kg/m<sup>3</sup> a 1.31 kg/m<sup>3</sup> y 1.72 kg/m<sup>3</sup> a 1.26 kg/m<sup>3</sup> respectivamente;

el valor del CBR de la muestra patrón fue de 6.89% y se observó una mejora porcentual de 63.43%, 20.03% y 14.51% cuando se adicionaba 10% de CCA . Llegando a la conclusión que el suelo mejora sus propiedades mecánicas a partir de una adición de 10% de CCA, considerando que este el aporte de CCA puede depender de la composición química de la ceniza.

[28] en su artículo "*Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads*" tuvieron como objetivo mejorar la resistencia de suelo arcilloso prestado utilizando desechos agrícolas y ganaderos para reducir costes, para ello utilizaron CCA proveniente de un molino y quemada en un rango de temperatura de 600 a 700°C para posteriormente determinar su composición química. Las pruebas realizadas en este estudio incluyen los ensayos de compactación para determinar el CHO y la DMS, CBR en suelos adicionados en 0%, 2.5%,5%,7.5%,10% y 12.5% de CCA. Los resultados mostraron un CHO en muestra patrón de 16% el cual se incrementó gradualmente hasta llegar a 23% con adición de 12.5% de CCA, del mismo modo la DMS disminuye de 1.64 g/cc a 1.55 g/cc debido a la diferencia de gravedad específica entre ambos materiales; el valor del CBR muestra un incremento de 3% a 6.5% con una adición de 7.5% de CCA para luego disminuir su valor conforme se adiciona mayor cantidad de CCA. Llegando a la conclusión que el suelo mejora sus propiedades mecánicas con una adición de 7.5% de CCA sobre el peso del suelo debido a la creación gradual de compuestos cementosos entre las cenizas y el hidróxido de calcio contenido en el suelo.

[29] en su artículo "*Performance evaluation of cement stabilized pond ash rice husk ash clay mixture as a highway construction material*" tuvieron como objetivo investigar las características geotécnicas de arcilla mezclada con ceniza de estanque, CCA y cemento, para ello utilizaron ceniza de un molino de arroz local para posteriormente determinar su composición química obteniendo un contenido de sílice de 91.3%. Las pruebas realizadas incluyen la prueba de compactación proctor modificado y CBR en suelos adicionados con

0%,5%,10%,15% y 20% de CCA. Los resultados mostraron un aumento en el CHO de 16.5 % a 18.2% aproximadamente y una disminución en la DMS de 1.86 g/cc a 1.74 g/cc aprox, en función a los valores de la muestra patrón ; el valor del CBR aumentó de 1% a 14% con un contenido de CCA hasta un 10 % y esto después del aumento de CCA del 10 % al 15 % no mejora la capacidad de carga significativamente. Llegando a la conclusión que la fuerza del suelo aumenta con una adición de 10% de CCA al suelo, al poseer las cenizas un comportamiento puzolánico.

[30] en su artículo "*Effect of Nano Additive on Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Soil*" tuvieron como objetivo investigar la fuerza y la conductividad hidráulica del limo orgánico bajo en plástico reforzado con fibra de banano y nano-sílice. Se realizaron pruebas de CHO y DMS en suelos adicionados con 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1% de FDP. Los resultados mostraron que la DMS disminuyó de 1.68 g/cc a 1.58 g/cc con una adición de 1% de FDP en relación a la muestra patrón, asimismo el CHO se mantuvo constante en 17.5%. Llegando a la conclusión que la nano sílice presenta una influencia significativa en las fibras de plátano.

[31] , en su artículo "*Influence of natural fibres in strengthening of black cotton*", tuvieron como objetivo estabilizar con fibras naturales para mejorar las propiedades de ingeniería de suelo. Se realizaron los ensayos de CHO, DMS y CBR en suelos adicionados con 0.2%,0.4% y 0.6% de FDP. Los resultados mostraron que para una adición de 0.4% de FDP la DMS aumentó de 1.44 g/cc a 1.54% con un CHO de 20%; el valor del CBR a 0.1" aumentó de 11.09% a 11.69% y el CBR a 0.2" incrementó de 12.62% a 13.69%. Llegando a la conclusión que la adición 0.4% de FDP demuestra que la resistencia del suelo aumenta ligeramente por las propiedades de la fibra de plátano.

[32] en su artículo "*Influence of Banana Fiber on Shear Strength of Clay Soil*" tuvieron como objetivo investigar la influencia de la fibra de banano en el fortalecimiento del suelo. Se realizó la prueba de CBR en suelos adicionados con 0%,0.3% ,0.5% y 0.1% de FDP

respectivamente al peso del suelo. Los resultados mostraron que el CBR a 0.1” se incrementa de 2.5% a 7.5% con una adición de 0.50% de FDP y el CBR a 0.2” muestra un aumento de 4% a 15% con una adición de 1% de FDP. Llegando a la conclusión que la fibra de banano en suelo arcilloso podría usarse como material de refuerzo natural alternativo para aumentar la resistencia del suelo considerando un óptimo de 0.5% de FDP.

[33] en su artículo *“Effect of natural fibers on the soil compaction characteristics”*, tuvieron como objetivo identificar el porcentaje óptimo de mezcla de fibras naturales para influir en las características de compactación. Para ello usaron fibras naturales como el banano, el kenaf y la fibra de coco como estabilizador natural del suelo con dosificaciones de 0.3%, 0.5% y 1% siendo secadas en un horno a 110 °C, y se realizaron ensayos de proctor estándar. Los resultados mostraron que los datos experimentales obtenidos de la prueba de compactación muestran que la DMS aumentaba de 1.65 g/cc a 1.78 g/cc para el 0.5% de FDP y el CHO se incrementó de 7% a 12% conforme se incrementaba la adición de FDP. Por lo tanto, la mezcla del 0,5 % con fibras de banano indicó la mejor cantidad posible de densidad seca y contenido de humedad entre otras fibras naturales.

[34] en su artículo *“Soil stabilization by using banana fibre”* tuvieron como objetivo la estabilización de suelo de algodón negro con fibra de plátano de manera aleatoria, para ello la fibra de banano se agrega hasta un 1,20 % al suelo expansivo a intervalos de 0,30 %. Se realizaron pruebas de CHO y DMS en suelos adicionados 0%, 0.3%, 0.6%, 0.9% y 1.2% . Los resultados mostraron que el CHO aumentó de 15% a 32.90% conforme se incrementa la adición de FDP, asimismo la DMS disminuye gradualmente de 1.50 g/cc a 1.22 g/cc

[35] en su artículo *“Experimental study on improvement of soil subgrade reinforced with banana and coir fibers”* tuvieron como objetivo estudiar la eficacia de las fibras naturales (fibras de coco y de plátano) en el fortalecimiento de la subrasante del suelo. Se realizaron pruebas de CBR en muestras de suelo antes y después de la adición de 0.25%,0.5%,0.75% y 1% de FDP. Los resultados mostraron la resistencia del suelo aumentó gradualmente de

5.4% a 24.9% con una adición de 1% de FDP. Llegando a la conclusión que el valor de CBR aumenta en función del incremento de la fibra en diferentes porcentajes.

[36] en su artículo "*Effect of natural fiber on clayey soil*" tuvieron como objetivo utilizar material de desecho natural para mejorar el suelo. Se realizó la prueba de DMS, y se midió la resistencia del suelo a través de la prueba de CBR en suelos adicionados con 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1% de FDP. Los resultados mostraron que la DMS aumenta de 1.31 g/cc en muestra patrón a 1.52 g/cc con adición de 0.75% de FDP para luego disminuir en sus valores conforme se adiciona mayor porcentaje de FDP, asimismo considerado el valor óptimo de 0.75% de FDP el valor del CBR aumentó de 2% a 4.5%. Llegando a la conclusión que el suelo mejora sus propiedades adicionando 0.75% de FDP, esto debido a que la fibra, cuando se mezcla con el suelo, une las partículas del suelo mediante mecanismos entrelazados como una sola unidad.

[37], en su artículo "*Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash*", tuvieron como objetivo determinar la influencia que tiene la CCA para estabilizar la subrasante de un pavimento, para ello utilizaron CCA proveniente de un molino de arroz para posteriormente obtener su composición química. Se realizaron los ensayos de CHO y DMS, CBR en suelos adicionando el 0%, 10%, 15%, 20% y 25% de CCA. Los resultados mostraron que el CHO en la muestra patrón es de 10.60% incrementándose a 19.80% gradualmente en función a la cantidad de ceniza adicionada y la DMS en la muestra patrón es de 1.694 g/cc disminuyendo a 1.508 g/cc conforme aumenta la adición de CCA; el valor del CBR aumentó de 4.30% a 20.70% al agregar 20% de CCA. Llegando a la conclusión que el suelo mejora sus propiedades mecánicas adicionando 20% de CCA, teniendo en cuenta que valores superiores a 20% de CBR es considerado una muy buena subrasante.

[38], en su artículo titulado "*Strength, hydraulic, and microstructural characteristics of expansive soils incorporating marble dust and rice husk ash*" tuvieron como objetivo evaluar las características de resistencia y consolidación de suelos expansivos tratados con polvo de

mármol y ceniza de cáscara de arroz. Se realizaron los ensayos de proctor y las pruebas de difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido (SEM) en suelos adicionados con 4%,6%,8%,10% y 12% de MD y CCA respectivamente. Los resultados mostraron que el CHO aumentó de 19% a 25% y la DMS disminuyó de 1.69 a 1.52 g/cc para suelos tratados con CCA , la prueba de DRX obtuvo cuarzo, albita , montmorillonita y moscovita y muestra la formación de picos correspondientes a geles cementantes debido a la reacción puzolánica , las imágenes SEM muestran que las partículas de suelo sin tratar son voluminosas y menos esféricas a comparación de las partículas de suelo adicionadas con MD y CCA donde a 112 días de curado las microfisuras se minimizan significativamente teniendo una textura áspera aumentando la capacidad del suelo. Llegaron a la conclusión que los porcentajes óptimos de MD y CCA son 12% y 10% respectivamente, mientras que la prueba DRX indica que el comportamiento mineralógico y morfológico se vio afectado significativamente al adicionarse MD y CCA y mediante la micrografía SEM se pudo observar los cambios microestructurales, la carbonatación y la formación de compuestos cementosos en el suelo.

[39], en su artículo titulado *“Morphology and mineralogy of rice husk ash treated soil for green and sustainable landfill liner construction”* tuvieron como objetivo determinar el análisis mineralógico y la morfología del suelo tratado con CCA. Se realizaron las pruebas de DRX y SEM. Los resultados mostraron que al 2% y 4% de CHO los espectros DRX de suelo tratado con CCA indican presencia de cuarzo, caolinita y hematita, al 6% de CHO y 10% de CCA se observa la presencia de goethita, cuarzo y caolinita, mientras que mediante el SEM mostró presencia de Si al 42.86%, Fe al 19.87% y Al al 18.08% y se observa que el tamaño de los granos se vuelve más pequeño y los límites de los granos se distribuyen uniformemente después de la estabilización con CCA. Llegaron a la conclusión que el aumento de la humedad y CCA mejora la reacción de aglomeración entre la composición del material a través de la formación de un gel en forma acuosa que forma una malla de cadena de polímeros en el suelo.



[40], en su artículo titulado *“Microestructural investigation and strength properties of clay stabilized with cement, rice husk ash and promoter”* tuvieron como objetivo evaluar la mineralogía del suelo arcilloso y la morfología de la arcilla y los especímenes de arcillas mezclados con una composición variada de cemento y CCA. Se realizaron las pruebas microscopía electrónica de barrido con EDS. Los resultados mostraron una formación blanquecina de material cementoso al adicionar 3% de CCA sin considerar porcentaje de cemento, la prueba de difracción de rayos X mostró un alto porcentaje de sílice y alumina, y minerales como albita, montmorillonita, cuarzo en gran proporción; mientras que el EDS mostró 16.8% de carbono, 30.4% de oxígeno, 13.2% de aluminio, 24.6% de sílice, 10.8% de Hierro, 1.04% de Calcio y 1.14% de Magnesio. Llegaron a la conclusión que la resistencia de las muestras de suelo mezcladas con CCA aumentó cuatro veces, lo que indica que ésta puede sustituir al cemento significativamente.

[41], su artículo titulado *“Justification of the resistance properties of microstructural changes in black cotton soil with rice husk ash and carbide lime in the presence of sodium salts”*, tuvo como objetivo estabilizar el suelo con CCA, CL y otros aditivos. Se realizaron las pruebas de DRX y SEM con EDS a muestras de suelo con 20% de CCA. Los resultados de DRX muestran un pico más pronunciado debido a la presencia de cuarzo como material predominante y montmorillonita en menor proporción; a su vez las imágenes SEM muestra que la adición de CCA provoca cambios estructurales en el suelo a través de la reducción de espacios vacíos. Llegaron a la conclusión que la morfología más densa con el tiempo de curado se asocia con el aumento de la resistencia.

[42], en su tesis titulada *“Evaluación de la fibra de plátano en las propiedades mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, La Palma, Tumbes”* tuvo como objetivo evaluar la influencia de la fibra de plátano en las propiedades mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos. Se realizaron los ensayos de proctor modificado y CBR en suelos adicionados con 0.5%, 1% y 1.5% de FDP. Los resultados mostraron que el CHO incrementó

en 3.45% para una adición de 1% FDP en relación a la muestra patrón, por su parte la DMS aumentó de 1.87 g/cc a 1.94 g/cc, el valor del CBR aumentó de 3.6% a 6.8% con una adición de 0.5% de FDP, para luego ir disminuyendo su valor progresivamente. Llegaron a la conclusión que el suelo mejora su resistencia a partir de la adición de 0.5% de FDP en función al peso del suelo.

[43], en su artículo "*Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages*" tuvieron como objetivo determinar la capacidad portante de tres suelos arcillosos incorporando fibra de plátano. Se realizaron los ensayos de contenido de humedad óptimo y máxima densidad seca, en suelos adicionando el 0%,0.25%,0.50% ,0.75% de FDP. Los resultados mostraron que el CHO disminuyó de 30% a 28.50%, 29% a 20% y 30% a 21.50% en función a la muestra patrón y 0.75% FDP ; la DMS para el primer y tercer suelo aumentó de 1.336 g/cc a 1.505 g/cc y 1.41 g/cc a 1.436 g/cc respectivamente al 0.25% de FDP y en el caso del segundo suelo aumentó de 1.413 g/cc a 1.528 g/cc con 0.50%; el valor del CBR a 0.1" y 0.2" en los tres suelos se observa un aumento de la muestra patrón hacia la muestra adicionada con 0.25 de FDP pasando de 0.577 y 0.615 a 0.870 y 0.900 , 0.37 y 0.465 a 1.185 , 0.873 y 0.980 a 1.150 y 1.165 respectivamente. Llegando a la conclusión que la fibra de pseudotallo mejora las propiedades geotécnicas en los tres suelos estudiados con una incorporación de 0.25%, teniendo un incremento en valores de su CBR de 50.78%, 220.27% y 31.73% respectivamente.

La presente investigación parte a raíz de la presencia cada vez mayor de suelos arcillosos en áreas donde se proyectan obras de pavimentación, surgiendo la necesidad de buscar nuevas técnicas que mejoren sus propiedades mediante la utilización de agentes estabilizantes naturales y provenientes de residuos agrícolas, es por ello que resulta fundamental conocer si la adición de CCA y FDP influyen en las propiedades microestructurales y mecánicas de este tipo de suelo. Lo anterior permite ofrecer a la comunidad científica una nueva técnica de estabilización para suelos arcillosos mediante el

uso de agentes estabilizantes que a su vez ayudan a contrarrestar los efectos contaminantes de los estabilizadores más comunes utilizados, considerando que a la actualidad en nuestro país no existen investigaciones que apliquen ambos subproductos agrícolas.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Como influye la adición de las cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano en las propiedades microestructurales y mecánicas del suelo arcilloso?

## **1.3. Hipótesis**

Ho: La adición de ceniza de cáscara de arroz, en porcentajes del 5, 10, 15 y 20% y de fibras de plátano en porcentajes de 0.1, 0.3, 0.5 y 0.7%, influyen en las propiedades microestructurales y mecánicas del suelo arcilloso.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Determinar las propiedades microestructurales y mecánicas de suelos arcillosos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características mecánicas del suelo arcilloso a nivel de subrasante.
- Identificar la temperatura óptima de quemado de la ceniza de cáscara de arroz.
- Determinar las características mecánicas del suelo arcilloso adicionando cenizas de cáscara de arroz a 5, 10, 15 y 20%, a nivel de subrasante.
- Determinar las características mecánicas del suelo arcilloso con el porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz y fibra de plátano a 0.1,0.3, 0.5 y 0.7%, a nivel de subrasante.
- Determinar las características de las propiedades microestructurales del suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de arroz y fibra de plátano.

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

### **1.5.1. Suelo**

El suelo es un material no consolidado que posee una capa delgada sobre la corteza terrestre de material obtenido de la desintegración físico química de las rocas. [44].

En ingeniería, el suelo está definido como la capa sobre el que se desarrollan diferentes obras, del que importan sus propiedades mecánicas para posteriormente establecer criterios de evaluación del suelo para en base a ello diseñar estructuras, pavimentaciones, terraplenes, etc. [45].

Se comprende por suelo a un conjunto de partículas sueltas que se dan en la corteza terrestre, teniendo en consideración el agua mineral, aire y microbios que al relacionarse forman varias funciones y juegan un papel muy esencial en los ecosistemas y en el campo de la construcción.

#### **1.5.1.1. Tipos de suelo**

##### **Arenas**

El suelo arenisco es liviano, tórrido, seco, ácido y con bajo valor en nutrientes. El suelo arenoso a menudo se suele denominar suelo ligero puesto que contiene mayor cantidad de arena y menos arcilla, teniendo en cuenta que la arcilla pesa presenta un valor más pesado con respecto a la arena [46]. El tamaño de las partículas de arena media tiene un rango de 2 a 0.425 mm en diámetro.

##### **Gravas**

El suelo con grava es aquel que contiene un gran porcentaje de piedras trituradas dentro su composición [47]

##### **Limos**

Es un tipo de suelo ligero y que retiene la humedad con un alto índice de fertilidad y pueden compactarse fácilmente siendo propensas a ser arrastradas por la lluvia. [48]

### **Arcillas**

Este suelo se compone con un valor mayor de 25 % de arcilla debido a los vacíos que suelen encontrarse en la arcilla, asimismo poseen la propiedad de poder retener una gran cantidad de agua. [49]

### **1.5.1.2. Clasificación de los suelos**

#### **Clasificación SUCS**

La clasificación SUCS permite conocer características esenciales del suelo en función a su textura y tamaño de sus partículas, según la NTP 339.134.1999, el método clasifica los suelos de la siguiente manera:

**Tabla I**

Clasificación de los suelos por el tamaño de sus partículas

Tipo de material		Tamaño de partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm

---

Arcilla

Menor a 0.005 mm

---

Nota: Extraído de Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos, 2014.

### **1.5.1.3. Propiedades Físicas del suelo**

Las propiedades físicas precisan en gran manera la capacidad del suelo para utilizarlo en muchos fines. Cualquier proyecto de ingeniería debe tener en cuenta las siguientes propiedades:

#### **Gravedad específica**

Se define como el peso del sólido por unidad en relación por la unidad de volumen y para su determinación se utiliza un picnómetro. Su determinación ayudará a conocer la relación de vacío, nivel de saturación del suelo y su valor se encuentra entre un rango de 2.20 a 3. [50]

#### **Granulometría**

La granulometría permite determinar las proporciones relativas de arcillas, limos y arenas en el suelo considerando el tamaño de sus partículas. [51].

Desde el lado geotécnico, la granulometría a través de la separación de las partículas del suelo resulta importante para entender su capacidad y eficiencia.

#### **Análisis Granulométrico**

El análisis granulométrico consiste en diferenciar la dimensión de las partículas del suelo a través de un juego de tamices, ordenados de mayor a menor abertura. La Norma ASTM D-422 relata el procedimiento para determinar cada porcentaje de partículas que pasan a través de los tamices hasta llegar a N°200. La Norma Técnica Peruana 339.128.1999, define este ensayo como la separación de partículas según su el tamaño de éstas.

**Tabla II**

Tamices según abertura

<b>TAMICES</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
3"	75
2"	50.8
1 1/2"	38.1
1"	25.4
3/4"	19
3/8"	9.5
N°4	4.76
N°10	2
N°20	0.84
N°40	0.425
N°60	0.26
N°140	0.106
N°200	0.075

### **Plasticidad**

La plasticidad del suelo se explica por la deformación de la capa de agua alrededor de los minerales adsorbidos, que se desplazan sobre la superficie de los minerales en forma de sustancias viscosas, la plasticidad del suelo depende en gran medida del contenido de

arcilla. [52].

La plasticidad es una peculiaridad indirecta y flexible que depende en gran medida del porcentaje de agua.

### **Límites de Atterberg**

Un suelo capaz de ser plástico, puede encontrarse en los siguientes estados de consistencia definidos por Atterberg:

- Límite Líquido (LL), es el contenido de humedad más bajo del suelo en el que fluye como un líquido, es decir muestra comportamiento de un material plástico.

Según la norma [53], este ensayo permite determinar en porcentaje el contenido de humedad con respecto al peso seco del suelo.

- Límite plástico (LP), es donde el suelo muestra comportamientos plásticos.

Según la norma [54], en este ensayo se forman barritas de suelo de 3.2 mm de diámetro que a través del uso de la mano y en contacto con una extensión lisa buscará que no se desintegren hasta llegar a su punto de fisuración.

- Límite de contracción (LC), se da cuando el suelo se traslada de un estado semisólido a uno sólido.
- Índice de plasticidad (IP), es la diferencia entre el valor del límite líquido y el límite plástico.

**Tabla III**

Clasificación de los suelos según su índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos



---

IP ≤ 20	Media	Suelos
IP > 7		arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco
		arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

---

Nota. Adaptado de [55]

### **Contenido de humedad**

Según la [56], el contenido de humedad es el cociente expresado en proporciones del peso del agua en una porción de cantidad de suelo al peso de los sólidos.

La humedad del suelo es importante para la ingeniería puesto que a través de la cantidad de agua que rige en ellos se determinará el comportamiento y resistencia del suelo. [57]

#### **1.5.1.4. Propiedades mecánicas del suelo**

Las propiedades mecánicas de los suelos incluyen propiedades generales, como la fuerza cohesiva, y propiedades concertadas, como la resistencia a la penetración. Tener un conocimiento previo sobre las propiedades mecánicas del suelo ayudará a estimar valores adecuados y resolver problemas oportunos

Estas propiedades suelen obtenerse a través de pruebas de compactación y pruebas de resistencia, entre ellas tenemos:

## Prueba de compactación Proctor Modificado

Según la [58], el ensayo de Proctor se utiliza en laboratorio para estimar la compactación máxima que puede alcanzar el suelo dependiendo su grado de humedad.

## Prueba de resistencia CBR

El ensayo CBR, fue propuesto por la Dirección de Carreteras de California y es ampliamente reconocida en todo el mundo, siendo su propósito determinar la capacidad portante del suelo a través de un contenido de humedad óptimo y grados variables de compactación, este se usa comúnmente para evaluar la calidad relativa de suelos.

La [59], refiere que se usa para evaluar la resistencia de la subrasante, subbase y base, para luego con el valor obtenido utilizarlo para los diversos métodos para la estructura de pavimentos. Una vez definido el valor del CBR se clasificará de la siguiente manera:

**Tabla IV**

Categorías de sub rasante

Categorías	CBR
S0: Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Sub rasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Sub rasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Sub rasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%

---

S5: Sub rasante

CBR  $\geq$  30%

excelente

---

Nota. Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos, 2014.

### **1.5.2. Propiedades microestructurales**

La microestructura, está definida como la distribución de poros y su conectividad que afecta principalmente al comportamiento mecánicos de los suelos compactados [60]. La interacción de la microestructura y las propiedades es el núcleo de la ciencia e ingeniería de los materiales y es la clave para diseñar materiales optimizados, a menudo multifuncionales

Las microestructuras formadas en los materiales dependen no solo de la composición y estructura química sino también de la movilidad atómica y de la presencia de gradientes de concentración durante el procesamiento. La formación de microestructuras también está fuertemente influenciada por la cantidad de energía requerida para crear nuevas interfaces. [61]

Es ingeniería es importante tener una comprensión clara del comportamiento de los materiales desde su comportamiento microestructural puesto que a través de ella obtendremos las propiedades macroscópicas de los elementos, sea su resistencia, comprensibilidad, etc.

Existen diversas técnicas para identificar tanto mineralógica como microestructural mente una muestra de suelo. Entre las más importantes tenemos:

#### **1.5.2.1. Difracción de rayos X**

La difracción de rayos X (DRX) se utiliza para la caracterización primaria de las propiedades de los materiales, como la estructura cristalina, la magnitud de los cristales y la tensión. Su uso efectivo depende de que tenga un material cristalino. [62]

Por su parte [63] refiere que la difracción de rayos X es producida al analizar una

muestra a través de electrones y su resultado será la dispersión generada por átomos, iones y moléculas; siendo una técnica no destructiva que nos brindará valiosa información sobre sistema cristalino y sus tamaños.

Ley de Bragg:

La Ley de Bragg se define como:  $(1)\lambda=2d\sin\theta_B$  donde  $\lambda$  es la longitud de onda de los rayos X,  $d$  es la separación de los planos de difracción y  $\theta_B$  es el ángulo entre los rayos incidentes y los planos de difracción, también conocido como ángulo de Bragg.

### **1.5.2.2. Microscopía electrónica de barrido (SEM)**

Las técnicas de microscopía electrónica de barrido (SEM) son técnicas analíticas para determinar cualitativamente las propiedades de la superficie de las muestras mediante el uso de electrones en lugar de luz para generar imágenes. Estos métodos consisten en dirigir un haz de electrones primarios a través de un filamento sobre la superficie de la muestra. Los electrones secundarios se forman como resultado de la dispersión turbulenta entre el haz de electrones incidente y los electrones de los átomos ubicado en la superficie de la muestra. La SEM explora imágenes de una superficie de muestra escaneando el espacio con un haz de electrones enfocado. [64].

### **1.5.3. Estabilización de suelos**

Es un proceso que se realiza comúnmente para casi todos los proyectos viales. En términos generales, todos los tipos de estabilizadores de suelo se pueden estudiar en dos clases principales, a saber, estabilizadores mecánicos y estabilizadores químicos. En la estabilización mecánica se cambia la clasificación de los suelos mezclándolos con otros tipos de suelos de diferentes grados. Al hacer esto, se logra una masa de suelo compactada, por su parte, la estabilización está asociada con cambios en la estructura del suelo mediante la adición de productos químicos activos. [65].

El suelo estabilizado es un material compuesto creado combinando y optimizando las

propiedades de cada material. [66].

#### 1.5.4. Cenizas de cáscara de arroz (CCA)

La CCA es un material ligero, de gran volumen y poroso con una densidad que oscila entre 180 a 200 kg/m<sup>3</sup>, y una densidad relativa, dependiendo de la finura, entre 2 y 2,5. Como la reactividad puzolánica de la CCA depende de su finura, las propiedades físicas y la gradación de CCA son importantes y deben controlarse para adquirir el mejor rendimiento [67].

#### Composición química

**Tabla V**

Composición química de la CCA

Componente	Cenizas de cáscara de arroz (% en peso)
SiO <sub>2</sub>	88.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.10
CaO	0.60
MgO	0.10
K <sub>2</sub> O	0.90
Na <sub>2</sub> O	0.05
TiO <sub>2</sub>	1.63
SO <sub>3</sub>	0.12

Nota. Adaptado de “Propiedades de durabilidad del hormigón con humo de sílice y ceniza de cascarilla de arroz” por [67].

## **Incineración de cáscaras de arroz**

Se encontró que la temperatura de incineración tiene una fuerte influencia en la actividad puzolánica, esto se explica ya que, al quemar cáscaras de arroz a temperaturas inferiores a 700 °C y superiores a 800 °C, se obtienen las formas amorfa y cristalina de la ceniza, respectivamente. La forma cristalina es menos reactiva, mientras que la forma amorfa presenta puzolanidad activa en condiciones normales. Por lo tanto, la forma amorfa es más adecuada, en comparación con su contraparte cristalina [68].

### **1.5.5. Fibra de Plátano**

La fibra de banana es una fibra celulósica dialectal, que se obtiene del pseudotallo de la planta de banano teniendo grandes propiedades de resistencia explícitas similares a las del material ordinario, similar a la fibra de vidrio [69].

#### **Extracción de las fibras de plátano**

Las fibras de plátano se pueden extraer de dos formas: manual o mecánica; en el primer caso los tallos del fruto se extraerán todas las capas de la corteza del plátano: corteza exterior, corteza intermedia y las cortezas internas para luego realizar el desvainado corresponde y realizar el corte longitudinal de las vainas. Posteriormente se colocarán en un recipiente de agua para evitar el contacto con el medio ambiente en esta natural. [70].

Según [71], los pasos para la extracción de la fibra de plátano es la siguiente:

1. Se realiza el retiro de las capas de cada corteza del tallo para identificar las fibras correspondientes.
2. Se realiza la extracción correspondiente de las tiras longitudinales de fibras de banano en cada capa, hasta su límite.
3. Después de extraer todas las capas del tallo del banano separamos las fibras, clasificándolos en fibra dura y malla.

Los métodos químicos para la estabilización de fibras se suelen realizar con NaOH, aunque también se utilizan otros químicos ( $\text{KMnO}_4$ ), cloruro de benzoílo, ácido esteárico, hidróxido de calcio, entre otros; estos procesos pueden causar problemas ambientales debido a la necesidad de tratar los residuos producidos. [72]

## **II. MATERIALES Y MÉTODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación**

La investigación del tipo aplicada está encargada de la resolución de problemas de forma práctica, es decir, basándose en la información obtenida bajo el planteamiento del objetivo de estudio [73]. El alcance que se presenta mayoritariamente en este tipo es el explicativo, el cual posterior a la descripción de las variables de estudio se centra en explicar las causas del fenómeno en estudio [74].

Esta investigación se considera del tipo aplicada con enfoque cuantitativo, y alcance explicativo, ya que se tomará como base las teorías, normas y conocimiento existente para explicar la relación causa-efecto de las variables, y aplicarlas en la búsqueda de proponer soluciones a la problemática identificada, medidas numéricamente y analizadas estadísticamente.

#### **2.1.2. Diseño de investigación**

El diseño experimental se centra en recabar datos y verificar hipótesis, utilizando técnicas que se basan en ciencias exactas como la estadística y la matemática, dentro de sus tipos tenemos el cuasi-experimental que, trabaja con dos grupos no aleatorizados, pudiendo manipulando la variable experimental y permite comparar las puntuaciones de inicio con las finales [75].

La investigación presenta un diseño experimental del tipo cuasi experimental, debido a que la verificación de la hipótesis se realizará mediante el estudio del efecto causal de las CCA y las FDP, en proporciones seleccionadas de 5, 10, 15 y 20% y 0.1, 0.3, 0.5, 0.7% respectivamente; esto a través de la utilización de una serie de ensayos reglamentados para cada tipo de propiedades microestructurales y mecánicas a analizar.



$X \rightarrow Y$

$X_1 \rightarrow MP \rightarrow O_1$

$X_2 \rightarrow ME_1 \rightarrow O_2$

$X_3 \rightarrow ME_2 \rightarrow O_3$

$X_4 \rightarrow ME_3 \rightarrow O_4$

$X_5 \rightarrow ME_4 \rightarrow O_5$

$X_6 \rightarrow ME_5 \rightarrow O_6$

$X_7 \rightarrow ME_6 \rightarrow O_7$

$X_8 \rightarrow ME_7 \rightarrow O_8$

$X_9 \rightarrow ME_8 \rightarrow O_9$

$X_{1-9}$  = Condición experimental

MP = Muestra Patrón

ME<sub>1</sub> = Muestra Experimental, 5% de CCA

ME<sub>2</sub> = Muestra Experimental, 10% de CCA

ME<sub>3</sub> = Muestra Experimental, 15% de CCA

ME<sub>4</sub> = Muestra Experimental, 20% de CCA.

ME<sub>5</sub> = Muestra Experimental, porcentaje óptimo de CCA y 0.1% de FDP.

ME<sub>6</sub> = Muestra Experimental, porcentaje óptimo de CCA y 0.3% de FDP.

ME<sub>7</sub> = Muestra Experimental, porcentaje óptimo de CCA y 0.5% de FDP.

ME<sub>8</sub> = Muestra Experimental, porcentaje óptimo de CCA y 0.7% de FDP.

O<sub>1-9</sub> = Medición de propiedades microestructurales y mecánicas del suelo

## 2.2. Variables, Operacionalización

- **Variable dependiente:** Propiedades microestructurales y mecánicas del suelo.
- **Variable independiente:** Cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano.

**Tabla VI**  
Variables Dependientes

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de Escala de variable
Propiedades Microestructurales	Se basa en la distribución de poros, composición química y la estructura cristalina del material en estudio.	La microestructura de la muestra de suelo adicionado con CCA y FDP en porcentajes óptimos, será obtenida mediante realización de ensayos laboratorio.	Cristales enlaces	Concentración de las fases cristalinas	%	Análisis de Laboratorio	%	Dependiente Intervalo
			Caracterización de su composición	Componentes químicos	%			
Propiedades mecánicas	Están relacionadas a propiedades como la cohesión y la resistencia a la penetración del suelo.	Las propiedades mecánicas serán evaluadas mediante ensayos de laboratorio normados realizados a cada una de las muestras en estudio.	Proctor Modificado	Densidad Máxima Seca	g/cc	Análisis de Laboratorio, Ficha de recopilación de información	g/cc	Dependiente Intervalo
				Contenido de humedad óptimo	%		%	
			CBR	Capacidad portante del suelo	%	%		

**Tabla VII**

VARIABLES INDEPENDIENTES

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Cenizas de cáscara de arroz	Material liviano obtenido del proceso de incineración de la cáscara de arroz.	Las cáscaras de arroz serán incineradas en un horno con el fin de alcanzar la temperatura deseada, misma que deberá ser determinada previamente.	Actividad puzolánica	Temperatura de incineración	°C	Ficha de recopilación de información	°C	Independiente	Intervalo
				Composición química	%	Análisis de Laboratorio	%		
			Dosificación	Porcentajes de adición	%	Ficha de recopilación de información	%		
Fibras de plátano	Fibras extraídas mediante métodos manuales o mecánicos del pseudotallo de la planta de banano.	Las fibras serán obtenidas mediante extracción manual de tallos de plátano, para posteriormente ser curadas y secadas.	Dosificación	Porcentajes de adición	%	Ficha de recopilación de información	%		
				Porcentaje óptimo de adición	%	Análisis de Laboratorio	%		

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

### **2.3.1. Población**

La población o universo de estudio puede definirse como el conjunto de seres humanos, muestras biológicas, objetos, organizaciones, fenómenos, etc., que cumplen con una serie de características y criterios establecidos para la investigación [75].

Esta investigación comprende la evaluación de tres tipos de muestras experimentales, siendo la primera, la denominada patrón, en la cual no se considerará ningún tipo de incorporación de las variables independientes; mientras que, para las siguientes muestras, las CCA y las FDP serán utilizadas de forma porcentual tomando como base el peso del suelo, los porcentajes a utilizar comprenden valores de 5, 10, 15 y 20 % y 0.1, 0.3, 0.5 y 0.7% respectivamente. Por lo tanto, la población a estudiar abarca todas las muestras experimentales.

### **2.3.2. Muestra**

El muestro no probabilístico de juicio es en el cual, los elementos elegidos para el muestreo son decididos por el investigador según su apreciación subjetiva [76].

Se realizaron un total de 54 ensayos comprendidos entre Proctor modificado y California Bearing Ratio (CBR) los mismos que se distribuyeron según indica la Tabla 4, cabe resaltar que para el ensayo de CBR es necesario un total de 3 especímenes de moldes cilíndricos por cada ensayo, para su análisis por 56, 25 y 12 golpes.

**Tabla VIII**

Cantidad de ensayos realizados por tipo

Item	Combinación	N° de ensayos	
		Proctor	CBR
MP	Suelo	3	3
ME1	S+5%CCA	3	3
ME2	S+10%CCA	3	3
ME3	S+15%CCA	3	3
ME4	S+20%CCA	3	3
ME5	S+10%CCA+0.1%FDP	3	3
ME6	S+10%CCA+0.3%FDP	3	3
ME7	S+10%CCA+0.5%FDP	3	3
ME8	S+10%CCA+0.7%FDP	3	3
TOTAL		27	27

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

### 2.4.1. Técnica de recolección de datos

#### 2.4.1.1. Observación

La observación directa es uno de las estrategias del método científico que permite, dentro de un determinado contexto, lograr identificar la representación y descripción de los procesos o fenómenos en estudio [77].

Mediante la utilización de esta técnica, se identificará el comportamiento y respuesta, tanto de los componentes como los especímenes ensayados, tomándose registro fotográfico y recopilándose los datos obtenidos en formatos estándar.

#### 2.4.1.2. Análisis documental

El análisis documental es un tipo de investigación técnica que busca explicar y presentar documentos de manera sistemática y tiene como objetivo captar, evaluar y seleccionar los diferentes contenidos de los documentos [74].

Mediante la utilización de esta técnica, se recolectará información de artículos, libros, tesis y revistas con la finalidad de dar cumplimiento a nuestros objetivos propuestos.

#### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Ficha de recojo de información, para esta investigación, se utilizará fichas de recojo de información para cada ensayo siguiendo los formatos proporcionados por los estándares de las siguientes NTP y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC:

- NTP 339.127:1998 y MTC E 108, para Contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.128:1999 y MTC E 107, para Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
- NTP 339.129:1999 y MTC E 110, para Límite Líquido de los suelos.
- NTP 339.129:1999 y MTC E 111, para Límite Plástico de los suelos e Índice de Plasticidad.
- NTP 339.131:1999 y MTC E 113, para Peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.
- NTP 339.134:1999, para Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- NTP 339.135:1999, para Clasificación AASHTO.
- NTP 339.141:1999 y MTC E 115, para Proctor Modificado.
- NTP 339.145:1999 y MTC E 132, para CBR de suelos en laboratorio.
- ASTM STP38521S, para Técnicas sugeridas para medir la estructura de los suelos de ingeniería.

### **2.4.3. Validez**

Es el rango en el que se utiliza una metodología o técnica para poder evidenciar con precisión lo que está en medición, hace referencia al producto alcanzado por medio de la utilización de un instrumento demostrando realmente lo que se desea medir [78].

La exploración y los resultados alcanzados en esta investigación, estarán validados y verificados bajo los estándares de las Normas vigentes utilizadas para cada ensayo.

### **2.4.4. Confiabilidad de datos**

Es la disposición de la técnica o instrumento empleado para obtener resultados racionales, cuando se ejecuta por vez próxima en circunstancias semejantes a la inicial [78].

Por tanto, la confiabilidad en esta investigación está supeditada a los instrumentos utilizados en cada prueba experimental a ejecutarse, los que deberán estar calibrados según lo estipulado en la norma técnica correspondientes, para garantizar que los datos obtenidos sean confiables.



## 2.5. Procedimiento de análisis de datos

### 2.5.1. Diagrama de flujo de procesos

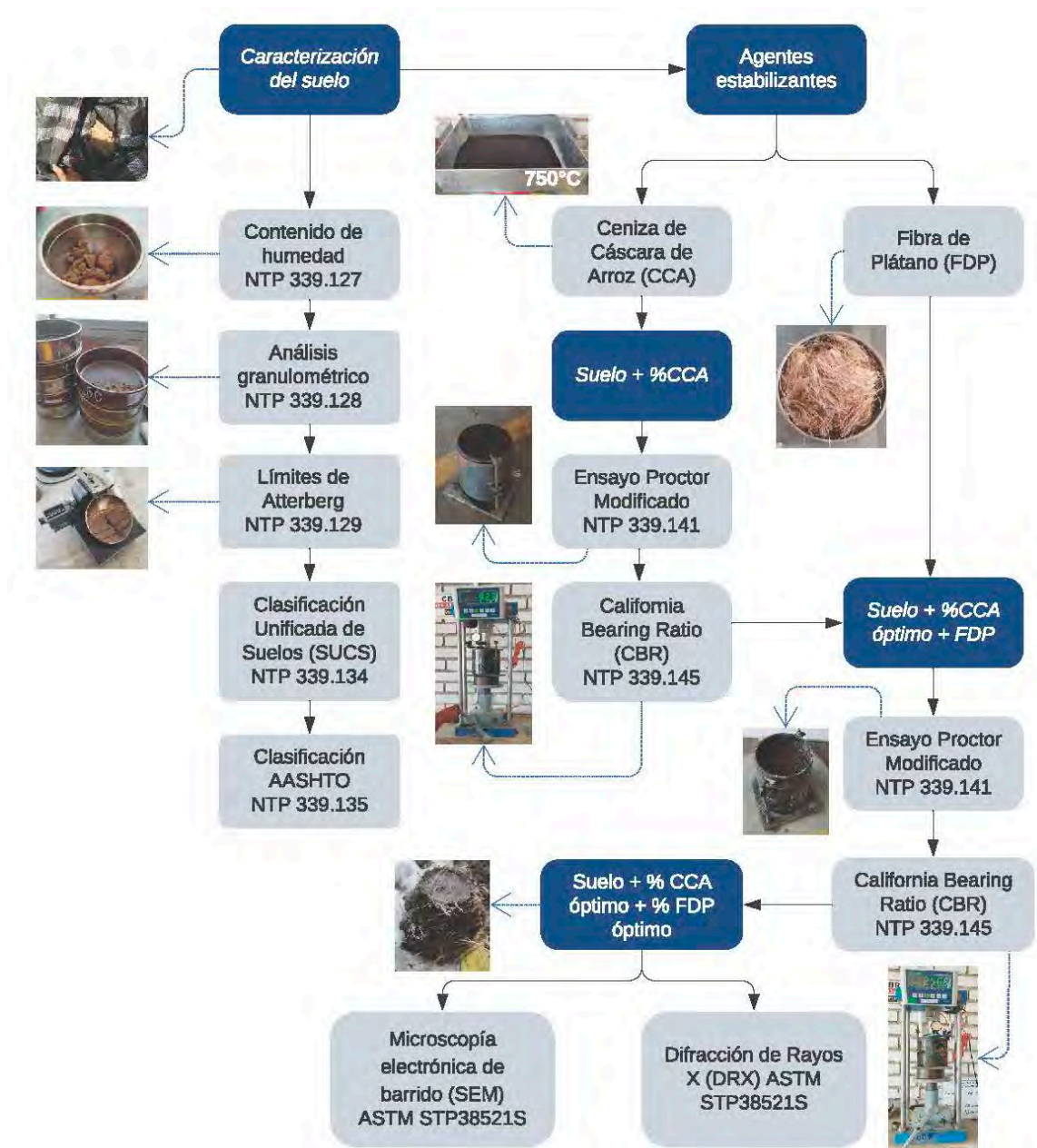


Fig. 1 Estructura del procedimiento para el desarrollo de la investigación.

### 2.5.2. Descripción del proceso

Se sabe que la búsqueda de información es un pilar muy importante y el primer paso del proceso de estructura de una investigación, esto se debe a que su correcto manejo garantiza obtener una base teórica confiable y que a su vez se traslade en resultados válidos.

### a) Caracterización del suelo

Las muestras de suelo provienen de la Urb. Sol de la Alameda Real, perteneciente al distrito de Lambayeque, la provincia de Lambayeque. A fin de determinar sus principales características, se le realizaron ensayos físicos, tales como, contenido de humedad, análisis granulométrico, peso específico, límite líquido y plástico, los mismos que son necesarios para identificar la clasificación de nuestro suelo a estudiar, esto último conforme con la clasificación SUCS y AASHTO.



**Fig. 2** Zona de extracción de muestra de suelo

#### **Contenido de humedad/ ASTM D2216**

El procedimiento de prueba de contenido de humedad, se realizó utilizando un recipiente de acero limpio y seco para seleccionar muestras entre un rango de 50 gr a 100 gr. Posterior se ingresó la muestra en un horno eléctrico a una temperatura de 110 °C para su proceso de secado durante 24 horas



**Fig. 3** Muestra de ensayo de contenido de humedad

Para el desarrollo del procedimiento y cálculo respectivo se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$W(\%) = \frac{(W1 - W2)}{(W1 - W3)} * 100$$

Donde:

- Peso del recipiente + suelo húmedo =  $W1$
- Peso del recipiente + suelo seco =  $W2$
- Peso del recipiente =  $W3$

#### **Análisis granulométrico por tamizado/ ASTM D422**

Se tuvo en consideración la cantidad de 1500 gr de suelo seco el cual se tamizó por la malla N°4, allí se lavó con agua limpia libre de materia orgánica y usando la malla N°200, en seguida se acomodó en un depósito y se secó en el horno a una temperatura de 110°C por 24 horas requeridas. Finalmente, la muestra seca se pasó en los tamices correspondientes para determinar el porcentaje retenido acumulado en cada tamiz.



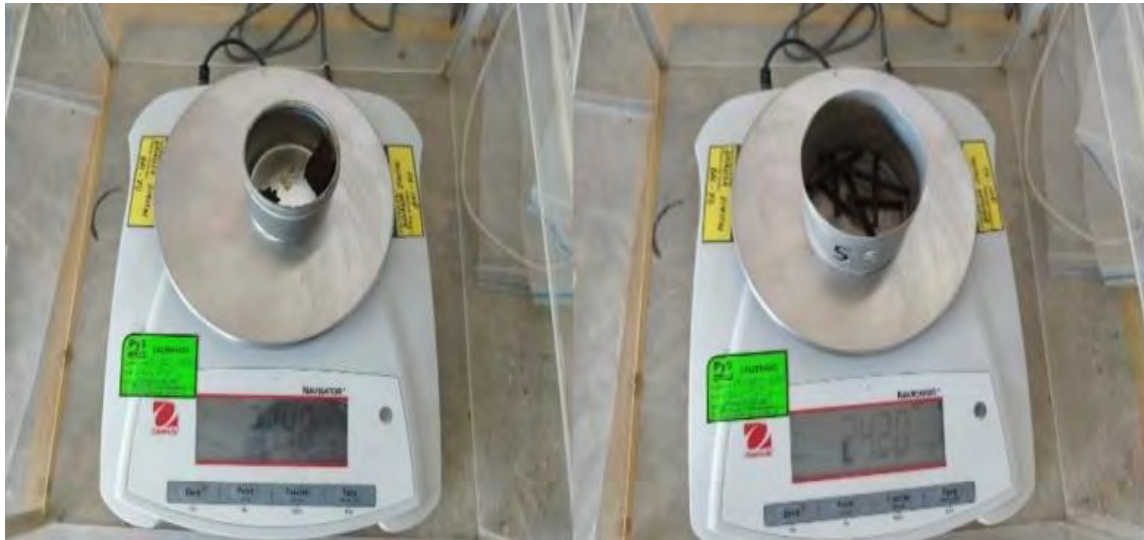
**Fig. 4** Granulometría del suelo natural

#### **Límite líquido y límite plástico / ASTM D4318**

Límite líquido: Se tomaron 250 gramos de suelo natural y se seleccionó el material por cuarteo para pasarlo por el tamiz N°40, de ese material pasante se procedió con el pesado y mezclado con una cantidad mínima de agua obteniéndose un fragmento de muestra en la copa de Casagrande, luego con el uso de una espátula se colocó material a una 50 profundidad de 10 mm y utilizando un acanalador dividió la muestra con un ancho de separación de 13 mm. Posterior a ello se registró el número de golpes necesarios para cerrar la ranura, en seguida se tomó una muestra del ancho de ranura para colocarla y pesarla en un recipiente de acero , para finalmente llevarla a un horno por 24 horas.

Límite plástico: Se tomaron muestras entre 20 y 50 grs pasante por el tamiz N°40, amasado con agua destilada, con lo que se hizo pasta controlable, luego se extrajo una muestra de 3 gr de la mezcla anteriormente mencionada, para moldearla a través de la forma de una esfera y en una base de vidrio lisa no absorbente con el uso de los dedos se rodó la mezcla formando bastones hasta observar

agrietamientos en ellos, en seguida se colocó en un recipiente para realizar el pesaje de la muestra y se colocó en un horno con una temperatura constante de 110°C durante 24 horas. Finalmente, se realizó el pesado de la muestra seca para obtener el valor del índice plástico.



**Fig. 5** Ensayo de límite líquido y plástico

#### **b) Agentes estabilizantes**

Como adición al suelo natural se emplean dos tipos de insumos: cenizas de cáscara de arroz (CCA) y fibras de tallo de plátano (FDP). Especificándose a continuación el lugar de obtención de cada uno de ellos.

#### **Ceniza de Cáscara de arroz**

El subproducto de cáscara de arroz fue obtenido de la empresa Comercial Molinera San Luis S.A.C, para posteriormente ser sometido a un proceso de quemado a temperaturas de 600, 650, 700 y 750 °C.



**Fig. 6** Obtención de CCA a diferentes temperaturas



**Fig. 7** Proceso de tamizado por la malla N°100 de la muestra de ceniza

Teniendo como resultado, por cada una de ellos, muestras de 250 g, mismas que previamente fueron molidas y tamizadas (Figura 7), con el fin de realizar un análisis mineralógico para determinar su actividad puzolánica.



**Fig. 8** Diferentes rangos de temperatura de la CCA

Una vez pesadas las muestras (cuadruplicado) de 1,00g en balanza analítica, por el contenido considerable se procedió a realizar un pretratamiento por una calcinación de la muestra original a 900 °C por 1 h., mediante el cual se eliminó la mayor parte del carbón, posteriormente se procedió a disolver los componente metálicos como óxidos de la muestra con 15 ml HCl y 5 ml de HNO<sub>3</sub> (agua regia) en un beaker de 400 ml con luna de reloj y se calentó en la plancha hasta apariencia pastosa, luego se deshidrato la sílice y se solubilizo los óxidos metálicos con 20 ml de HCl (1 +1) mediante calentamiento. Posteriormente se procedió a filtrar para separar el precipitado de la solución y se realizó los lavados con solución de HCl (1+9). El precipitado se empleó para la determinación de Sílice y las soluciones se enrazaron en una fiola de 250 ml para realizar el análisis de los óxidos metálicos requeridos mediante gravimetría y volumetría y en el caso del MgO mediante espectrofotometría de Absorción Atómica modo Flama, realizando las diluciones

correspondientes tomando las alícuotas requeridas para cada caso. Se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla IX**  
Contenido puzolánico de CCA según temperaturas

<b>Componente</b>	<b>600°C</b>	<b>650°C</b>	<b>700°C</b>	<b>750°C</b>
Óxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	72.63	73.19	68.71	73.86
Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.41	1.76	2.18	1.96
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.67	1.39	1.84	1.23
Óxido de Calcio (CaO)	7.05	8.32	6.00	5.77
Óxido de Magnesio (MgO)	0.90	0.62	0.68	0.98
SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	76.71	76.34	72.73	77.05

### Fibra de Plátano

Las fibras de plátano se extrajeron del tallo de la misma planta, siendo estos provenientes del distrito de La Peca, provincia de Bagua. Las fibras fueron curadas en agua contenida con 5% cal por cada litro de agua y secadas durante 12 horas, para finalmente ser cortadas en longitudes de 25 mm, tal y como se puede observar en la Figura 9.



**Fig. 9** Tallo y Fibra de plátano (FDP)





**Fig. 10** Longitud de fibra FPD y espesor

### **c) Suelo natural + % CCA**

Posterior a la identificación de las características físicas del suelo natural y a la preparación de la variable a incorporar, se prosiguió a elaborar en una primera etapa, la mezcla de suelo adicionado la proporción de CCA correspondiente al 5, 10,15 y 20%. La elaboración de cada espécimen de esta primera etapa, responde a los lineamientos establecidos por la Norma Técnica Peruana para cada tipo de ensayo a realizar, Proctor Modificado y CBR, siendo este último el principal indicador para identificar el porcentaje óptimo de CCA, que mejore la resistencia mecánica del suelo.



**Fig. 11** Suelo natural + % CCA

#### d) Suelo natural + % óptimo de CCA +%FDP

En una segunda etapa se procedió a adicionar las FDP en porcentajes de 0.1, 0.3, 0.5 y 0.7% a la mezcla del suelo natural con el porcentaje óptimo de CCA obtenido en la etapa anterior. Cada espécimen elaborado será sometido a los ensayos de Proctor Modificado y CBR, siguiendo los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana.



Fig. 12 Suelo natural + % óptimo de CCA +%FDP

#### e) Suelo natural + % óptimo de CCA +% óptimo de FDP

Finalmente se identifica el porcentaje óptimo de FDP, obteniéndose la mezcla de suelo natural y los porcentajes óptimos de cada variable. Esta muestra será sometida a los ensayos de Microscopía electrónica de barrido (SEM) y Difracción de Rayos X (DRX), necesarios para determinar la microestructura, composición química, textura y cristales enlaces del suelo con lo óptimos contenidos de CCA y FDP.

#### **f) Difracción de rayos X (DRX)**

A partir de las muestras de suelo natural adicionado con los porcentajes óptimos de CCA y FDP, se extrae 10 gr de esta mezcla para finalmente pulverizarla. La muestra pulverizada es enviada al laboratorio de la PUCP para la realización del ensayo.

El análisis de difracción de rayos X se realizó con el equipo DRX Bruker modelo D8 Discover con radiación de cobre ( $\text{Cu}_{K\alpha} = 0.15418 \text{ nm}$ ), corriente de 40 mA y voltaje de aceleración de 40 kV, con un detector Lynxeye con selectividad de energías. El análisis fue realizado en un rango de ángulos ( $2\theta$ ) desde  $15^\circ$  hasta  $70^\circ$  en pasos de  $0.02^\circ$ . El tiempo por paso fue 1s.

Para calcular la composición de las fases cristalinas y la parte amorfa se aplicó el método de Reference Intensity Ratio (RIR). La concentración mínima para este método es 0.1 wt%.

#### **g) Microscopio electrónico de barrido (SEM) con EDS.**

A partir de las muestras de suelo natural adicionado con los porcentajes óptimos de CCA y FDP, se extrae un fragmento de esta mezcla con un peso de 5 gr, esta muestra será enviada al laboratorio de la PUCP para su análisis,

Las medidas fueron realizadas con un microscopio electrónico de barrido (SEM) de marca FEI modelo Quanta 200, para lo cual se utilizó un voltaje de aceleración de 30 kV y un tamaño de punto de 6, tanto para las imágenes como para la composición. Se midieron áreas con magnificaciones de 100x y 300x, dependiendo de los rasgos a visualizar. Las medidas de Espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS) fueron realizadas con un detector de marca EDAX, montado en el microscopio electrónico. El procesamiento de los datos y la determinación de la composición elemental se realizaron con el software EDAX

Genesis XM 4, utilizando una corrección de matriz ZAF.

Con respecto a la preparación de la muestra, se seleccionó un fragmento con rasgos de interés, el cual fue montado sobre un poste de aluminio para microscopía electrónica con cinta adhesiva de carbono y fijado con cinta adhesiva de cobre. Las medidas fueron hechas en un régimen de bajo vacío con inyección de vapor de agua, con la finalidad de evitar la acumulación de carga superficial en las muestras y permitir medidas sin necesidad de recubrir las muestras con oro. Esto fue hecho para prevenir sesgos en las medidas de EDS.

### **Procesamiento de datos**

Los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos se compilarán en hojas de cálculo elaboradas en Excel, para su posterior análisis y esquematización.

## **2.6. Criterios éticos**

De acuerdo con las normas, reglamento y dictámenes instaurados por la universidad se considerarán en la presente investigación los siguientes criterios éticos:

### **2.6.1. Manejo de fuentes de consulta:**

Las fuentes recopiladas y citadas para la presente investigación son confiables por estar respaldadas por revistas de gran renombre internacional y normas, manuales vigentes en territorio nacional sobre el tema a tratar, a ello se le suma que se ha referenciado cada cita a través de interpretación de los investigadores.

### **2.6.2. Claridad en los objetivos de la investigación:**

Los objetivos se encuentran alineados con el tema de investigación planteado por los autores mostrando coherencia desde la realidad problemática hasta finalizar con los resultados y conclusiones obtenidas.

### **2.6.3. Transparencia de los datos obtenidos:**

Los resultados obtenidos a través de los diversos instrumentos usados en la

investigación se han plasmado sin manipulación alguna mostrando fiabilidad y veracidad en lo descrito.

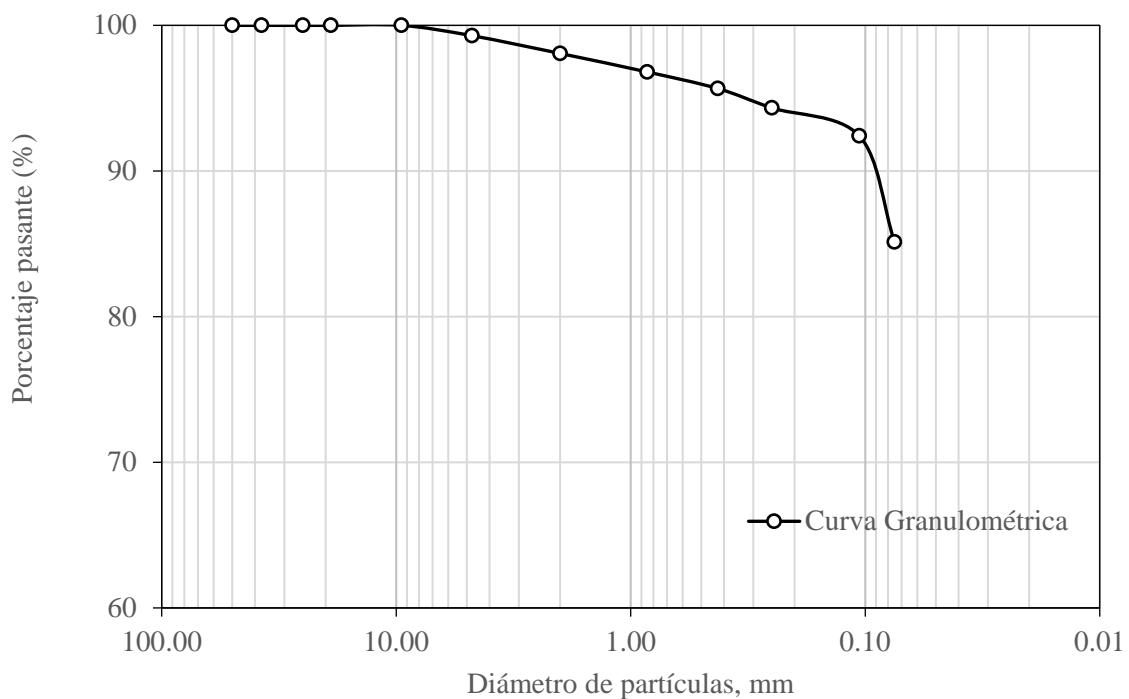
#### **2.6.4. Profundidad en el desarrollo del tema:**

Es importante y primordial que los investigadores se encuentren en constante actualización sobre el tema a tratar para que enriquezcan sus conocimientos y por ende tengan un dominio completo sobre lo estudiado.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

Respecto a **determinar las características mecánicas del suelo arcilloso a nivel de subrasante**, las muestras de suelo arcilloso provienen de la zona urbana Sol de la Alameda Real, perteneciente al distrito de Lambayeque. Con el fin de determinar sus principales características, se le realizaron ensayos físicos, tales como, análisis granulométrico (Figura 13), contenido de humedad, límite líquido y plástico, las mismas que se encuentran comprendidas en la Tabla X.



**Fig. 13** Curva granulométrica del suelo arcilloso

De la Figura 13 se identifica que el tamaño de las partículas del suelo analizado se encuentra distribuidas mayoritariamente por debajo de los 0.075 mm, correspondientes según el [55] a un tipo de material fino.

**Tabla X**

Propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso

<b>Propiedades</b>	<b>Suelo arcilloso</b>	
Clasificación SUCS	CL	
Clasificación AASHTO	A-6 (10)	
Límite líquido, LL (%)	36.24	
Límite plástico, LP (%)	21.31	
Índice de Plasticidad, IP (%)	14.93	
Contenido de Humedad, W (%)	18.82	
Peso específico, $\gamma$ (g/cc)	2.634	
Porcentaje de absorción (%)	1.64	
Densidad Máxima Seca (g/cc)	1.91	
Contenido de Humedad Óptimo	15.14	
CBR al 95%	0.1"	5.03
	0.2"	6.47

De la tabla X se determina que, el valor del IP del suelo analizado es de 14.93%, considerándose según el [55] como un material de característica arcilloso y con una plasticidad de media; mientras que, según la clasificación SUCS las muestras pertenecen a la categoría CL, definidas como arcillas inorgánicas de baja plasticidad. Asimismo, para la clasificación AASTHO el suelo se identifica como arcilloso de pobre a malo.

Respecto a **identificar la temperatura óptima de quemado de la ceniza de cáscara de arroz**, se identifica la temperatura óptima de quemado mediante la obtención del porcentaje de puzolana dada por la sumatoria de los principales óxidos:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,

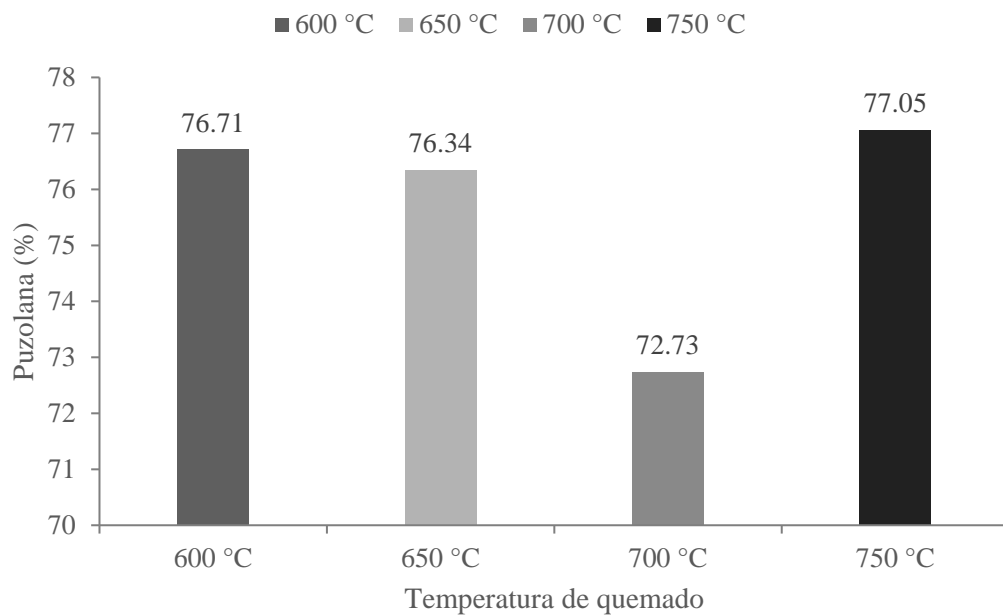
para temperaturas de 600,650,700 y 750°C, los porcentajes de cada componente se pueden apreciar en la Tabla XI.

**Tabla XI**

Porcentaje de óxidos presentes por cada temperatura.

Componente	600°C	650°C	700°C	750°C
	%	%	%	%
Óxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	72.63	73.19	68.71	73.86
Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.41	1.76	2.18	1.96
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.67	1.39	1.84	1.23
SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	76.71	76.34	72.73	77.05

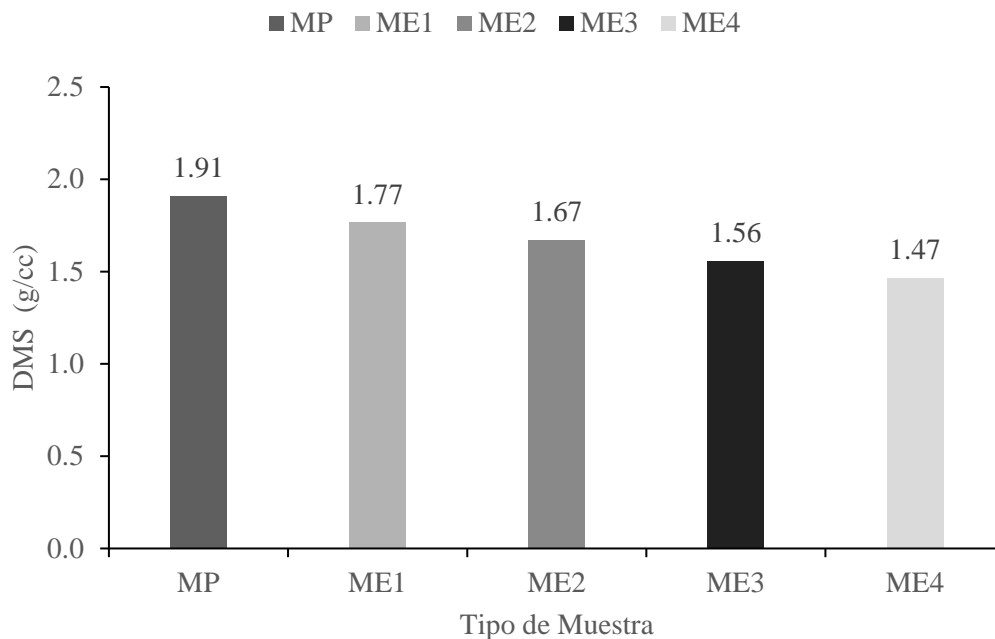
De la Tabla XI se determina que, para todos los casos se obtuvo porcentajes correspondientes a la sumatoria de óxidos superiores al 70%, identificándose como la ceniza con mayor actividad puzolánica, a la quemada a 750°C, con un porcentaje equivalente a 77.05%, tal como se muestra en la Figura 14.



**Fig. 14** Temperatura óptima de quemado de CCA

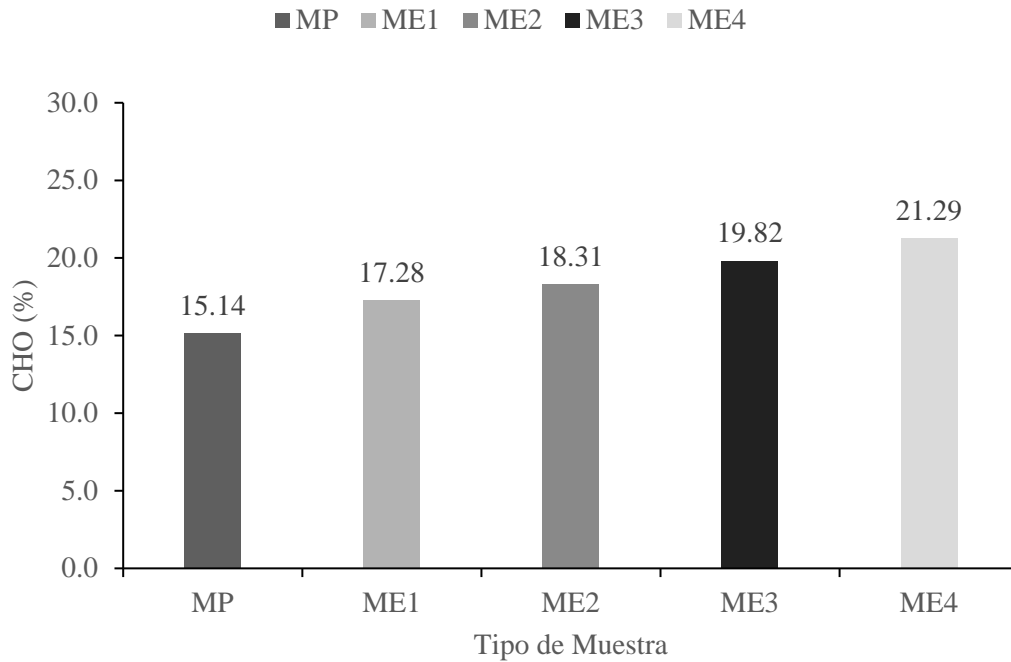


Respecto a **determinar las características mecánicas del suelo arcilloso adicionando cenizas de cáscara de arroz a 5, 10, 15 y 20%, a nivel de subrasante**, los especímenes comprendidos tanto para el suelo sin adición como para cada porcentaje de CCA, se les realizó el ensayo de Proctor Modificado, brindando los siguientes resultados:



**Fig. 15** Densidad Máxima Seca por cada adición de CCA

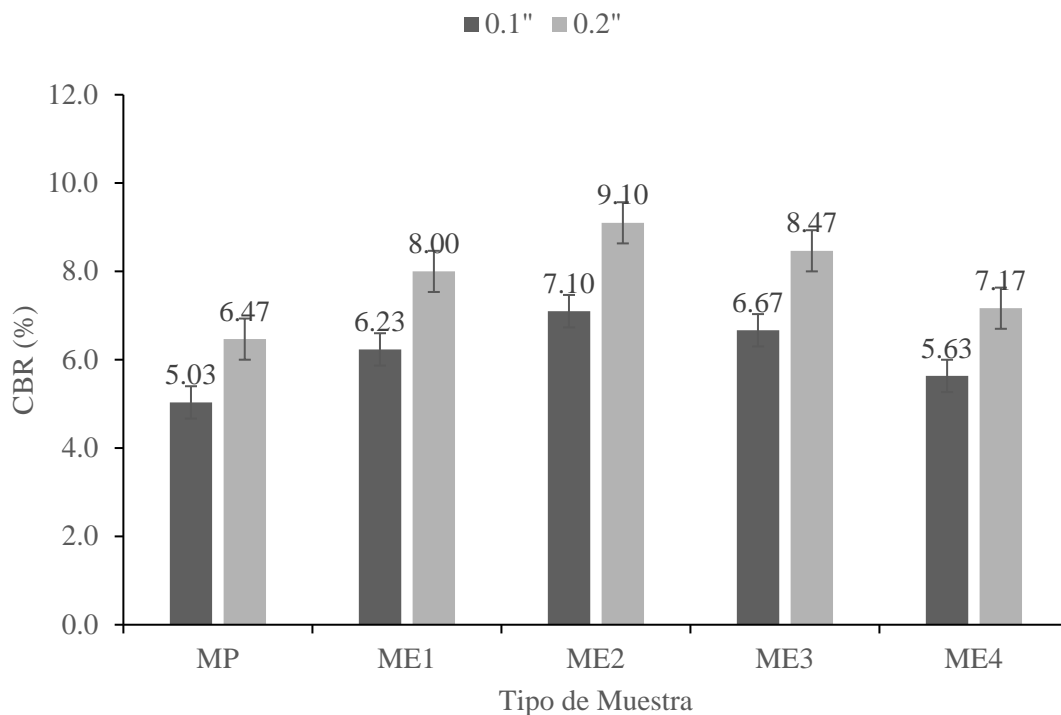
De la figura 15 se puede observar que los valores de la DMS adicionando 5, 10, 15 y 20 % de CCA son inferiores al valor de la muestra patrón; presentándose una disminución progresiva conforme se incrementa el porcentaje de CCA, alcanzando una reducción de hasta el 23.19% respecto a la MP. Dentro de los valores de DMS para las muestras con adición, se tiene que el mayor valor corresponde al de 5% de CCA (1.77 g/cc) y el menor al 20% (1.47 g/cc). La disminución de la DMS podría estar influenciado por la diferencia entre los valores de pesos específicos de los materiales de estudio, considerando que la ceniza presenta un peso específico menor al del suelo.



**Fig. 16** Contenido de Humedad Óptimo por cada adición de CCA

De la figura 16 se puede observar que, los porcentajes de CHO del suelo incorporando CCA fueron superiores al obtenido en la muestra patrón, incrementándose a mayor contenido de CCA. El mayor valor está dado por la adición de 20% de CCA (21.29%) y el menor por el de 5% de CCA (17.28%), lo que corresponde a un aumento con respecto a la MP de 40.67% y 14.14% respectivamente. Este incremento puede estar influenciado por la reacción puzolánica entre el suelo y la CCA que hace que se necesite más agua para una mejor compactación del suelo.

Se realizaron los ensayos de CBR en base a los resultados del Proctor modificado, proporcionando valores de CBR al 0.1" y al 0.2", los cuales se encuentran recopilados en la siguiente figura:

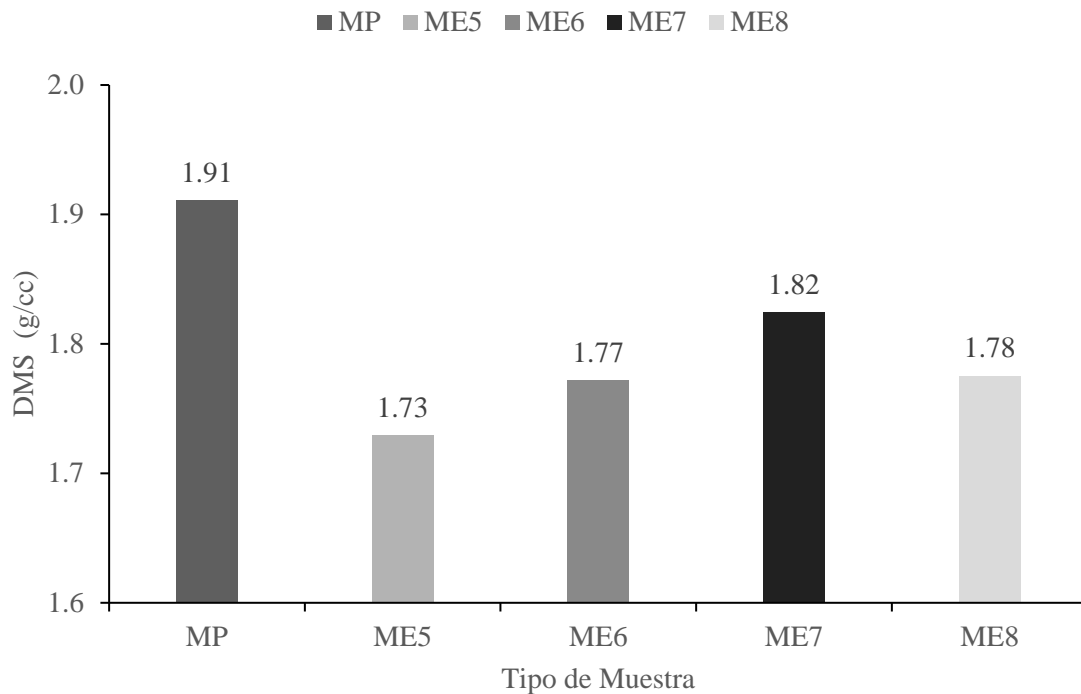


**Fig. 17** CBR al 95% a 0.1" y 0.2" por cada muestra

De la figura 17 se puede observar que existe un aumento en el CBR para porcentajes de adición de 5 y 10% de CCA, siendo los valores óptimos los pertenecientes a ME2 (7.10 y 9.10%), los mismos que respecto a la MP (5.03 y 6.47%) presentan un incremento en sus valores de 41.06% y 40.72% respectivamente; sin embargo, se identifica una tendencia decreciente en los valores posteriores a la ME2, obteniéndose para ME4 (5.63 y 7.17%) una disminución del 21% respecto a los porcentajes de CBR máximos. La razón del incremento en CBR puede deberse a la formación gradual de compuestos cementosos en el suelo por la reacción entre el CCA y algunas cantidades de CaOH presentes en el suelo.

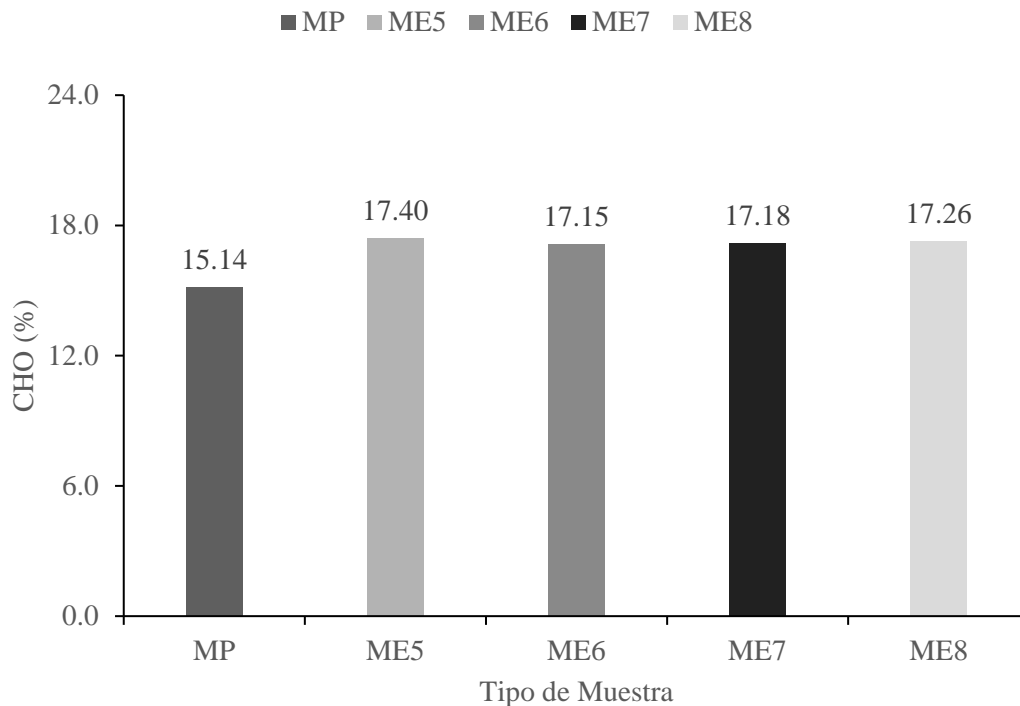
Respecto a **Determinar las características mecánicas del suelo arcilloso con el porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz y fibra de plátano a 0.1,0.3, 0.5 y 0.7%, a nivel de subrasante**, el ensayo a los especímenes dio como resultado los valores para la

densidad máxima seca y el contenido de humedad óptimo para cada uno de ellos, dichos resultados se encuentran comprendidos en la Figura 18 y 19 respectivamente.



**Fig. 18** Densidad Máxima Seca por cada adición de FDP

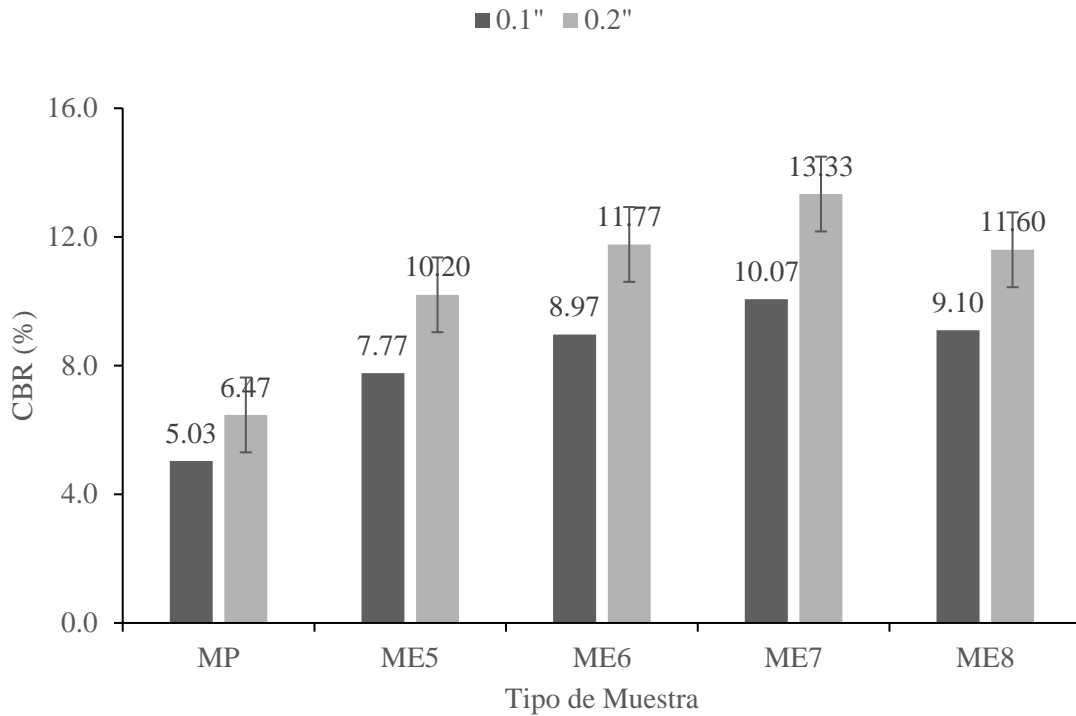
En la Figura 18 se observa que, para todas las muestras con adición de CCA + FDP los valores disminuyeron respecto a la muestra sin alterar, siendo la reducción más significativa (9.49%) para ME5 y la menor (4.50%) para ME7, sin embargo, se denota un ligero aumento de la DMS con respecto a las muestras incorporadas solo con CCA. En consecuencia, el valor de DMS para las muestras con adición aumentó a medida que el porcentaje alcanzó el 0.5% de FDP, sin embargo, después de ello comenzó a disminuir, esto se debe a que las fibras tienen un peso específico menor en comparación a los granos del suelo.



**Fig. 19** Contenido de Humedad Óptimo por cada adición de FDP

De la Figura 19 se establece que, todas las muestras con adición de CCA + FDP aumentaron su CHO respecto a la muestra sin alterar, este aumento se presenta en un rango de 13.28% a 14.93%, correspondiente el mayor valor al ME5 (17.40%) y el menor a ME6 (17.15%). Observándose que no existe una variación significativa entre los valores del CHO para cada porcentaje de FDP. Por lo tanto, la incorporación de FDP produce una disminución del CHO respecto al obtenido solo con la adición de CCA, pudiéndose explicar debido al bajo porcentaje de absorción de la fibra.

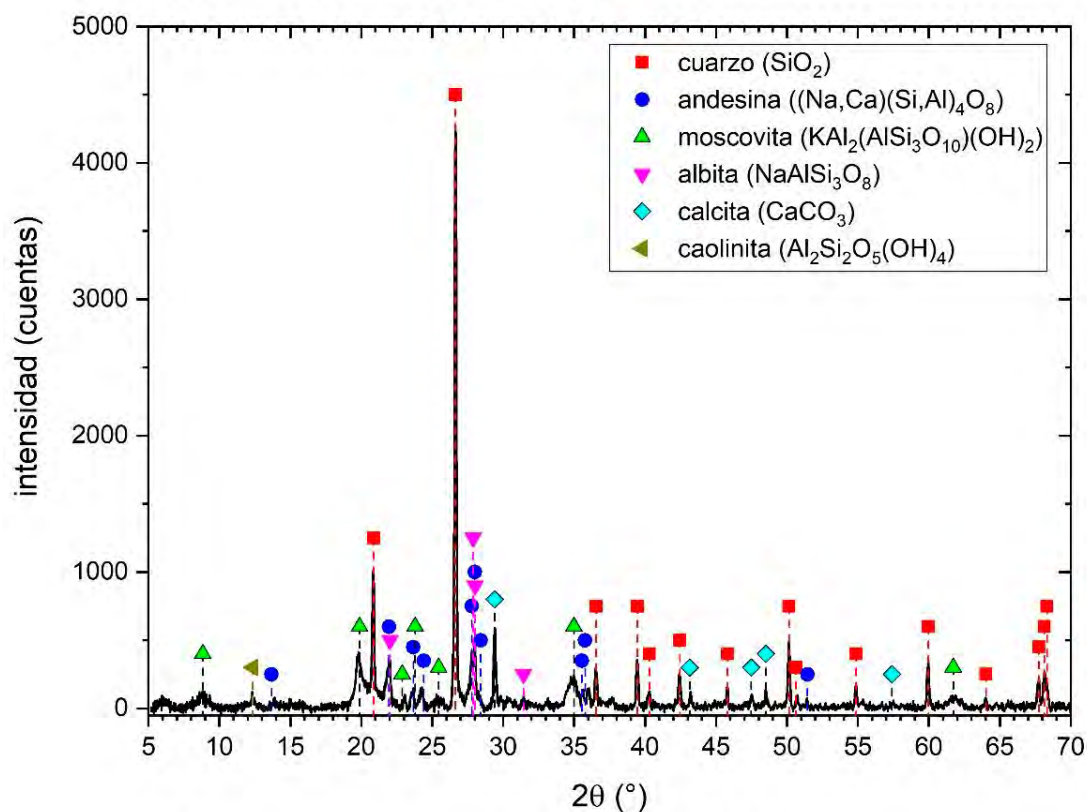
Posterior a la obtención de los resultados del ensayo de Proctor, se realizó el ensayo de CBR a 0.1" y 0.2", sus resultados se muestran en la Figura 20.



**Fig. 20** CBR al 95% a 0.1" y 0.2" por cada muestra

En la Figura 20 se puede determinar que existe un aumento significativo en la resistencia del suelo para todas las muestras respecto a la MP, este incremento se presenta progresivamente a mayor incorporación de fibras, siendo el valor más alto el encontrado para ME7, el cual alcanza una diferencia del 5.03 a 0.1" y 6.87 a 0.2", lo que representa un aumento del 100% y 106.19% respectivamente. Posterior a ello se puede observar para ME8 una ligera disminución del 10% y 13%, en comparación con el obtenido en ME7.

Respecto a **determinar las características de las propiedades microestructurales del suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de arroz y fibra de plátano**, se tiene que la muestra con 10% de CCA y 0.5% de FDP presentó en sus fases cristalinas un alto porcentaje de cuarzo, aluminosilicatos y calcita; mientras que, dentro de su composición química se encontró alta presencia de sílice y carbono proporcionados por la CCA y FDP respectivamente.



**Fig. 21** Difractograma de rayos X de la muestra junto con las fases cristalinas identificadas.

En la Figura 21 se presentan los resultados de difracción de rayos X. En la Tabla XII se resumen los resultados de la composición de fases cristalinas.

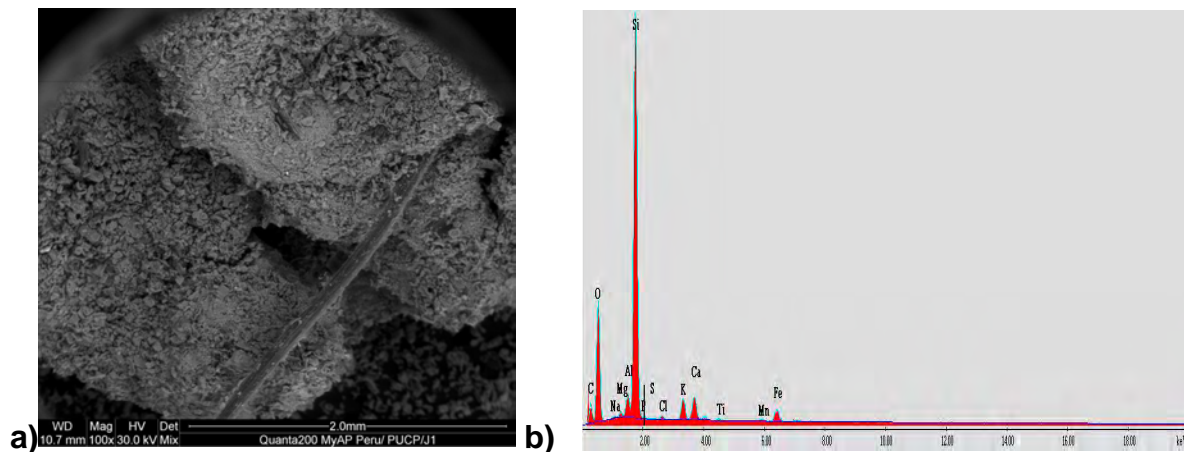
**Tabla XII**

Concentración de las fases cristalinas en la muestra

Fase cristalina	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	46-1045	17.2
Andesina	(Na,Ca)(Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	79-1149	12.4
Moscovita	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	72-1503	10.7
Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	84-0752	7.7
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	05-0586	4.7
Caolinita	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	89-6538	3.4
Amorfo	---	---	43.9

## SEM-EDS

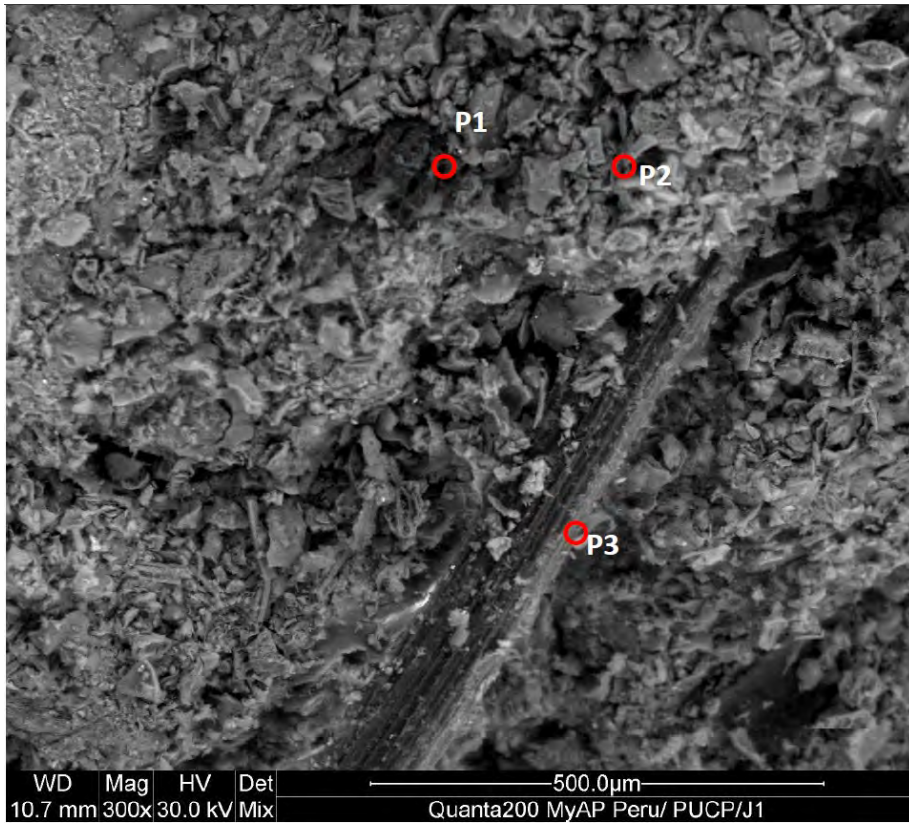
Para maximizar la información que se puede apreciar visualmente en las imágenes SEM, se ha optado por mostrar imágenes combinadas. Estas superponen las señales del detector de electrones retrodispersados con la del detector de electrones secundarios en una sola imagen. Con ello se aprecia tanto rasgos morfológicos (electrones secundarios) como composicionales (electrones retrodispersados).



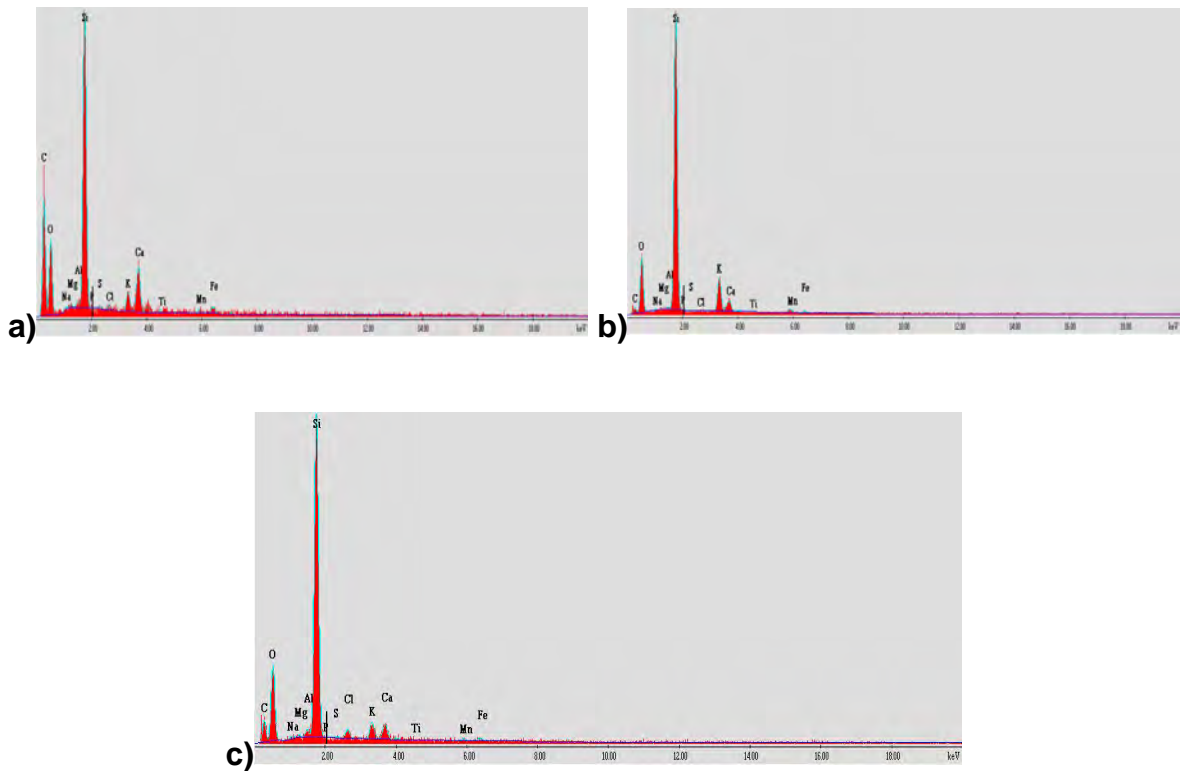
**Fig. 22** a) Micrografía de la muestra a una magnificación de 100x, b) Espectro de EDS para el área total.

En la Figura 22 se muestra una imagen a una magnificación de 100x, cerca de la magnificación mínima del equipo, con la finalidad de brindar una vista amplia de la muestra. Es posible observar una estructura de hojuelas en la superficie de la muestra, la cual puede deberse a la presencia de ceniza, a su vez, se puede observar una fibra de origen aparentemente vegetal, consistente con las fibras de plátano.





**Fig. 23** Micrografía de la muestra a una magnificación de 300x con regiones de interés señaladas



**Fig. 24** a) Espectro de EDS para región P1, b) para P2 y c) para P3

En la Figura 23 se denota una imagen de mayor magnificación, de 300x, donde se amplía la región donde la fibra ingresa hacia la muestra, en esta imagen se han señalado algunas regiones de interés para el análisis elemental. Mientras que, en la Figura 24 se muestran los espectros de EDS para cada una de las regiones señaladas.

**Tabla XIII**

Composición química medida por EDS en diferentes regiones

Elemento químico	Área total		P1		P2		P3	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C	25.37	36.05	59.09	70.11	17.66	27.14	34.07	46.12
O	42.61	45.46	25.48	22.69	40.69	46.95	37.45	38.05
Na	0.33	0.25	0.31	0.19	0.28	0.22	0.47	0.33
Mg	0.47	0.33	0.19	0.11	0.17	0.13	0.27	0.18
Al	1.83	1.16	0.28	0.15	0.36	0.24	0.77	0.46
Si	24.13	14.67	10.59	5.37	33.37	21.94	22.77	13.18
P	0.18	0.10	--	--	0.16	0.10	--	--
S	0.05	0.03	0.11	0.05	--	--	0.09	0.05
Cl	0.27	0.13	0.18	0.07	--	--	0.69	0.32
K	1.42	0.62	0.81	0.29	4.71	2.22	1.36	0.56
Ca	1.50	0.64	1.94	0.69	1.46	0.67	1.21	0.49
Ti	0.17	0.06	0.13	0.04	--	--	0.12	0.04
Mn	0.18	0.06	0.34	0.09	0.72	0.24	0.23	0.07
Fe	1.49	0.46	0.54	0.14	0.43	0.14	0.50	0.15

En la Tabla XIII se muestran los resultados de las medidas de EDS para estas regiones, así como el área total de la imagen. Las concentraciones de cada elemento se expresan en porcentaje por masa (wt%) y porcentaje atómico (at%). Cabe destacar que el margen de error

en EDS es típicamente del orden de  $\pm 1$  at% aproximadamente, por lo cual los resultados son mayormente cualitativos para los elementos con concentraciones muy bajas.

En general, puede notarse una presencia notoria de carbono, oxígeno, silicio y diversos metales. La presencia de carbono es típica en ceniza, y el silicio y metales son comunes en muestras de origen mineral y en ceniza, posiblemente debido a especies como silicatos y aluminosilicatos, lo cual se corrobora con DRX. Dadas las distribuciones de elementos, la región P1 probablemente corresponde a una inclusión rica en carbono proveniente de ceniza. La región P2 es más representativa de las hojuelas, que podrían corresponder a los componentes inorgánicos de la ceniza, la cual suele contener compuestos de silicio, aluminio, calcio y potasio, entre otros. La región P3 corresponde a la fibra de origen vegetal, lo cual es consistente con su concentración elevada de carbono.

### **3.2. Discusión**

Sobre determinar las características mecánicas del suelo arcilloso a nivel de subrasante, los resultados obtenidos en la presente investigación para el CHO y la DMS son de 15.14% y 1.91 g/cc, en base a ello autores como [16], [22]; identificaron para el CHO, valores por encima del resultante (17.50% y 31.44%); mientras que, para la DMS, valores inferiores al obtenido (1.383 g/cc a 1.696 g/cc), sin embargo autores como [17] tuvieron un resultado similar con el arrojado para el CHO (15%). Se determinó un CBR al 95% de 5.03%, resultado cercano a los obtenidos por [19] y [20], siendo los mismos 5% y 4% respectivamente.

Sobre identificar la temperatura óptima de quemado de la ceniza de cáscara de arroz, los autores [15] y [5], determinaron como temperatura de incineración con mayor actividad puzolánica valores entre 600 a 750 °C, concordando con los valores obtenidos en la presente investigación, del mismo modo es importante recalcar que existen pocas investigaciones que comparen 04 temperaturas diferentes de incineración.

Sobre determinar las características mecánicas del suelo arcilloso adicionando cenizas de cáscara de arroz a 5, 10, 15 y 20% a nivel de subrasante, se obtiene que dentro de sus

características, la DMS para el suelo adicionado con CCA disminuye en 23.19%, esta reducción se asemeja a los resultados de [16] y [17], quienes obtuvieron una disminución de 21.30% y 21.43% respectivamente; sin embargo, en las investigaciones de [13], [19] la DMS disminuyó en 5.37% y 2.81% respectivamente, valores inferiores a los resultados obtenidos pero con la misma tendencia decreciente en relación a los valores de la MP, así mismo para el caso del CHO, los valores encontrados se encuentran dentro del rango porcentual de aumento obtenido de los estudios previos de [27] y [14], siendo estos 18.20% y 24.78% respectivamente; caso contrario a [37] que obtuvieron un incremento mucho mayor, llegando al 86.79%. El porcentaje óptimo de CCA obtenido mediante la comparación de los valores de CBR para cada porcentaje de adición, fue del 10% resultado que concuerda con los planteados por [27], [23] y [14] quienes concluyeron que adicionando 10% de CCA al suelo, este mejoraba su resistencia teniendo incrementos en el valor de su CBR en 63.43%, 17.89% y 43.29% respectivamente.

Sobre determinar las características mecánicas del suelo arcilloso con el porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz y fibra de plátano a 0.1, 0.3, 0.5 y 0.7% a nivel de subrasante, los resultados de la DMS obtenidos para el suelo adicionado con 10% CCA y fibra de plátano, aumentaron progresivamente hasta el 0.5% de FDP, esto concuerda con [33] quienes obtuvieron un incremento de 7.88% con el mismo porcentaje de FDP, en contraparte, [30] refieren que la DMS disminuye gradualmente conforme se incrementa la adición de FDP en 6.67%. Para los resultados correspondientes al CHO se encuentra similitudes con los obtenidos por [30] y [43], puesto que no presentan variaciones significativas entre los valores para cada porcentaje adicionado. El porcentaje óptimo de FDP resultante en la presente investigación (0.5%) concuerda con el brindado por los autores [1] y [35], quienes consiguieron un incremento del 200% y 74% para un CBR a 0.1" con el mismo porcentaje, de igual manera, la ligera reducción de los valores del CBR posteriores al 0.5%, coincide con la investigación de [43], donde la resistencia del suelo disminuye en 61% para un CBR a 0.1".

Sobre determinar las características de las propiedades microestructurales del suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de arroz y fibra de plátano, los resultados de la difracción de rayos X mostraron mayor concentración cristales como cuarzo, seguido de andesina, moscovita, albita, calcita y caolinita en menor proporción, esto concuerda con las investigaciones de [40], [41], pues encontraron la presencia de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) como material predominante en las muestras de suelo analizadas y en menor proporción albita y moscovita, esto debido al alto contenido de sílice brindado por las CCA ; en el caso de la prueba SEM con EDS los resultados de [40] mostraron la presencia 16.8% de carbono, 30.4% de oxígeno , 24.6% de sílice , 13.2% de aluminio entre otros, concordando con los elementos químicos encontrados en la presente investigación , del mismo modo la investigación de [39] destaca la presencia de Si , Fe y Al. La presencia de carbono es típica en ceniza, y el silicio y metales son comunes en muestras de origen mineral y en ceniza, posiblemente debido a especies como silicatos y aluminosilicatos, lo cual se corrobora con DRX. Por su parte, [38] pudo observar a través del SEM los cambios microestructurales, la carbonatación y la formación de compuestos cementosos en el suelo que ayudan a mejorar la resistencia del suelo, a su vez [21] refiere que la razón principal del aumento de la fuerza del suelo es por el efecto de la cristalización que llena los poros del suelo haciendo que las partículas se conecten entre sí.

Entre las limitaciones se la presente investigaciones se resalta la escasa cantidad de investigaciones sobre la utilización de la fibra de plátano en suelo arcilloso, así como estudios a nivel microestructural de las dos variables planteadas, a ello se le suma el limitado acceso que se tuvo a laboratorios en ensayos microestructurales en la región Lambayeque, optando por un laboratorio en la ciudad de Lima.

### **3.3. Aporte de la investigación**

El principal aporte de la investigación es dar a conocer el comportamiento del suelo arcilloso a través de la adición de un material puzolánico (ceniza de cáscara de arroz) y porcentajes fibra de origen vegetal (fibra de plátano) a través de ensayos mecánicos como

Proctor modificado y CBR con el fin de aumentar la resistencia del suelo para fines de pavimentación, a ello se le suma el análisis microestructural de la muestra del suelo adicionado óptimo para conocer la cantidad de cristales, composición química y la adhesión a través de imágenes en escala. Otro aporte importante de la presente investigación es por la innovación del tema a tratar en nuestro país y ciudad.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

1. El suelo natural utilizado está denominado CL según SUCS, como arcilloso de baja plasticidad, presentando valores para LL y LP de 36.24% y 21.31% respectivamente, así mismo para la clasificación AASTHO, este presenta características de suelo pobre a malo, correspondiéndose con el tipo de subrasante insuficiente dado por el MTC para un resultado de CBR al 95% de 5.03%.
2. La CCA presentó una mayor actividad puzolánica a una temperatura de quemado de 750°C, obteniéndose un contenido de óxidos de 77.05%, sin embargo, cabe recalcar que para todas las temperaturas evaluadas se encontró un porcentaje de puzolana superior al 70%, siendo un indicativo de la influencia positiva del rango de incineración utilizado.
3. La incorporación del 20% de CCA, produjo como resultado el valor mínimo para la DMS (1.47 g/cc) y el máximo para el CHO (21.29%). Con respecto a las características mecánicas obtenidas para las adiciones de CCA, se tuvo que la resistencia del suelo incrementó con la adición del 10% de CCA, obteniendo un aumento en su CBR a 0.1" de 41.06%, valor superior a los alcanzados para porcentajes del 5, 15 y 20%, mismos que incrementaron en 23.84, 32.45 y 11.92% respecto a MP.
4. El ensayo Proctor Modificado, obtuvo como resultado que la reducción de DMS menos significativa se produjo al adicionar el 0.5% de FDP (4.50%) aumentando para porcentajes más elevados, mientras que el CHO no presentó diferencias significativas entre cada muestra, manteniéndose en un rango de 17.15-17.40%. La incorporación de CCA más FDP al suelo natural, aumento los valores de CBR para todos los porcentajes empleados frente a la muestra sin tratar, siendo la adición de 10% de CCA + 0.5% de FDP, la obtuvo los mejores resultados en cuanto al comportamiento mecánico del suelo, logrando un incremento del 100% y 106.19% de la resistencia obtenida en la MP para

0.1" y 0.2" respectivamente, este incremento se traduce en la mejora de subrasante insuficiente a buena según los valores indicados por el MTC.

5. La microestructura de la muestra de suelo con los porcentajes óptimos de CCA y FDP, se caracteriza mayormente por fases cristalinas con alto contenido de cuarzo y diversos aluminosilicatos, correspondiéndose con su composición química mayoritariamente compuesta por carbono, oxígeno y sílice. Es así, que la mejora de la resistencia del suelo está ligada al efecto de la cristalización y carbonatación, la misma que incide en la disminución de la porosidad del suelo produciendo que las partículas se conecten entre sí.

#### **4.2. Recomendaciones**

1. La presente investigación demostró la baja calidad del tipo de suelo utilizado, sin embargo, los resultados obtenidos solo son aplicables para suelos arcillosos de baja plasticidad.
2. Debido a que las CCA fueron sometidas a diversas temperaturas de incineración, se recomienda realizar la caracterización de las mismas mediante un ensayo de Difracción de Rayos X (DRX), con la finalidad de obtener cantidades más exactas de cada elemento perteneciente a la composición mineralógica del material.
3. Se recomienda la utilización de un porcentaje de 10% de CCA como estabilizante del suelo arcilloso de baja plasticidad, dado los resultados obtenidos en el valor del CBR al 95%, que demuestra un aumento significativo en la calidad y la capacidad portante del suelo.
4. Los investigadores recomiendan el uso del porcentaje óptimo de 10% de CCA conjuntamente con 0.5% de FDP, para la estabilización de suelos arcillosos de baja plasticidad, debido al aumento de la resistencia obtenida, que con llevo a la mejora de subrasante insuficiente a buena.



5. Se recomienda que los ensayos microestructurales realizados en esta investigación, sean aplicados antes y después de la conformación de la subrasante, esto con el fin de identificar posibles variaciones en la microestructura de la mezcla que puedan conllevar a cambios en su comportamiento mecánico.

## REFERENCIAS

- [1] S. Boobalan, M. Dhanabharath, S. Dineshkumar and M. Gokuldas, "Comprehensive Review on the Influence of Natural Materials in Soil Stabilization," *Materials Research Proceedings*, vol. 23, pp. 276-283, 2022.
- [2] D. P. Kusumastuti and I. Sepriyanna, "Soft Soil Stabilization With Rice Husk Ash and Glass Powder Based on Physical Characteristics," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 650, p. 012025, 2019.
- [3] J. Jayashree and V. Jeevanantham, "Experimental Study on Strength Characteristics of Fly Ash and Rice Husk Ash added Clay Soil," *Materials Research Proceedings*, vol. 23, pp. 122-127, 2022.
- [4] M. P. S.T. Anupiya, M. Saberian, J. Zhu, J. Li and R. Roychand, "Effect of crushed glass on the mechanical and microstructural behavior of highly expansive clay subgrade," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, p. e01244, 2022.
- [5] B. Pushpakumara and W. Mendis, "Suitability of Rice Husk Ash (RHA) with lime as a soil stabilizer in geotechnical applications," *International Journal of Geo-Engineering*, vol. 13, no. 1, 2022.
- [6] D. Barman and S. K. Dash, "Stabilization of expansive soils using chemical additives: A review," *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineerin*, vol. 14, no. 4, pp. 1319-1342, 2022.
- [7] A. Eisazadeh, A. Bhurtel and H. Phai, "Compaction characteristics of Bangkok clay stabilized using rice husk ash, bottom ash, and lime," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 527, p. 012039, 2019.
- [8] X. Jiang, Z. Huang, F. Ma and X. Luo, "Analysis of Strength Development

- and Soil–Water Characteristics of Rice Husk Ash–Lime Stabilized Soft Soil," *Materials*, vol. 12, no. 23, p. 3873, 2019.
- [9] P. Ellappan, A. Vijayakumar and M. Nithya, "Influence of Natural Fibres in Strengthening of Black Cotton Soil," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 955, p. 012066, 2020.
- [10] N. Bawadi, M. AlHamidi, A. Mansor and S. Anuar, "Influence of Banana Fiber on Shear Strength of Clay Soil," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 864, p. 012099, 2020.
- [11] S. Vizcarra, I. Lujan, M. Soto and G. Durán, "Experimental analysis of the addition of rice husk ash to the clayey subgrade of a road stabilized with lime," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 758, p. 012090, 2020.
- [12] A. O. Owino, N. Nahar and Z. Hossa, "Effects of basalt fibres on strength and permeability of rice husk," *Journal of Agricultural Engineering*, vol. 53, no. 1, 2022.
- [13] M. Meliyana, A. Armia, Z. Muhammad and R. Cut, "The Impact of rice husk ash waste addition towards landfill stability," *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, vol. 8, no. 1, pp. 20-26, 2022.
- [14] U. G. Hullur, S. Krishnaiah and B. Prakash, "Stabilization of Black Cotton Soil Using Rice Husk Ash for Flexible Pavement Construction," *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, vol. 10, no. 8, pp. 1870-1874, 2022.
- [15] A. O. Owino, N. Nahar, Z. Hossain and N. Tamaki, "Effects of basalt fibres on strength and permeability of rice husk ash-treated expansive soils," *Journal of Agricultural Engineering*, vol. 53, no. 1, 2022.
- [16] N. Nahar, A. O. Owino, S. K. Khan, Z. Hossain and N. Tamaki, "Effects of controlled burn rice husk ash on the geotechnical properties of soil," *Journal of*

*Agricultural Engineering*, vol. 52, no. 4, 2021.

- [17] B. Tinku, G. Rishav, R. Himanshu, K. Ashwini, P. Gaurav and Y. Kuldeep, "Study of expansive soil stabilized with agricultural waste," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2070, no. 012237, 2021.
- [18] M. Taha, C. Pei Feng and S. Ahmed, "Modification of Mechanical Properties of Expansive Soil from North China by Using Rice Husk Ash," *Materials*, vol. 14, no. 2789, 2021.
- [19] I. Attah, R. Etim and I. Usanga, "Potentials of Cement Kiln Dust and Rice Husk Ash Blend on Strength of Tropical Soil for Sustainable Road Construction Material," *Materials Science and Engineering*, vol. 1036, no. 012072, 2021.
- [20] E. S. Nnochiri, O. M. Ogundipe and S. A. Ola, "Geotechnical and microstructural properties of cement-treated laterites stabilized with rice husk ash and bamboo leaf ash," *Acta Polytechnica*, vol. 61, no. 6, pp. 722-732, 2021.
- [21] M. Jinrong, S. Yunhe, L. Yuyi and T. Xiangling, "Strength and Microfabric of Expansive Soil Improved with Rice Husk Ash and Lime," *Advances in Civil Engineering*, 2020.
- [22] Daryati e M. Ramadhan, "Improvement of expansive soils stabilized with rice husk ash (RHA)," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1625, p. 012006, 2020.
- [23] I. A. Oyediran and O. O. Ayeni, "Comparative effect of microbial induced calcite precipitate, cement and rice husk ash on the geotechnical properties of soils," *SN Applied Sciences*, no. 1157, 2020.
- [24] C. Mugai, B. Sabuni, E. Neyole and F. Mugai, "Influence of Rice Husk Ash on Sub-Grade Bearing Strength in Stabilization of Expansive Soils for Low Volume Roads in Kenya," *Civil and Environmental Research*, vol. 12, no. 11, 2020.

- [25] A. Jain, A. K. Choudhary and J. N. Jha, "Influence of Rice Husk Ash On the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil," *Geotechnical and Geological Engineering*, pp. 2293-2302, 2020.
- [26] A. Eisazadeh, A. Bhurtel and H. Phai, "Compaction characteristics of Bangkok clay stabilized using rice husk ash, bottom ash, and lime," *Materials Science and Engineering*, vol. 527, p. 012039, 2019.
- [27] D. Ewa, G. Akeke and D. Okoi, "Influence of rice husk ash source variability on road subgrade properties," *Nigerian Journal of Technology*, vol. 37, no. 3, pp. 582-586, 2018.
- [28] K. Y. Anjani, G. Kumar, K. Roop and S. K. Suman, "Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads," *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 10, no. 3, pp. 254-261, 2017.
- [29] G. Deepak e K. Arvind, "Performance evaluation of cement stabilized pond ash rice husk ash clay mixture as a highway construction material," *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, vol. 9, n<sup>o</sup> 1, pp. 159-169, 2017.
- [30] G. Kannan and E. R. Sujatha, "Effect of Nano Additive on Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Soil," *Journal of Natural Fibers*, vol. 20, no. 1, 2023.
- [31] E. Prabakaran, A. Vijayakumar and M. Nithya, "Influence of natural fibres in strengthening of black cotton," *Materials Science and Engineering*, vol. 955, p. 012066, 2020.
- [32] N. F. Bawadi, M. A. AlHamidi, A. F. Mansor and S. A. Anuar, "Influence of Banana Fiber on Shear Strength of Clay Soil," *Materials Science and Engineering*, vol. 864, p. 012099, 2020.

- [33] N. Bawadi, N. Ahmad, A. Mansor, S. Anuar and M. Rahim, "Effect of natural fibers on the soil compaction characteristics," *2nd International Conference on Civil & Environmental Engineering*, vol. 476, 2020.
- [34] B. Ramesh, "Soil stabilization by using banana fibre," *International Journal of Scientific* , vol. 8, no. 1, 2019.
- [35] J. Finu, M. J. Elsa, M. Varghese, M. Antu and J. Megha, "Experimental study on improvement of soil subgrade reinforced with banana and coir fibers," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 5, no. 3, 2018.
- [36] N. B. Chandran e V. L. Vijayan, "Effect of Natural fiber on Clayey soil," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 4, nº 4, 2017.
- [37] E. Ormeño, N. Rivas, G. Durán and M. Soto, "Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash," *Materials Science and Engineering*, vol. 758, no. 012058, 2020.
- [38] F. E. Jalal , S. Mulk, S. A. Memon, B. Jamhiri and A. Naseem, "Strength, Hydraulic, and Microstructural Characteristics of Expansive Soils Incorporating Marble Dust and Rice Husk Ash," *Advances in Civil Engineering*, 2021.
- [39] K. C. Onyelowe, I. I. Obianyo, A. P. Onwualu, M. E. Onyia and C. Moses, "Morphology and mineralogy of rice husk ash treated soil for green and sustainable landfill liner construction," *Cleaner Materials*, vol. 1, 2021.
- [40] M. M. Alhaji, M. Alhassan, T. Waheed Adejumo and A. Ibrahim Dogo, "Microestructural investigation and strength properties of clay stabilized with cement, rice husk ash and promoter," *Jurnal Teknologi*, vol. 82, no. 5, pp. 11-22, 2020.
- [41] H. N. Ramesh e B. V. Manjunatha, "Justification of the resistance

properties of microstructural changes in black cotton soil with rice husk ash and carbide lime in the presence of sodium salts," *SN Applied Sciences*, vol. 2, n° 457, 2020.

- [42] K. Z. Sanchez del Rosario, "Evaluación de la fibra de plátano en las propiedades mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, La Palma, Tumbes," Universidad Cesar Vallejo, 2021.
- [43] K. Guerra e M. Mosqueira, "Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages," *Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions*, 2020.
- [44] C. Crespo Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones*, Limusa, 2005.
- [45] J. C. Guerra Torralbo, *Mecánica de suelos , conceptos básicos y aplicaciones*, Dextra Editorial, 2018.
- [46] G. Angella, C. Frías and R. Salgado, "Conceptos básicos de las relaciones agua, suelo y planta," INTA, 2016.
- [47] E. H. Castañeda Villanueva e W. A. Campos Ugaz, "Incorporación de suelos gravosos a la clasificación SUCS planteados por Braja das en la teoría de compactación de suelos: ensayos en suelos andinos - Perú," Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- [48] M. Scalone Echave, "Propiedades físico químicas de los suelos," Instituto de Agrimensura, 2012.
- [49] L. L. Rojas Perilla, "Caracterización de suelos arcillosos desecados al occidente de la Sabana," Universidad Santo Tomás, 2014.
- [50] P. Berry e D. Reid, *Mecánica de suelos*, Mc Graw-Hill, 1993.
- [51] S. Arrelucé Montenegro and G. L. Solís Larrauri, "Incorporación de fibras de polipropileno como método de reforzamiento de suelos arcillosos en Palian," Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2022.

- [52] G. Duque Escobar e C. E. Escobar Potes, "Mecánica de los suelos," Sede Manizales, 2002.
- [53] MTC E 110, "DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS," em *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*, Lima, 2016, pp. 67-71.
- [54] MTC E 111, "DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)," em *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*, Lima, 2016, pp. 72-74.
- [55] Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC, Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Lima, 2013.
- [56] MTC E 108, "DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO," em *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*, Lima, 2016, pp. 49-53.
- [57] F. A. Corredor e Y. J. Moreno Fonseca, "Obtención del contenido de humedad en suelos finos, usando horno microondas sin reductor de calor empleando una potencia," Universidad de la Salle, 2011.
- [58] MTC E 115, "COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)," em *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*, Lima, 2016, pp. 105-118.
- [59] MTC E 132, "CBR DE SUELOS (LABORATORIO)," em *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*, Lima, 2016, pp. 248-256.
- [60] R. S. Mora Ortiz, "Efectos de la microestructura en el comportamiento hidromecánico de suelos compactados," Universitat Politècnica de Catalunya, 2016.
- [61] J. Mercier, G. Zambelli and W. Kurz, Introduction to Materials Science, Elsevier Science, 2003.
- [62] P. Sherwood, "Carbons and Graphites: Surface Properties of,"



*Encyclopedia of Materials: Science and Technology (Second Edition)*, pp. 985-995, 2001.

- [63] F. Romero Blanco, "Caracterización elemental y estructural de cementos TIPO I," Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2015.
- [64] C. Guillermo Smith, *Smart Textile Coatings and Laminates*, Woodhead Publishing, 2019.
- [65] P. Anjan, "Geotechnical Investigations and Improvement of Ground Conditions," *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering*, pp. 19-27, 2019.
- [66] A. A. Firozzi, C. Guney Olgun, A. A. Firozzi and M. Shojaei Baghini, "Fundamentals of soil stabilization," *International Journal of Geo-Engineering*, vol. 26, 2017.
- [67] S. Sahoo, P. K. Parhi and B. Chandra Panda, "Durability properties of concrete with silica fume and rice husk ash," *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 2, p. 100067, 2021.
- [68] G. Ogwang, P. W. Olupot, H. Kasedde, E. Menya, H. Storz and Y. Kiros, "Experimental evaluation of rice husk ash for applications in geopolymer mortars," *Journal of Bioresources and Bioproducts*, vol. 6, no. 2, pp. 160-167, 2021.
- [69] V. Kavitha e G. Aparna, "A Review on Banana Fiber and Its Properties," *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, vol. 9, nº 3, pp. 118-121, 2021.
- [70] L. Maldonado, "Proceso artesanal de extracción, manejo y secado de las fibras naturales de banano (*Musa paradisiaca*) en la Parroquia El Retiro de la Provincia de El Oro," *Yachana*, vol. 1, nº 1, 2016.
- [71] D. Armas Ruiz, S. Ruiz Galarza, M. Piován, L. Carrión Matamoros and C.

Narváez Muñoz, "Caracterización de propiedades mecánicas de las fibras de banano de la corteza y el cuerpo del tallo," *Científica*, vol. 20, no. 1, pp. 21-31, 2016.

- [72] Z. Ortega, M. Morón, M. Monzón, P. Badalló and R. Paz, "Production of banana fiber yarns for technical textile reinforced composites," *Materials*, vol. 9, no. 5, 2016.
- [73] J. Arias and M. Covinos, *Diseño y metodología de la investigación, ENFOQUES CONSULTING EIRL*, 2021.
- [74] R. Hernández-Sampieri and C. Mendoza, *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, 2018.
- [75] H. Ñaupas, M. Valdivia, J. Palacios and H. Romero, *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis*, 5a ed., Ediciones de la U, 2018.
- [76] E. Bologna, *Métodos Estadísticos de Investigación*, 1a ed., Editorial Brujas, 2018.
- [77] C. Martínez and A. González, *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos.*, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014.
- [78] H. Sánchez Carlessi, C. Reyes Romero e K. Mejía Sáenz, *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018.

## ANEXOS

### Anexo A. Matriz de Consistencia.

**Tabla B I** Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibra de plátano

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE/TIPO/DISEÑO	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
<p><b>Problema general:</b> ¿Como influye la adición de las CCA y las fibras de plátano en las propiedades microestructurales y mecánicas del suelo arcilloso?</p>	<p><b>Objetivo principal:</b> Determinar las propiedades microestructurales y mecánicas de suelos arcilloso adicionando CCA y FDP.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las características mecánicas del suelo arcilloso a nivel de subrasante.</li> <li>• Identificar la temperatura óptima de quemado de la ceniza de cáscara de arroz.</li> <li>• Determinar las características</li> </ul>	<p><b>H1:</b> La adición de CCA, en porcentajes del 5, 10, 15 y 20% y de FDP en porcentajes de 0.1, 0.3, 0.5 y 0.7%, influye en las propiedades microestructurales y mecánicas del suelo arcilloso.</p>	<p><b>VD:</b> Propiedades microestructurales y mecánicas</p> <p><b>VI:</b> Ceniza de Cáscara de Arroz y Fibra de plátano</p>	<p><b>Población:</b> Todas las muestras experimentales.</p> <p><b>Muestra:</b> 54 ensayos, 27 para CBR y 27 para Proctor modificado.</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental</p>	<p><b>Técnica:</b> Observación de Laboratorio</p> <p><b>Instrumentos:</b> Fichas de observación, cámara fotográfica, equipos de laboratorio</p>

mecánicas del suelo arcilloso  
adicionando cenizas de cáscara  
de arroz a 5, 10, 15 y 20% anivel  
de subrasante.

- Determinar las características  
mecánicas del suelo arcilloso con  
el porcentaje óptimo contenido de  
ceniza de cáscara de arroz y fibra  
de plátano a 0.1,0.3, 0.5 y 0.7%, a  
nivel de subrasante.
  - Determinar las características de  
las propiedades  
microestructurales del suelo  
arcilloso adicionando ceniza de  
cáscara de arroz y fibra de  
plátano.
-

## ANEXO B. FOTOGRAFÍAS DE ENSAYOS REALIZADOS

### ANEXO B.1 Ensayo de Límites de Atterberg



### ANEXO B.2 Contenido de humedad del suelo



### ANEXO B.3 Granulometría



**ANEXO B.4: CBR + 5% CCA**



**ANEXO B.5: CBR + 10% CCA**



### ANEXO B.6 CBR + 15% CCA



## ANEXO B.7 CBR + 20 % CCA



## ANEXO B.8 CBR + 10% CCA - MUESTRAS





## ANEXO B.9 CBR + 10% CCA - MUESTRAS



## ANEXO B.10 CBR + 10% CCA + 0.5% FDP





### **INFORME DE ENSAYO N° 11026/22 :**

CLIENTE : **JIMMY YAMPIER OLIVARES GUZMAN  
SUZETTY NICOLE URBINA SILVA**  
REFERENCIA : **CENIZA DE CASCARA DE ARROZ.**  
MATERIAL : **BOLSAS DE 250 gr por temperatura.**  
TIPO DE ANÁLISIS : **LOTE**  
FECHA DE RECEPCION : **31 - 10 - 22.**  
FECHA DE EMISION  
DE RESULTADOS : **11- 11 - 22**  
N° DE PAGINAS : **01**  
CODIGO DE  
LABORATORIO : **11 - 035 AL 038**

INFORMAMOS QUE HEMOS ANALIZADO LA MUESTRA ARRIBA  
DETALLADA Y REPORTAMOS EL SIGUIENTE RESULTADO:

ANÁLISIS	M 35 T 600°C	M 36 T 650°C	M 37 T 700°C	M 38 T 750°C
SiO <sub>2</sub> (%)	72,63	73,19	68,71	73,86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	2,41	1,76	2,18	1,96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	1,67	1,39	1,84	1,23
CaO (%)	7,05	8,32	6,00	5,77
MgO (%)	0,90	0,62	0,68	0,98

 **UNMSM**  
Formado digitalmente por ANAYA  
MELÉNDEZ Fernando FAU  
202408022022.txt  
Módulo: Sign y Validar del documento  
Fecha: 20/11/2022 01:50:48 -05:00

**Mg Ing. Qco. Fernando Anaya Meléndez.**  
**Gerente General**  
**CIP 39693**

Muestra proporcionada por el Cliente.

Oficina: Av Oscar R. Benavides 3130 BQ F Dpto 301 – Lima Cercado.  
Laboratorio: Urb. Antonia Moreno de C. Mz O Lt 9 5° Sector Izq. – Ventanilla - Callao  
Tf 4641403 Celular 947321623  
E-mail [fanayamel@yahoo.com](mailto:fanayamel@yahoo.com) [famalabsac@gmail.com](mailto:famalabsac@gmail.com)

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (**)	: "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"	FECHA DE MUESTREO (**):	02/11/2022
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo - Lambayeque	HORA DE MUESTREO (**):	-
CLIENTE (**)	: Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva	MUESTREADO POR (**):	-
MATERIAL (**)	: Arcilla inorgánica; Muestra: M-01	FECHA DE RECEPCIÓN:	02/11/2022
CODIGO DE MUESTRA (**)	: -	FECHA DE ENSAYO:	02/11/2022
COORDENADAS (**)	: -	FECHA DE EMISIÓN:	06/11/2022
CÓDIGO ÚNICO	: CI-450		
TECNICO ENCARGADO	: Segundo A. Carranza Mejía		

#### AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición

NTP 400.022:2021

DATOS DEL ENSAYO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	394.20	441.90	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	240.50	269.80	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	153.70	172.10	
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	387.80	434.78	
E	Vol. de masa = C - ( A - D ) (gr)	147.30	164.98	Promedio
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.523	2.526	2.525
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.565	2.568	2.566
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.633	2.635	2.634
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	1.65	1.64	1.64%

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
SUCURSIL DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzety Nicole Urbina Silva  
MATERIAL (\*\*): Cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
COORDENADAS (\*\*): -  
CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

FECHA DE MUESTREO (\*\*): 02/11/2022  
HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
MUESTREADO POR (\*\*): -  
FECHA DE RECEPCION: 02/11/2022  
FECHA DE ENSAYO: 02/11/2022  
FECHA DE EMISION: 06/11/2022

#### AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición

NTP 400.022:2021

DATOS DEL ENSAYO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	284.10	312.90	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	168.60	185.40	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	115.50	127.50	
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	276.10	304.10	
E	Vol. de masa = C - ( A - D ) (gr)	107.50	118.70	Promedio
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.390	2.385	2.388
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.460	2.454	2.457
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.568	2.562	2.565
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	2.90	2.89	2.90%

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
SUCURSIL DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
CALLE 100 N° 100



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

### INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva

**MATERIAL (\*\*)** : Fibras de plátano; Muestra: M-01

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : -

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450

**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/11/2022

**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**FECHA DE RECEPCION** : 02/11/2022

**FECHA DE ENSAYO** : 02/11/2022

**FECHA DE EMISION** : 06/11/2022

### AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición

NTP 400.022:2021

DATOS DEL ENSAYO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	181.90	242.80	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	25.20	32.00	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	156.70	210.80	
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	179.70	239.84	
E	Vol. de masa = C - ( A - D ) (gr)	154.50	207.84	Promedio
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	1.147	1.138	1.142
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	1.161	1.152	1.156
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	1.163	1.154	1.159
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	1.22	1.23	1.23%

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
SUCURSIL DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
CALLE 100 N° 100



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Riso Lofa 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 958 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

PROYECTO (\*\*): ; "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cocacera de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACION (\*\*): ; Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): ; Jimmy Yampier Civeres Guzmán - Suseny Nicole Urduna Silva  
 MATERIAL (\*\*): ; Arcilla inorgánica  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): ; -  
 COORDENADAS (\*\*): ; -  
 CODIGO ÚNICO: ; CI-450  
 TÉCNICO ENCARGADO: ; Segundo A. Carrasco Mejía

FECHA DE MUESTREO (\*\*): 02/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 02/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 02/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.**  
 NTP 339.127:1998 (revisado el 2019)

Especimen de ensayo	Contenido de humedad reportado +1%
---------------------	------------------------------------

Condiciones ambientales de ensayo	Temperatura	18,5 °C
	Humedad	64.6%

Numero del contenedor	1
Masa del contenedor, g, $M_c$	218.0
Masa del contenedor + masa de muestra húmeda, g, $M_{wet}$	1 002.2
Fecha (inicio de ensayo)	02/11/2022
Hora (inicio de ensayo)	17:45:00
Masa del contenedor inicial + masa de muestra seca al horno, g	880.0
Fecha (fuera del horno)	03/11/2022
Hora (fuera del horno)	07:45:00
Masa del contenedor secundario + masa de muestra seca al horno, g	878.0
Hora (fuera del horno)	08:45:00
Masa del contenedor final + masa de muestra seca al horno, g, $M_d$	878.0
Hora (fuera del horno)	10:45:00
Masa de agua, g, $M_w = M_{wet} - M_d$	124.2
Masa de las partículas sólidas, g, $M_s = M_d - M_c$	660.0
Contenido de humedad, %, $H = (M_w / M_s) * 100$	18.82
Símbolo de grupo de clasificación de este tipo unificado (usual)	CL
Tomado mínimo o aproximación de partículas (usual)	No. 4

Equipamiento	Balanza	BAJ-27
	Horno	HC8-04

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra alterada
- \* Horno controlado a: 110 + 5 °C
- \* Exolución de algún material: No
- \* Más de un tipo de material: No
- \* Cumple con la masa mínima requerida: Si



Revisado y aprobado:

\* El informe corresponde únicamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
UBICACION (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Sazetty Nicole Urbina Silva  
MATERIAL (\*\*): Arcilla margilina  
CODIGO DE MUESTRA (\*\*):  
COORDENADAS (\*\*):  
CÓDIGO ÚNICO: CL-420  
TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía  
FECHA DE MUESTREO (\*\*): 02/11/2022  
HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
MUESTREO POR (\*\*):  
FECHA DE RECEPCION: 02/11/2022  
FECHA DE ENSAYO: 02/11/2022  
FECHA DE EMISION: 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.**  
NTP 339.128:1999 (revisada el 2019)

Equipamiento	Balanza	BAL-27		BAL-16		Condiciones ambientales de ensayo		Temperatura	18.5 °C
								Humedad	64.8%
Código de Tarzacos	Tamizos	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Descripción		
M-6-01	6 in.	150.000					1. Masa de material		
M-4-01	4 in.	100.000					Masa inicial total, g	510.2	
M-3-03	3 in.	75.000					Masa fracción fina lavada, g	510.2	
M-2-09	2 in.	50.000					2. Descripción		
M-11/2-09	1 1/2 in.	37.500					Tamaño máximo	3/8 in.	
M-1-09	1 in.	25.000					Tamaño máximo nominal	No. 4	
M-3/4-12	3/4 in.	19.000					Bloques (>500 mm), %	-	
M-3/8-08	3/8 in.	9.500				100.0	Solores (75 mm - 300mm), %	-	
M-4-15	No. 4	4.750	3.6	0.7	0.7	99.29	Grava, %	0.7	
M-10-09	No. 10	2.000	6.3	1.2	1.9	98.07	Arena, %	14.2	
M-20-11	No. 20	0.850	6.5	1.3	3.2	96.80	Finos (%)	85.1	
M-40-10	No. 40	0.425	5.8	1.1	4.3	95.66	3. Características		
M-60-05	No. 60	0.250	6.8	1.3	5.7	94.33	Diámetro efectivo D <sub>60</sub> (mm)		
M-140-01	No. 140	0.106	9.8	1.9	7.6	92.41	Diámetro efectivo D <sub>30</sub> (mm)		
M-200-15	No. 200	0.075	37.2	7.3	14.9	85.12	Diámetro efectivo D <sub>10</sub> (mm)		
	Cazoleta		4.0				Coeficiente de uniformidad (Cu)		
							Coeficiente de curvatura (Cc)		
							4. Observaciones del ensayo:		
							Muestra alterada		
							Cumple con la masa mínima requerida		
							SUCS: CL		
							AASHTO: A-6 (U)		

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
"Ingeniería, Ensayos, Fortificación"  
S.A.C.



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
\* Este informe de ensayo es confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Catranza Mejía

FECHA DE MUESTREO (\*\*): 02/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 02/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 02/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 06/11/2022

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición  
 NTP 339.129:1999 (revisada el 2019)

Especimen de ensayo	Preparación húmeda
	Mezclado en capsula y partículas de arena removidas
	Agua destilada

Equipo empleado	Límite líquido	Equipo manual
	Límite Plástico	Rotado manual
	Ranurador casa grande	Plástico

LÍMITE LÍQUIDO (METODO MUL TIPUNTO)			
Contenedor, No.	3	122	7
Masa húmeda de suelo + Container, M1 (g)	25.51	43.56	28.15
Masa seca de suelo + Container, M2 (g)	23.05	40.77	25.52
Masa del container, M3 (g)	15.90	33.13	18.69
Contenido de agua, W, (%)	34.41	36.52	38.51
Número de Golpes	34	24	17

$w = (M1-M2)/(M2-M3) * 100$

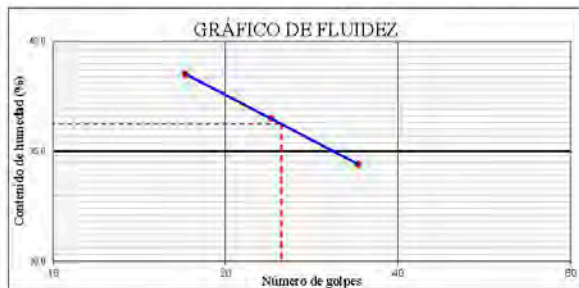
Equipamiento	Balanza	BAL-16
	Horno	HOR-04
	Copa casa grande	CC-06
	Ranurador	RA-01

LÍMITE PLÁSTICO		
Contenedor, No.	85	73
Masa húmeda de suelo + Container, M1 (g)	22.62	24.51
Masa seca de suelo + Container, M2 (g)	21.09	22.68
Masa del container, M3 (g)	13.94	14.06
Contenido de agua, W, (%)	21.40	21.23

$w = (M1-M2)/(M2-M3) * 100$

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido	36
Límite plástico	21
Índice plástico	15

Observaciones del ensayo  
 \* Masa retenida tamiz N°40 (%): 4.3  
 \* Humedad de recepción: 19  
 \* Tamaño máximo de partículas: 3/8 in.  
 \* Clasificación según carta de plasticidad: CL



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Catranza Mejía  
 TECNICO ENCARGADO



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

### INFORME DE ENSAYO

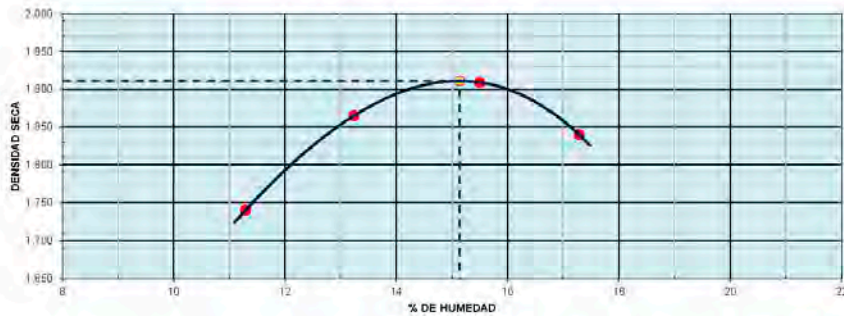
PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva FECHA DE MUESTREO (\*\*): 02/11/2022  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica; Muestra: M-01 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): - MUESTREADO POR (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): - FECHA DE RECEPCION: 02/11/2022  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450 FECHA DE ENSAYO: 02/11/2022  
 TÉCNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía FECHA DE EMISION: 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie·lb/ft<sup>3</sup>)).**  
 1ª Edición

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO							
Densidad volumétrica							
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :			6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4		
Peso molde ± molde (g)		10574	10945	11145	11045		
Peso suelo húmedo compactado (g)		4120	4491	4691	4591		
Peso volumétrico húmedo		1.937	2.111	2.205	2.158		
Contenido de humedad							
Número de recipiente		1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)		541.1	342.1	415.8	405.8		
Peso suelo seco + tara (g)		486.2	302.1	360.0	346.0		
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)		54.9	40.0	55.8	59.8		
Peso de suelo seco (g)		486.2	302.1	360.0	346.0		
Contenido de agua		11.29	13.24	15.50	17.28		
Peso volumétrico seco		1.740	1.865	1.909	1.840		
Densidad máxima seca:	1.911	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :		15.14	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 INGENIERO EN CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS  
 REG. Nº 145278



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

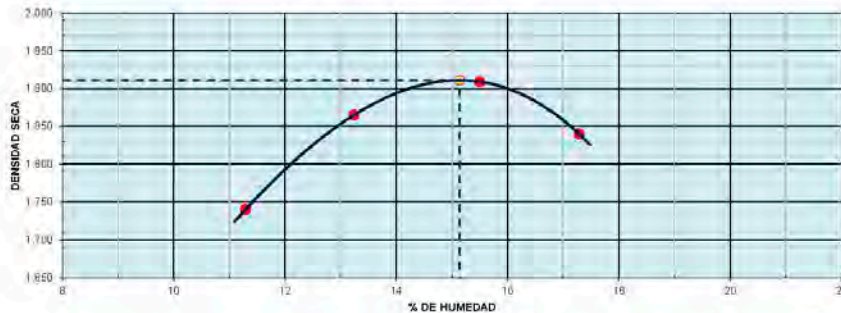
PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva FECHA DE MUESTREO (\*\*): 02/11/2022  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica; Muestra: M-01 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): - MUESTREADO POR (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): - FECHA DE RECEPCION: 02/11/2022  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450 FECHA DE ENSAYO: 02/11/2022  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía FECHA DE EMISION: 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie·lb/ft<sup>3</sup>)).**  
 1ª Edición

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO "C"
Número de ensayos	1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)	10574	10945	11145	11045	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4120	4491	4691	4591	
Peso volumétrico húmedo	1.937	2.111	2.205	2.158	
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	541.1	342.1	415.8	405.8	
Peso suelo seco + tara (g)	486.2	302.1	360.0	346.0	
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)	54.9	40.0	55.8	59.8	
Peso de suelo seco (g)	486.2	302.1	360.0	346.0	
Contenido de agua	11.29	13.24	15.50	17.28	
Peso volumétrico seco	1.740	1.865	1.909	1.840	
Densidad máxima seca:	1.911	g/cm <sup>3</sup>	Humedad óptima :	15.14	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 REG. N.º 125278



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica; Muestra: M-01

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : -

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450

**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/11/2022

**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**FECHA DE RECEPCION** : 02/11/2022

**FECHA DE ENSAYO** : 02/11/2022

**FECHA DE EMISION** : 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
N° de molde	2		48		10	
N° capa	3		3		3	
Gober por tapa N°	56		29		12	
<b>Condición de la muestra</b>						
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12692	12763	12246	12484	12026	12204
Peso de molde	8053	8052	7769	7769	7657	7657
Peso de suelo húmedo	4639	4710	4477	4615	4369	4547
Volumen del molde	2108	2108	2110	2110	2134	2134
Densidad húmeda	2.201	2.234	2.122	2.187	2.047	2.131
% de humedad	15.18	17.43	15.27	19.40	15.52	21.34
Densidad seca	1.911	1.902	1.941	1.832	1.792	1.758
<b>Contenido de humedad</b>						
N° de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	360.5	360.5	400.0	400.0	298.5	298.5
Tarro + suelo seco	313.0	307.0	347.0	335.0	258.4	246.2
Peso de agua	47.5	53.5	53.0	65.0	40.1	52.3
Peso del tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	313.0	307.0	347.0	335.0	258.4	246.2
% de humedad	15.18	17.43	15.27	19.40	15.52	21.34

Espasión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Espasión			Espasión			Espasión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
02/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03/11/22	14:30	23	87.1	2.21	1.9	102.9	2.61	2.3	124.1	3.15	2.7
04/11/22	14:30	42	102.6	2.61	2.3	121.1	3.06	2.7	148.2	3.76	3.3
05/11/22	14:30	65	124.9	3.17	2.7	143.5	3.64	3.2	168.7	4.28	3.7
06/11/22	14:30	95	139.4	3.54	3.1	162.4	4.12	3.6	186.5	4.74	4.1

Penetración											
Penetración	Carga Stand	Molde N° 2			Molde N° 48			Molde N° 10			
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	
0.000		0	0		0	0		0	0		
0.025		25.8	3		18.6	1		12.1	1		
0.050		49.6	3		35.0	2		24.5	1		
0.075		68.5	3		58.5	3		36.6	2		
0.100	70.7	81.5	4	50	77.8	4	4.8	57.4	3	50	
0.125		106.9	3		95.5	3		69.3	3		
0.150		131.4	7		112.1	6		87.4	4		
0.200	183.3	192.5	10	9.8	145.6	7	7.4	110.1	8	40	
0.300		246.6	12		182.8	8		152.9	8		
0.400		285.9	15		208.5	11		165.4	9		
0.500											



Revisado y aprobado.

<sup>4</sup> El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
<sup>5</sup> Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
<sup>6</sup> Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

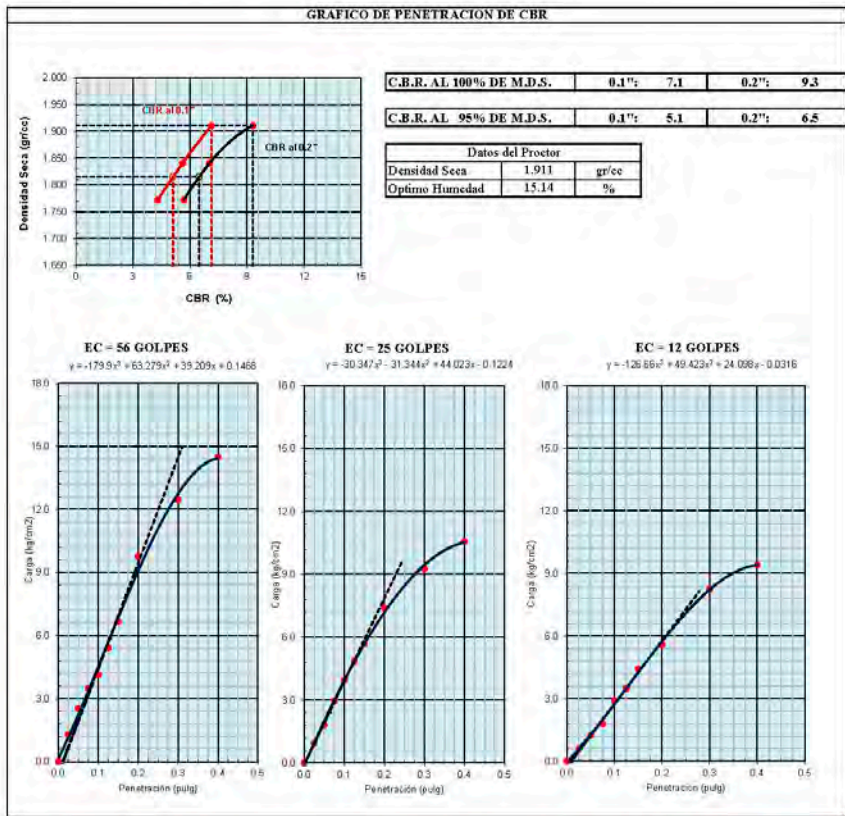


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION** : 02/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 02/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia **FECHA DE EMISION** : 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundaria de la Universidad de Chiclayo  
 M.C. S.A. 15.14.18



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

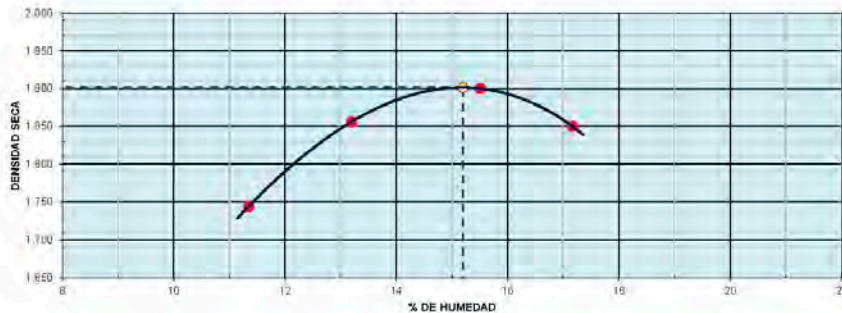
PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva FECHA DE MUESTREO (\*\*): 02/11/2022  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica; Muestra: M-02 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): - MUESTREADO POR (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): - FECHA DE RECEPCION: 02/11/2022  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450 FECHA DE ENSAYO: 02/11/2022  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía FECHA DE EMISION: 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN m/m<sup>2</sup> (56 000 pie lb/ft<sup>2</sup>)).**  
 1ª Edición

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :			METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10584	10923	11123	11065	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4130	4469	4669	4611	
Peso volumétrico húmedo		1.942	2.101	2.195	2.168	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		347.4	431.5	312.1	351.5	
Peso suelo seco + tara (g)		312.0	381.2	270.2	300.0	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		35.4	50.3	41.9	51.5	
Peso de suelo seco (g)		312.0	381.2	270.2	300.0	
Contenido de agua		11.35	13.20	15.51	17.17	
Peso volumétrico seco		1.744	1.856	1.900	1.850	
Densidad máxima seca:	1.901	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	15.20	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. Segundo A. Carranza Mejía  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cascara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/11/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 02/11/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CL-450 **FECHA DE ENSAYO :** 02/11/2022

**TÉCNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición.**

NTP.339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO													
<b>Densidad volumétrica</b>													
N° de molde	50		36		24								
N° capa	5		5		5								
Góberes por capa N°	56		25		12								
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado							
Peso molde + suelo húmedo	12402	12460	12306	12423	12126	12345							
Peso de molde	7769	7769	7807	7807	7834	7834							
Peso de suelo húmedo	4633	4691	4499	4616	4292	4511							
Volumen del molde	2110	2110	2121	2121	2115	2115							
Densidad húmeda	2.396	2.223	2.121	2.176	2.028	2.123							
% de humedad	15.43	17.41	15.78	19.41	15.12	21.62							
Densidad seca	1.802	1.893	1.832	1.822	1.763	1.754							
<b>Contenido de humedad</b>													
N° de tarro	-		-		-								
Tarro + suelo húmedo	412.1	412.1	457.8	457.8	346.5	346.5							
Tarro + suelo seco	357.0	351.0	395.4	383.4	301.0	284.9							
Peso de agua	55.1	61.1	62.4	74.4	45.5	61.6							
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
Peso del suelo seco	357.0	351.0	395.4	383.4	301.0	284.9							
% de humedad	15.43	17.41	15.78	19.41	15.12	21.62							
<b>Expansión</b>													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión				
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%		
02/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
03/11/22	14:30	22	91.4	2.32	2.0	104.0	2.66	2.3	118.1	3.00	2.6		
04/11/22	14:30	42	106.5	2.71	2.3	123.4	3.13	2.7	145.4	3.69	3.2		
05/11/22	14:30	65	125.4	3.19	2.9	145.9	3.71	3.2	170.4	4.33	3.8		
06/11/22	14:30	95	143.6	3.65	3.2	164.4	4.18	3.6	184.8	4.69	4.1		
<b>Penetración</b>													
Penetración	Carga Stand	Molde N° 50				Molde N° 36				Molde N° 24			
		Dial (dtr)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (dtr)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (dtr)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.001		0	0			0	0			0	0		
0.025		21.6	1			14.6	1			8.5	0		
0.050		36.8	2			26.6	1			16.9	1		
0.075		48.9	2			39.2	2			27.5	1		
0.100	70.7	86.8	3	50 <sup>4</sup>	7.1	66.4	3	3.7	5.1	38.8	3	10 <sup>4</sup>	
0.125		99.5	3			89.5	4			64.5	3		
0.150		121.1	4			94.5	5			66.5	4		
0.200	103.5	170.2	6	93 <sup>4</sup>	9.2	128.6	7	7.3	6.9	89.5	5	3.9	
0.300		239.6	12			174.6	8			139.1	7		
0.400		296.6	15			206.2	10			156.9	8		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
"Segunda Edición Revisada el 2019"



Revisado y aprobado.

<sup>4</sup> El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

<sup>4</sup> Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

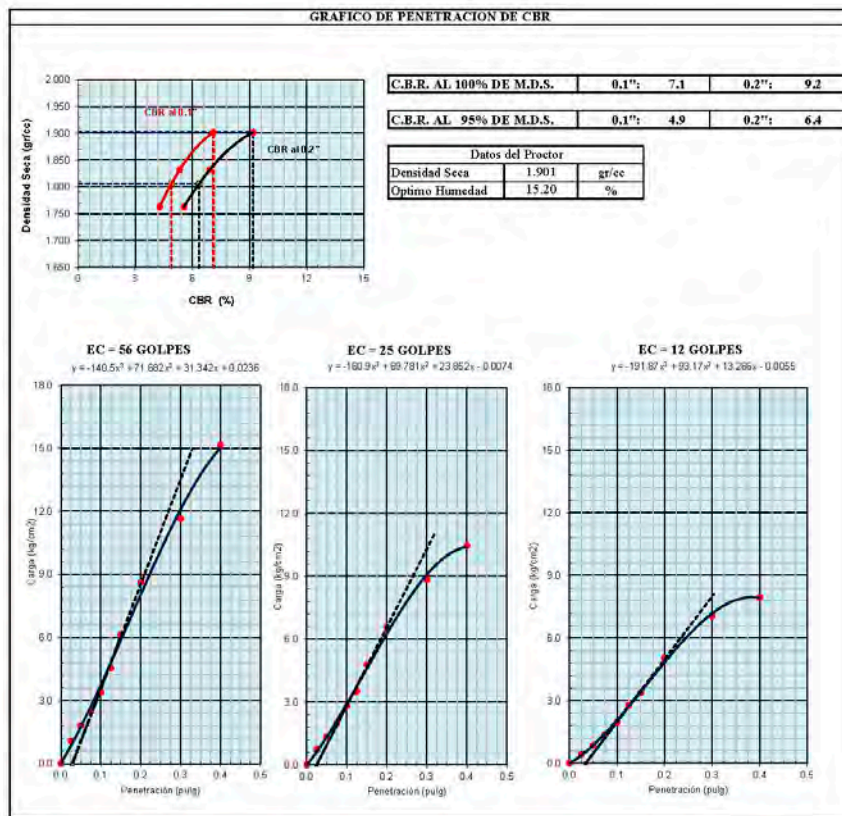
<sup>4</sup> Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : = **FECHA DE RECEPCION** : 02/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 02/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 REC. 574 13-20



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

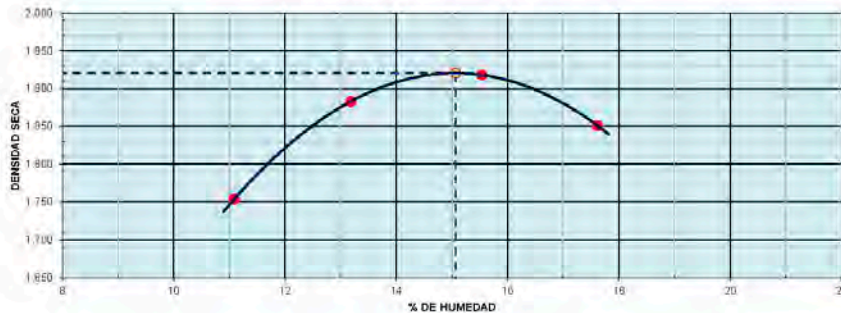
PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva FECHA DE MUESTREO (\*\*): 02/11/2022  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica; Muestra: M-05 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): - MUESTREADO POR (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): - FECHA DE RECEPCION: 02/11/2022  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450 FECHA DE ENSAYO: 02/11/2022  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía FECHA DE EMISION: 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN m/m<sup>2</sup> (56 000 pie lb/pie<sup>2</sup>)).**  
 1ª Edición

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO							
Densidad volumétrica							
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :			6454	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4			
Peso molde + molde (g)	10598	10987	11168	11084			
Peso suelo húmedo compactado (g)	4144	4533	4714	4630			
Peso volumétrico húmedo	1.948	2.131	2.216	2.177			
Contenido de humedad							
Número de recipiente	1	2	3	4			
Peso suelo húmedo + tara (g)	299.5	401.8	384.5	320.5			
Peso suelo seco + tara (g)	269.6	355.0	332.8	272.5			
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0			
Peso de agua (g)	29.9	46.8	51.7	48.0			
Peso de suelo seco (g)	269.6	355.0	332.8	272.5			
Contenido de agua	11.09	13.18	15.53	17.61			
Peso volumétrico seco	1.754	1.883	1.918	1.851			
Densidad máxima seca:	1.920	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	15.07	%	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina

**MATERIAL (\*\*)** : Silva : Arcilla inorgánica; Muestra: M-03

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : -

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450

**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/11/2022

**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**FECHA DE RECEPCION** : 02/11/2022

**FECHA DE ENSAYO** : 02/11/2022

**FECHA DE EMISION** : 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
N° de molde	19		33		35	
N° capa	5		5		5	
Gober por capa N°	56		29		12	
<b>Condición de la muestra</b>						
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12099	12161	12056	12181	12295	12492
Peso de molde	7371	7371	7532	7532	7931	7931
Peso de suelo húmedo	4728	4790	4524	4649	4364	4561
Volumen del molde	2134	2134	2113	2113	2123	2123
Densidad húmeda	2.216	2.245	2.141	2.200	2.056	2.148
% de humedad	15.28	17.47	15.61	19.41	15.38	21.41
Densidad seca	1.922	1.911	1.892	1.842	1.782	1.789
<b>Contenido de humedad</b>						
N° de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	277.4	278.4	381.5	381.5	300.0	300.0
Tarro + suelo seco	241.5	237.0	330.0	319.5	260.0	247.1
Peso de agua	36.9	41.4	51.5	62.0	40.0	52.9
Peso del tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	241.5	237.0	330.0	319.5	260.0	247.1
% de humedad	15.28	17.47	15.61	19.41	15.38	21.41

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
02/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03/11/22	14:30	23	94.5	2.40	2.1	110.5	2.81	2.4	132.4	3.36	2.9
04/11/22	14:30	42	112.1	2.85	2.5	124.6	3.16	2.7	153.9	3.81	3.4
05/11/22	14:30	65	129.6	3.29	2.9	146.2	3.71	3.2	176.9	4.49	3.9
06/11/22	14:30	95	142.4	3.62	3.1	168.8	4.29	3.7	191.4	4.86	4.2

Penetración	Carga Stand	Molde N° 19				Molde N° 33				Molde N° 35			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		23.4	1			19.5	1			13.6	1		
0.050		44.5	2			36.9	2			26.9	2		
0.075		62.4	3			59.5	3			36.9	3		
0.100	70.7	78.9	4	5.2	74	78.8	4	4.8	5.7	66.8	4	3.0	4.3
0.125		105.7	5			95.9	5			70.8	5		
0.150		128.5	7			113.4	6			89.9	5		
0.200	183.5	190.5	10	10.1	9.8	146.8	7	7.3	7.1	112.5	8	8.0	5.7
0.300		247.0	13			183.8	8			164.2	8		
0.400		291.5	15			210.1	11			191.1	10		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejía  
REC-2022-112794



Revisado y aprobado.

<sup>4</sup> El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

<sup>5</sup> Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

<sup>6</sup> Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

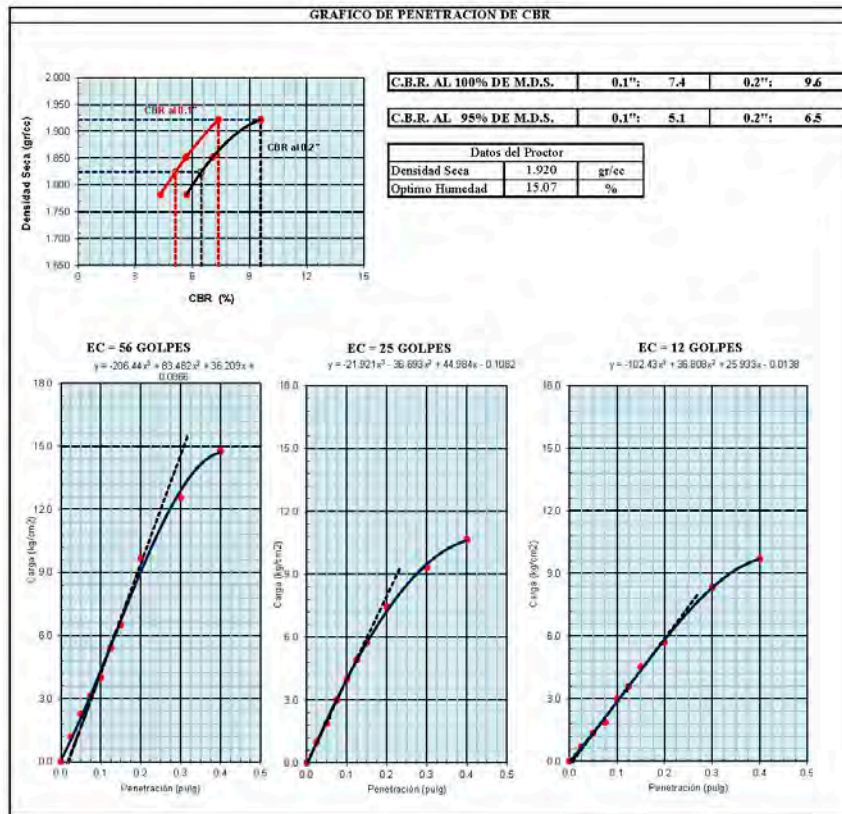


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : = **FECHA DE RECEPCION** : 02/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 02/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 06/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

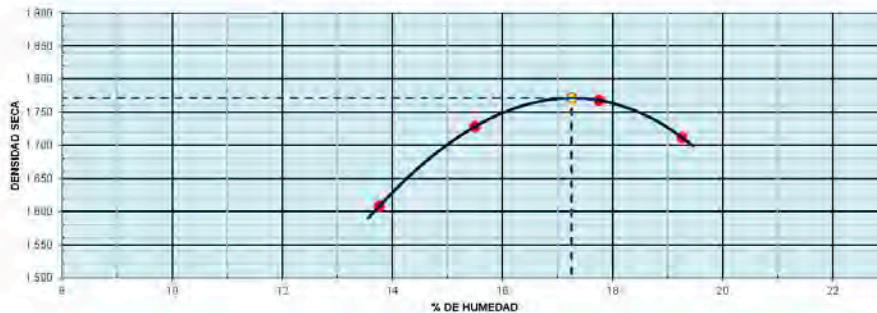
FECHA DE MUESTREO (\*\*): 14/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 14/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 14/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 18/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie lb/ft<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup> Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (g) :			METODO	"C"
2127	1	2	3	4	
Número de ensayos	10345	10698	10881	10798	
Peso molde + molde (g)	3891	4244	4427	4344	
Peso suelo húmedo compactado (g)	1.829	1.995	2.081	2.042	
Peso volumétrico húmedo	Contenido de humedad				
	1	2	3	4	
Número de recipiente	351,4	405,4	398,0	402,5	
Peso suelo húmedo + tara (g)	308,9	351,0	338,0	337,5	
Peso suelo seco + tara (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	
Peso de la tara (g)	42,5	54,4	60,0	65,0	
Peso de agua (g)	308,9	351,0	338,0	337,5	
Peso de suelo seco (g)	13,76	15,50	17,75	19,26	
Contenido de agua	1.608	1.728	1.768	1.712	
Peso volumétrico seco	1,771 g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17,26 %	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 14/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTRÉADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 14/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 14/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 18/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	13		35		1	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12482	12526	11750	11880	11608	11794
Peso de molde	7829	7829	7532	7532	7678	7678
Peso de suelo húmedo	4653	4697	4218	4348	3930	4116
Volumen del molde	2332	2332	2113	2113	2054	2054
Densidad húmeda	2.005	2.104	1.996	2.058	1.913	2.004
% de humedad	17.72	19.46	17.28	21.52	17.23	23.71
Densidad seca	1.771	1.761	1.702	1.694	1.632	1.620
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	445.0	445.0	319.0	319.0	432.0	432.0
Tarro + suelo seco	378.0	372.5	372.0	362.5	368.5	349.2
Peso de agua	67.0	72.5	47.0	56.5	63.5	82.8
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	378.0	372.5	372.0	362.5	368.5	349.2
% de humedad	17.72	19.46	17.28	21.52	17.23	23.71

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
14/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15/11/22	14:30	22	78.4	1.99	1.7	100.9	2.56	2.2	115.4	2.93	2.5
16/11/22	14:30	42	94.5	2.40	2.1	118.1	3.00	2.6	141.9	3.60	3.1
17/11/22	14:30	65	115.4	3.97	2.5	139.6	3.55	3.1	156.4	3.97	3.5
18/11/22	14:30	85	132.1	3.36	2.4	151.4	3.85	3.3	171.4	4.35	3.8

Penetración												
Penetración	Carga Stand	Molde Nº 13			Molde Nº 35			Molde Nº 1				
		Carga			Carga			Carga				
		Dial (dn)	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	%		
0.000	0	0		0	0		0	0				
0.021	40.2	1		12.5	1		8.4	0				
0.030	23.7	1		21.4	1		15.7	1				
0.073	43.0	2		45.5	2		31.9	1				
0.100	70.3	4	4.0	88	3	-4.5	64	4.0	1	3.7	3.3	
0.123	88.7	5		88.4	4		80.4	3				
0.130	120.8	7		152.4	6		81.4	4				
0.200	165.3	8	11.8	146.4	8	3.2	83	119.1	6	7.1	6.8	
0.300	267.5	14		210.4	11		164.7	8				
0.400	323.0	16		248.5	13		191.9	10				
0.500												

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 "Seguridad, Honestidad, Puntualidad"  
 REG. SUP. 112-2019-000000000000



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

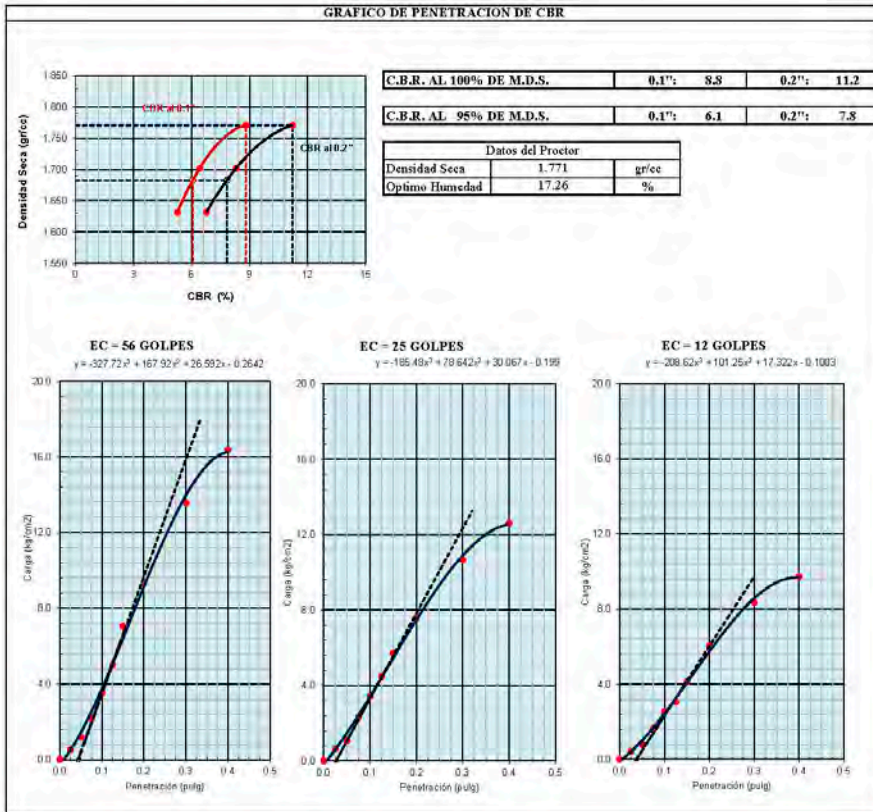
**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 14/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 14/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 14/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 18/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 REC-2022-11-18



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

FECHA DE MUESTREO (\*\*): 14/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 14/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 14/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 18/11/2022

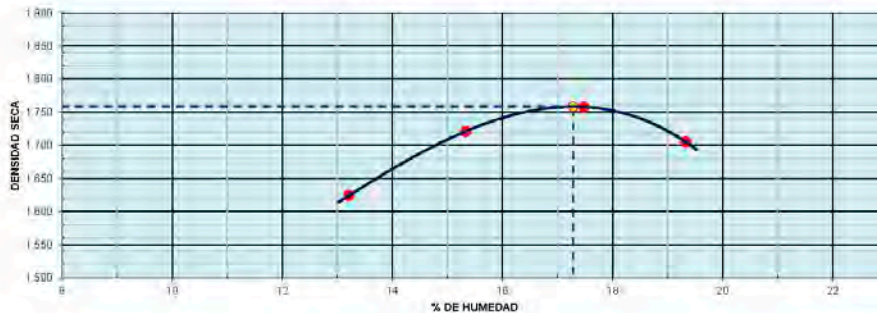
**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie lb/ft<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup>**

### Edición

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10365	10675	10847	10781	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3911	4221	4393	4327	
Peso volumétrico húmedo		1.839	1.984	2.065	2.034	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		401.9	545.4	345.4	310.5	
Peso suelo seco + tara (g)		355.0	472.9	294.0	260.2	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		46.9	72.5	51.4	50.3	
Peso de suelo seco (g)		355.0	472.9	294.0	260.2	
Contenido de agua		13.21	15.33	17.48	19.33	
Peso volumétrico seco		1.624	1.721	1.758	1.705	
Densidad máxima seca:	1.758	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.29	%

### GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Balseiro Fernández  
 REG. C.R. 10378



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 14/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTRÉADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION** : 14/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 14/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 18/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	15		26		39	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11964	12012	11445	11569	11545	11707
Peso de molde	7576	7576	7239	7239	7532	7532
Peso de suelo húmedo	4388	4436	4206	4330	4013	4175
Volumen del molde	2123	2123	2123	2123	2113	2113
Densidad húmeda	2.067	2.089	1.981	2.040	1.899	1.976
% de humedad	17.60	19.45	17.43	21.63	17.42	23.13
Densidad seca	1.758	1.748	1.687	1.677	1.619	1.605
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	371.5	371.5	400.9	400.9	326.9	326.9
Tarro + suelo seco	315.9	311.0	341.4	329.6	279.4	265.5
Peso de agua	55.6	60.5	59.5	71.3	48.5	61.4
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	315.9	311.0	341.4	329.6	279.4	265.5
% de humedad	17.60	19.45	17.43	21.63	17.42	23.13

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
14/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15/11/22	14:30	22	71.9	1.83	1.6	94.3	2.40	2.1	110.1	3.00	2.6
16/11/22	14:30	42	85.4	2.17	1.9	112.1	2.85	2.5	135.3	3.44	3.0
17/11/22	14:30	65	102.1	2.59	2.2	125.6	3.19	2.8	152.4	3.97	3.4
18/11/22	14:30	85	114.4	3.01	2.6	145.4	3.69	3.2	168.9	4.29	3.7

Penetración	Carga Stand	Molde Nº 15			Molde Nº 26			Molde Nº 39				
		Carga			Carga			Carga				
		Dial (dn)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección %	Dial (dn)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección %	Dial (dn)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección %		
0.000	0	0		0	0		0	0				
0.021	13.2	1		10.5	1		8.2	0				
0.030	24.5	1		18.5	1		16.5	1				
0.073	44.5	2		43.5	2		32.8	1				
0.100	70.3	3	6.4	9.1	88.0	3	4.7	6.7	42.4	1	3.7	3.3
0.123	99.5	5			89.1	5			62.9	3		
0.130	126.9	7			114.1	6			82.6	4		
0.200	165.3	10	12.1	11.3	151.2	8	9.1	8.6	121.1	6	7.3	6.8
0.300	260.8	14			216.2	11			166.8	8		
0.400	334.1	17			251.1	13			192.9	10		
0.500												

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Registrado en el M. D. G. N.º 10.278



Revisado y aprobado.

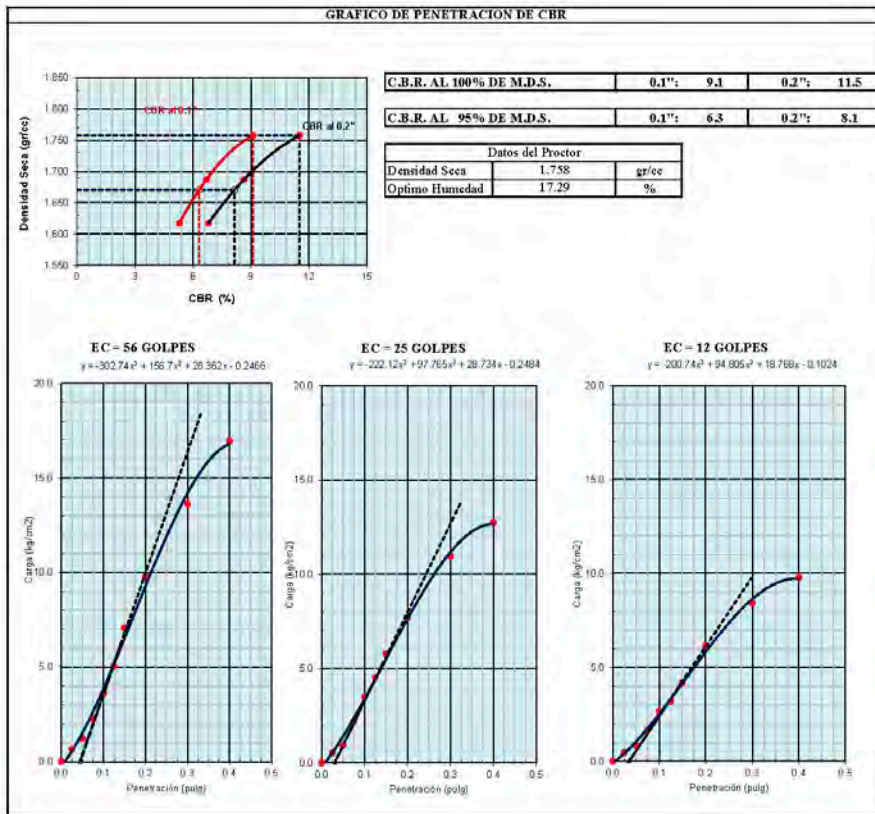
\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 14/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 14/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 14/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 18/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Herundino Rivas Fernández  
 RESISTENTE 110278



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva

MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03

CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -

COORDENADAS (\*\*): -

CÓDIGO ÚNICO: CI-450

TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

FECHA DE MUESTREO (\*\*): 14/11/2022

HORA DE MUESTREO (\*\*): -

MUESTREADO POR (\*\*): -

FECHA DE RECEPCION: 14/11/2022

FECHA DE ENSAYO: 14/11/2022

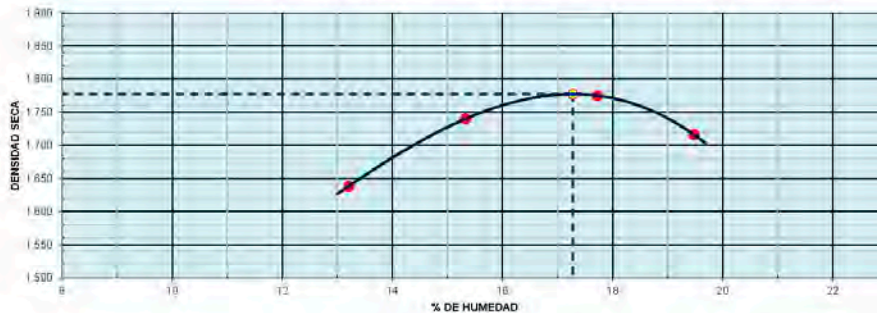
FECHA DE EMISION: 18/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie lb/ft<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup> Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (g) :			METODO	"C"
2127	1	2	3	4	
Número de ensayos	1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)	10398	10723	10898	10816	
Peso suelo húmedo compactado (g)	3944	4269	4444	4362	
Peso volumétrico húmedo	1.854	2.007	2.089	2.051	
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	384.9	504.7	289.6	391.9	
Peso suelo seco + tara (g)	340.0	437.6	246.0	328.0	
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)	44.9	67.1	43.6	63.9	
Peso de suelo seco (g)	340.0	437.6	246.0	328.0	
Contenido de agua	13.21	15.33	17.72	19.48	
Peso volumétrico seco	1.638	1.740	1.775	1.716	
Densidad máxima seca:	1.777 g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima:	17.28 %	

### GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 14/11/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION** : 14/11/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 14/11/2022

**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 18/11/2022

### SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	11	16	27			
Nº capa	5	5	5			
Golpes por capa Nº	56	25	12			
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	1244	13810	12066	12182	11571	11762
Peso de molde	8299	8299	7807	7807	7521	7521
Peso de suelo húmedo	4445	4511	4259	4375	4050	4241
Volumen del molde	2134	2134	2121	2121	2107	2107
Densidad húmeda	2.063	2.114	2.008	2.063	1.922	2.013
% de humedad	17.21	19.60	17.52	21.44	17.21	25.43
Densidad seca	1.777	1.768	1.709	1.699	1.640	1.631
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	457.7	457.7	520.5	520.5	348.7	348.7
Tarro + suelo seco	390.5	382.7	442.9	428.6	297.5	282.5
Peso de agua	67.2	75.0	77.6	91.9	51.2	66.2
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	390.5	382.7	442.9	428.6	297.5	282.5
% de humedad	17.21	19.60	17.52	21.44	17.21	25.43

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
14/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15/11/22	14:30	22	91.4	2.32	2.0	105.6	2.68	2.3	115.1	2.92	2.5
16/11/22	14:30	42	102.3	2.60	2.2	128.1	3.15	2.7	142.3	3.61	3.1
17/11/22	14:30	65	115.1	3.82	2.5	138.3	3.51	3.0	159.9	4.06	3.5
18/11/22	14:30	85	124.4	3.16	2.1	152.4	3.87	3.4	172.4	4.38	3.8

Penetración														
Penetración	Carga Stand	Molde Nº 11			Molde Nº 16			Molde Nº 27			Corrección	%		
		Dial (dn)	kg/cm2	kg/cm2	Dial (dn)	kg/cm2	kg/cm2	Dial (dn)	kg/cm2	kg/cm2				
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0.021	11.8	1	9.8	0	8.2	0	15.4	1	28.9	1				
0.030	23.5	1	17.5	1	15.4	1	28.9	1						
0.073	42.5	2	41.1	2	41.1	2	28.9	1						
0.100	70.3	3	70.8	4	61	8.7	66.0	3	47	6.7	40.3	3	39	5.6
0.123	88.5	5	88.5	5	88.9	5	88.9	5	83.2	7	81.8	4		
0.130	120.2	7	120.2	7	112.1	6	112.1	6	81.8	4				
0.200	165.5	10	183.2	8	118	11.2	148.4	8	91	8.6	123.5	8	73	7.1
0.300	269.2	14	269.2	14	212.2	11	212.2	11	165.9	8	165.9	8		
0.400	321.9	16	321.9	16	253.5	13	253.5	13	194.8	10				
0.500														

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Ingeniero: SEGUNDO A. CARRANZA MEJIA  
N.º de Lic. N.º 10000000000000000000



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

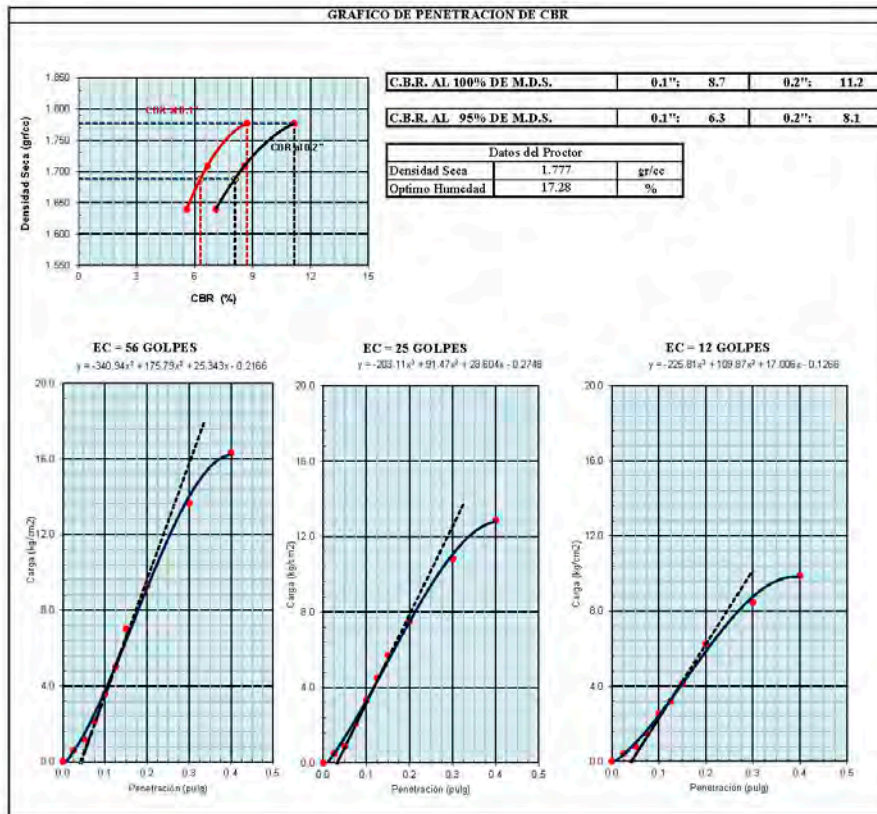


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (**)	: "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"		
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo - Lambayeque		
CLIENTE (**)	: Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva	FECHA DE MUESTREO (**)	: 14/11/2022
MATERIAL (**)	: Arcilla inorgánica + 5% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03	HORA DE MUESTREO (**)	: -
CODIGO DE MUESTRA (**)	: -	MUESTREADO POR (**)	: -
COORDENADAS (**)	: -	FECHA DE RECEPCIÓN	: 14/11/2022
CÓDIGO ÚNICO	: CI-450	FECHA DE ENSAYO	: 14/11/2022
TÉCNICO ENCARGADO	: Segundo A. Carranza Mejía	FECHA DE EMISIÓN	: 18/11/2022

#### SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 Ing. Civil - S. 1993



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

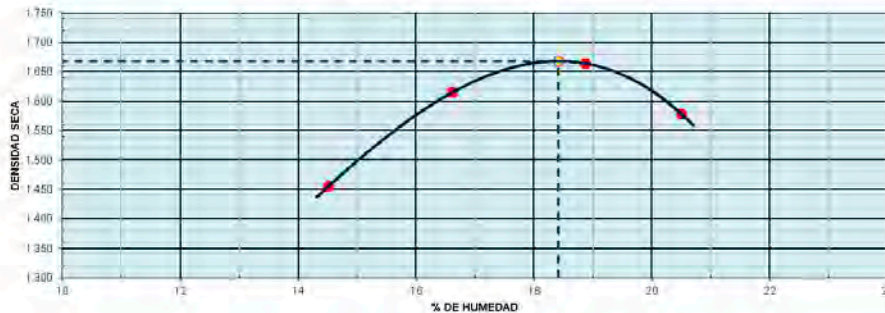
FECHA DE MUESTREO (\*\*): 15/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 15/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 15/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 19/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie lbf/pie<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup> Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (g) :			METODO	"C"
2127	1	2	3	4	
Número de ensayos	1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)	9998	10459	10661	10498	
Peso suelo húmedo compactado (g)	3544	4005	4207	4044	
Peso volumétrico húmedo	1.666	1.883	1.978	1.901	
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	484.4	431.5	398.0	321.5	
Peso suelo seco + tara (g)	423.0	370.0	334.8	266.8	
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)	61.4	61.5	63.2	54.7	
Peso de suelo seco (g)	423.0	370.0	334.8	266.8	
Contenido de agua	14.52	16.62	18.88	20.50	
Peso volumétrico seco	1.455	1.615	1.664	1.578	
Densidad máxima seca:	1.668	g/cm <sup>3</sup>	Humedad óptima :		18.42 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 15/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 15/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 15/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 19/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	22		19		44	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11722	11774	11988	12100	12432	12588
Peso de molde	7530	7530	7982	7982	8577	8577
Peso de suelo húmedo	4192	4244	4007	4118	3855	4011
Volumen del molde	3121	2121	2123	2123	2128	2128
Densidad húmeda	1.376	2.001	1.887	1.940	1.812	1.885
% de humedad	18.54	20.74	18.25	22.29	18.64	24.26
Densidad seca	1.467	1.657	1.596	1.587	1.527	1.517
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	422.0	422.0	460.0	460.0	420.0	420.0
Tarro + suelo seco	356.0	349.5	389.0	376.2	354.0	338.0
Peso de agua	66.0	72.5	71.0	83.8	66.0	82.0
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	356.0	349.5	389.0	376.2	354.0	338.0
% de humedad	18.54	20.74	18.25	22.29	18.64	24.26

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión								
			Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
15/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16/11/22	14:30	22	68.9	1.75	1.5	88.7	2.25	2.0	106.9	2.77	2.4
17/11/22	14:30	42	82.7	2.10	1.8	102.5	2.60	2.2	128.3	3.26	2.8
18/11/22	14:30	65	97.2	2.47	2.1	122.4	3.11	2.7	146.7	3.73	3.2
19/11/22	14:30	85	115.4	2.88	2.5	142.1	3.61	3.1	160.4	4.07	3.5

Penetración	Carga Stand	Penetración											
		Molde Nº 22				Molde Nº 19				Molde Nº 44			
		Carga	Corrección			Carga	Corrección			Carga	Corrección		
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.021	38.8	2	23.4	1	17.1	1	17.1	1	31.2	2	31.2	2	31.2
0.030	76.6	4	46.8	2	34.2	2	34.2	2	62.4	4	62.4	4	62.4
0.075	191.5	10	117.5	4	71.5	4	71.5	4	156.0	8	156.0	8	156.0
0.100	255.3	13	156.2	5	95.2	5	95.2	5	201.6	10	201.6	10	201.6
0.123	288.6	15	178.5	6	107.1	6	107.1	6	223.2	12	223.2	12	223.2
0.138	317.4	16	191.5	6	114.9	6	114.9	6	237.6	13	237.6	13	237.6
0.200	444.0	21	266.4	8	158.4	8	158.4	8	326.4	17	326.4	17	326.4
0.300	666.0	31	399.6	12	239.1	12	239.1	12	489.6	25	489.6	25	489.6
0.400	888.0	41	523.2	16	314.4	16	314.4	16	643.2	33	643.2	33	643.2
0.500	1110.0	51	646.8	20	392.4	20	392.4	20	806.4	41	806.4	41	806.4

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Chiclayo - Lambayeque  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com



Revisado y aprobado.

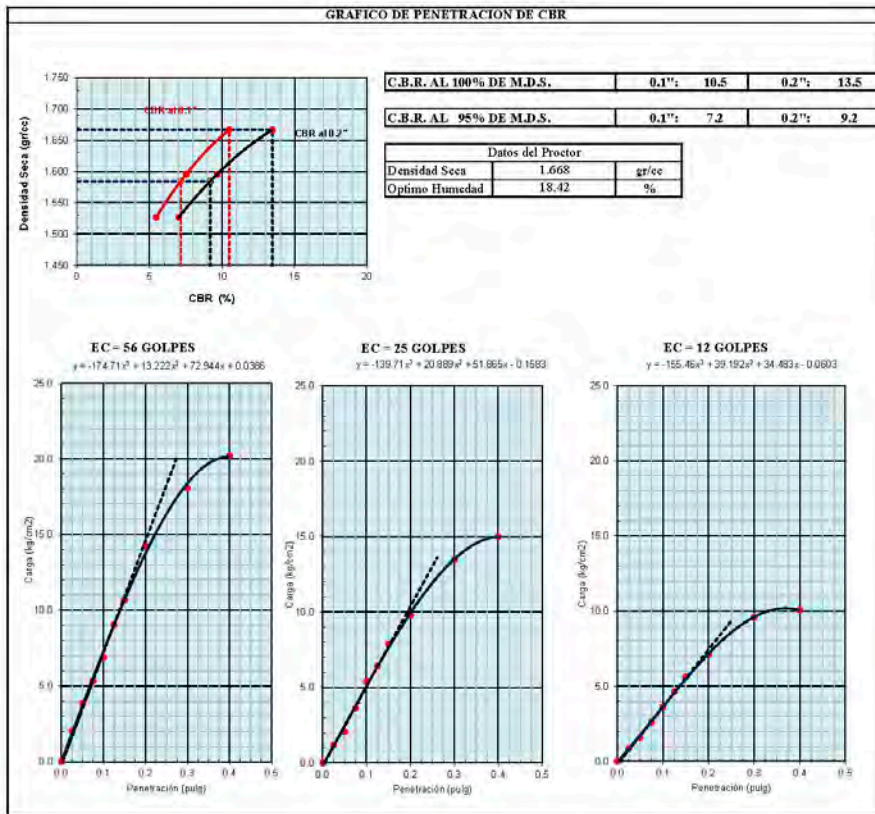
- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 15/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 15/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 15/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 19/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 CHICLAYO - PERU



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva

MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02

CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -

COORDENADAS (\*\*): -

CÓDIGO ÚNICO: CI-450

TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

FECHA DE MUESTREO (\*\*): 15/11/2022

HORA DE MUESTREO (\*\*): -

MUESTREADO POR (\*\*): -

FECHA DE RECEPCION: 15/11/2022

FECHA DE ENSAYO: 15/11/2022

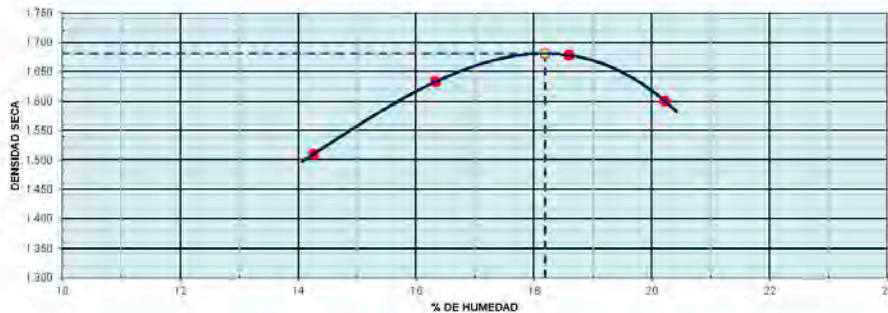
FECHA DE EMISION: 19/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie lbf/pie<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup> Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10123	10494	10687	10545	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3669	4040	4233	4091	
Peso volumétrico húmedo		1.725	1.899	1.990	1.923	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		313,2	409,5	326,5	474,4	
Peso suelo seco + tara (g)		274,1	352,0	275,3	394,6	
Peso de la tara (g)		0,0	0,0	0,0	0,0	
Peso de agua (g)		39,1	57,5	51,2	79,8	
Peso de suelo seco (g)		274,1	352,0	275,3	394,6	
Contenido de agua		14,26	16,34	18,60	20,22	
Peso volumétrico seco		1,510	1,633	1,678	1,600	
Densidad máxima seca:	1,681	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima:	18,19	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 15/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 15/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 15/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 19/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	9		39		21	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11378	11423	11572	11690	11541	11710
Peso de molde	7145	7145	7532	7532	7711	7711
Peso de suelo húmedo	4233	4278	4040	4158	3830	3999
Volumen del molde	3123	2123	2113	2113	2099	2099
Densidad húmeda	1.364	2.015	1.912	1.968	1.825	1.905
% de humedad	19.48	20.44	18.48	22.66	18.36	24.32
Densidad seca	1.133	1.673	1.614	1.604	1.542	1.532
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	364.2	364.2	329.6	329.6	405.4	405.4
Tarro + suelo seco	307.4	302.4	278.2	268.7	342.5	326.1
Peso de agua	56.8	61.8	51.4	60.9	62.9	79.3
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	307.4	302.4	278.2	268.7	342.5	326.1
% de humedad	18.48	20.44	18.48	22.66	18.36	24.32

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión								
			Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
15/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16/11/22	14:30	22	62.4	1.56	1.4	81.7	2.06	1.8	104.1	2.64	2.3
17/11/22	14:30	42	74.6	1.85	1.6	108.3	2.71	2.3	124.4	3.16	2.7
19/11/22	14:30	65	92.4	2.35	2.0	121.1	3.08	2.7	148.2	3.76	3.3
19/11/22	14:30	85	115.4	2.89	2.5	144.4	3.67	3.2	162.5	4.13	3.6

Penetración	Carga Stand	Pneumatión											
		Molde Nº 9				Molde Nº 39				Molde Nº 21			
		Carga	Corrección	%		Carga	Corrección	%		Carga	Corrección	%	
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.021	35.6	2			24.6	1			18.5	1			
0.030	70.5	4			42.2	2			32.9	2			
0.075	140.1	8			72.6	4			52.6	3			
0.100	196.8	11	7.1	10.6	108.5	6	5.3	7.4	72.9	4	3.8	5.5	
0.123	181.5	9			128.2	7			92.6	5			
0.150	211.1	11			156.5	8			113.4	6			
0.200	282.5	14	14.3	13.5	190.8	10	10.1	9.3	141.7	7	7.4	7.0	
0.300	359.9	18			269.6	14			190.2	10			
0.400	389.8	20			301.1	15			201.2	10			
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Recaudado, Víctor Hernández  
 948 852 622



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

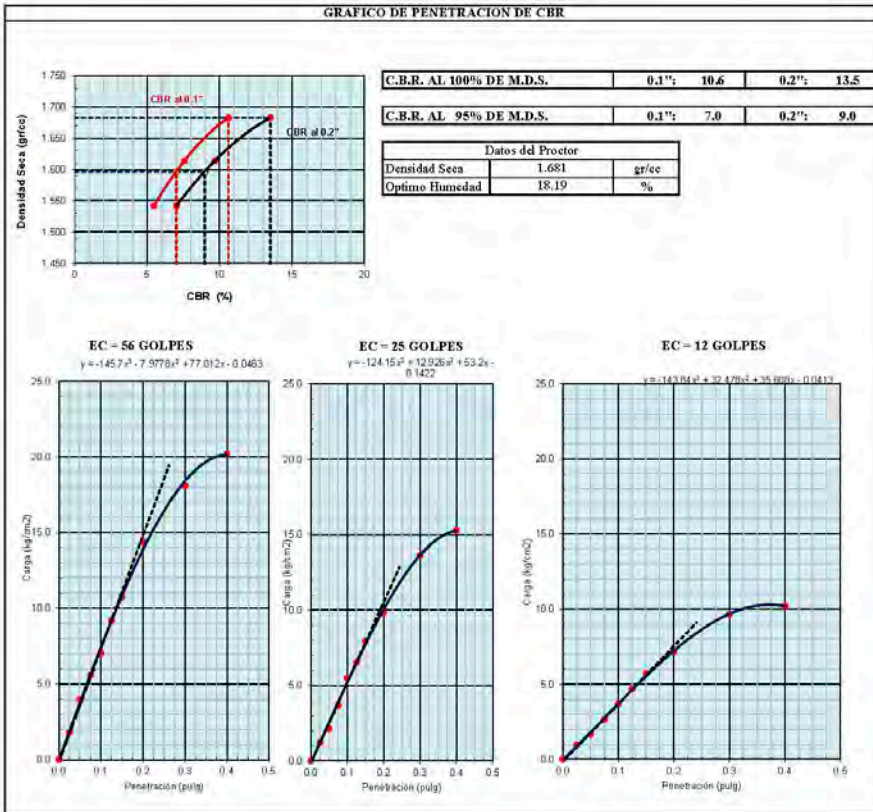


**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 15/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 15/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 15/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISIÓN** : 19/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 TECNICO ENCARGADO



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

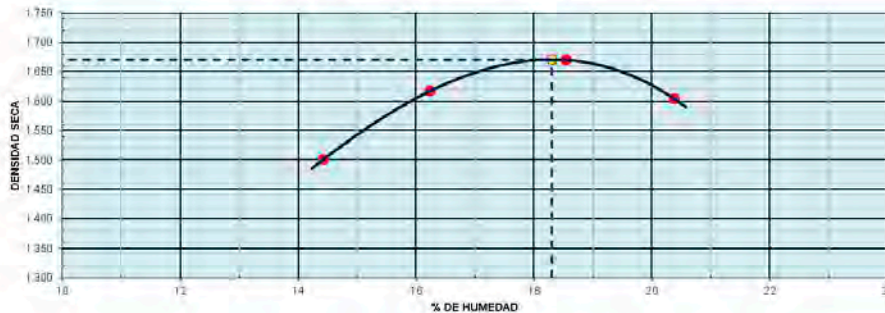
FECHA DE MUESTREO (\*\*): 15/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 15/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 15/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 19/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN/m<sup>2</sup> (56.000 pie lbf/pie<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup> Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO "C"
Número de ensayos		1	2	3	4
Peso molde + molde (g)		10108	10451	10664	10562
Peso suelo húmedo compactado (g)		3654	3997	4210	4108
Peso volumétrico húmedo		1.718	1.879	1.979	1.931
Contenido de humedad					
Número de recipiente		1	2	3	4
Peso suelo húmedo + tara (g)		624.8	321.4	431.5	510.9
Peso suelo seco + tara (g)		546.0	276.5	364.0	424.4
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)		78.8	44.9	67.5	86.5
Peso de suelo seco (g)		546.0	276.5	364.0	424.4
Contenido de agua		14.43	16.24	18.54	20.38
Peso volumétrico seco		1.501	1.617	1.670	1.604
Densidad máxima seca:	1.671 g/cm <sup>3</sup>			Humedad óptima:	18.31 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 Ing. Civil



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 15/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTRÉADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION** : 15/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 15/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 19/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	13		22		60	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11874	11924	11568	11680	11718	11878
Peso de molde	7690	7690	7510	7510	7891	7891
Peso de suelo húmedo	4184	4234	4058	4170	3827	3987
Volumen del molde	2116	2116	2125	2125	2110	2110
Densidad húmeda	1.977	2.001	1.910	1.962	1.814	1.890
% de humedad	18.30	20.57	18.43	22.46	18.46	24.25
Densidad seca	1.671	1.660	1.612	1.602	1.531	1.521
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	451.9	451.9	365.6	365.6	390.4	390.4
Tarro + suelo seco	382.0	374.8	308.7	298.5	329.5	314.2
Peso de agua	69.9	77.1	56.9	67.1	60.9	76.2
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	382.0	374.8	308.7	298.5	329.5	314.2
% de humedad	18.30	20.57	18.43	22.46	18.46	24.25

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
15/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16/11/22	14:30	22	69.9	1.75	1.5	94.1	2.39	2.1	112.1	2.85	2.5
17/11/22	14:30	42	81.4	2.07	1.8	102.4	2.60	2.3	132.4	3.36	2.9
19/11/22	14:30	65	98.8	2.51	2.2	119.2	3.03	2.6	146.2	3.71	3.2
19/11/22	14:30	85	115.4	2.89	2.5	140.8	3.58	3.1	163.5	4.15	3.6

Penetración	Carga Stand	Molde Nº 13			Molde Nº 22			Molde Nº 60		
		Carga			Carga			Carga		
		Dial (dn)	kg/cm2	Corrección %	Dial (dn)	kg/cm2	Corrección %	Dial (dn)	kg/cm2	Corrección %
0.000	0	0		0	0		0	0		
0.021	31.5	2		23.2	1		15.4	1		
0.030	71.4	4		38.4	2		26.4	2		
0.075	102.4	5		70.5	4		48.2	3		
0.100	141.1	7	7.8	119.1	5	5.5	70.6	4	4.1	
0.123	178.4	9		131.2	7		93.5	5		
0.130	209.8	10		158.5	8		116.4	6		
0.200	291.4	13	14.9	198.6	10	10.8	143.5	7	8.0	
0.300	382.6	18		278.5	14		194.6	10		
0.400	416.5	21		316.5	16		216.2	11		
0.500										

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



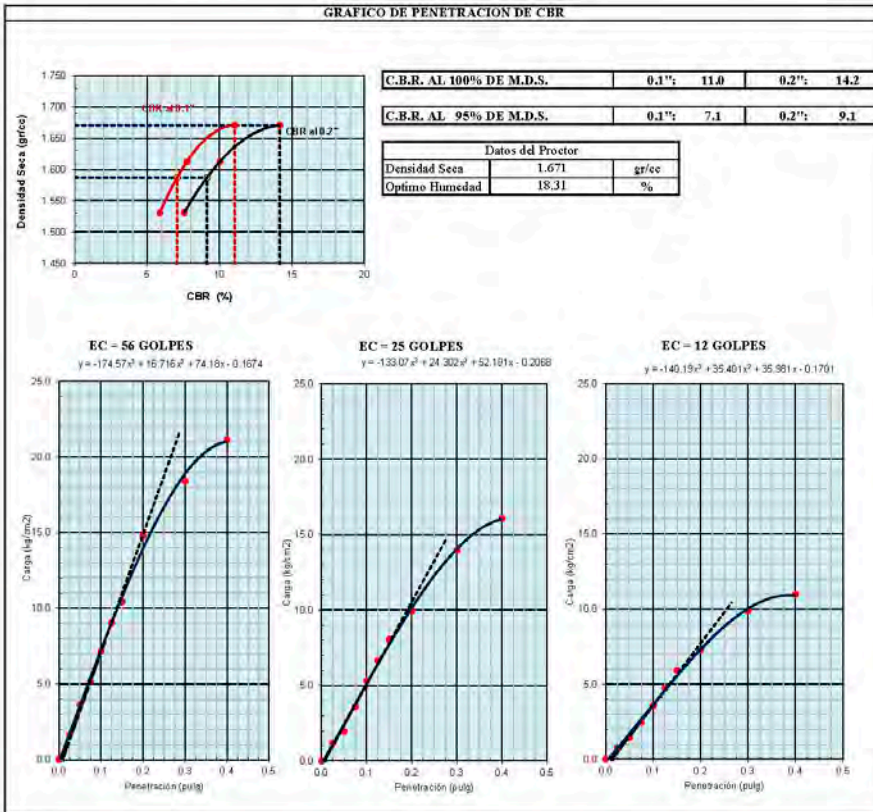
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 15/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 15/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 15/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 19/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 REG. 28116228



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

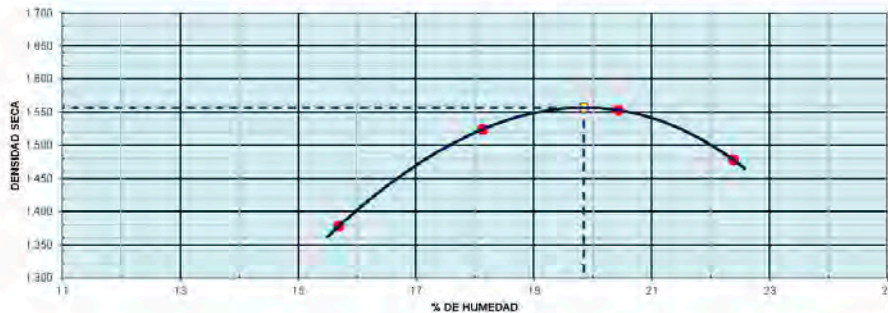
FECHA DE MUESTREO (\*\*): 19/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 19/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 19/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 23/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie-lb/ft<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup> Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (g)			METODO	"C"
2127	1	2	3	4	
Número de ensayos	1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)	9845	10284	10431	10302	
Peso suelo húmedo compactado (g)	3391	3830	3977	3848	
Peso volumétrico húmedo	1.594	1.801	1.870	1.809	
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	516.0	498.5	445.0	369.6	
Peso suelo seco + tara (g)	446.0	422.0	369.5	302.0	
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)	70.0	76.5	75.5	67.6	
Peso de suelo seco (g)	446.0	422.0	369.5	302.0	
Contenido de agua	15.70	18.13	20.43	22.38	
Peso volumétrico seco	1.378	1.524	1.553	1.478	
Densidad máxima seca:	1.557 g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima:		19.85 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 19/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION** : 19/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 19/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 23/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	13		-06		88	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11449	11474	11288	11378	11052	11199
Peso de molde	7490	7490	7532	7532	7475	7475
Peso de suelo húmedo	3959	3984	3756	3846	3577	3723
Volumen del molde	3134	2124	2113	2113	2109	2109
Densidad húmeda	1.264	1.876	1.778	1.820	1.696	1.768
% de humedad	19.73	23.32	19.56	23.44	19.61	25.36
Densidad seca	1.557	1.546	1.487	1.474	1.418	1.408
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	284.0	284.0	593.0	593.0	430.6	430.6
Tarro + suelo seco	237.2	234.1	496.0	480.4	360.0	343.5
Peso de agua	46.8	49.9	97.0	112.6	70.6	87.1
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	237.2	234.1	496.0	480.4	360.0	343.5
% de humedad	19.73	23.32	19.56	23.44	19.61	25.36

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión								
			Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
19/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/11/22	14:30	22	61.3	1.56	1.3	77.9	1.56	1.7	97.6	2.46	2.2
21/11/22	14:30	42	75.4	1.92	1.7	91.4	2.32	2.0	132.1	2.85	2.5
22/11/22	14:30	65	88.9	2.26	2.0	103.2	2.62	2.3	125.4	3.19	2.9
23/11/22	14:30	85	105.4	2.68	2.3	118.4	3.01	2.6	144.4	3.67	3.2

Penetración	Carga Stand	Pneumatión											
		Molde Nº 10				Molde Nº 60				Molde Nº 80			
		Carga	Corrección			Carga	Corrección			Carga	Corrección		
kg/cm2	Dial (dn)	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	kg/cm2	%		
0.000	0	0			0	0			0	0			
0.021	15.6	1			12.8	1			8.5	0			
0.030	27.4	1			21.5	1			16.6	1			
0.073	56.2	3			38.5	2			29.6	1			
0.100	76.3	4	6.6	9.4	43.4	3	4.7	6.7	51.2	3	3.7	5.3	
0.123	120.1	6			54.5	4			68.4	2			
0.130	154.9	6			102.9	3			109.6	5			
0.200	206.8	10	13.3	12.2	162.8	8	9.0	8.6	116.5	6	7.1	6.8	
0.300	300.0	15			204.2	10			171.1	9			
0.400	347.7	13			246.5	13			216.5	11			
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 19/11/2022



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

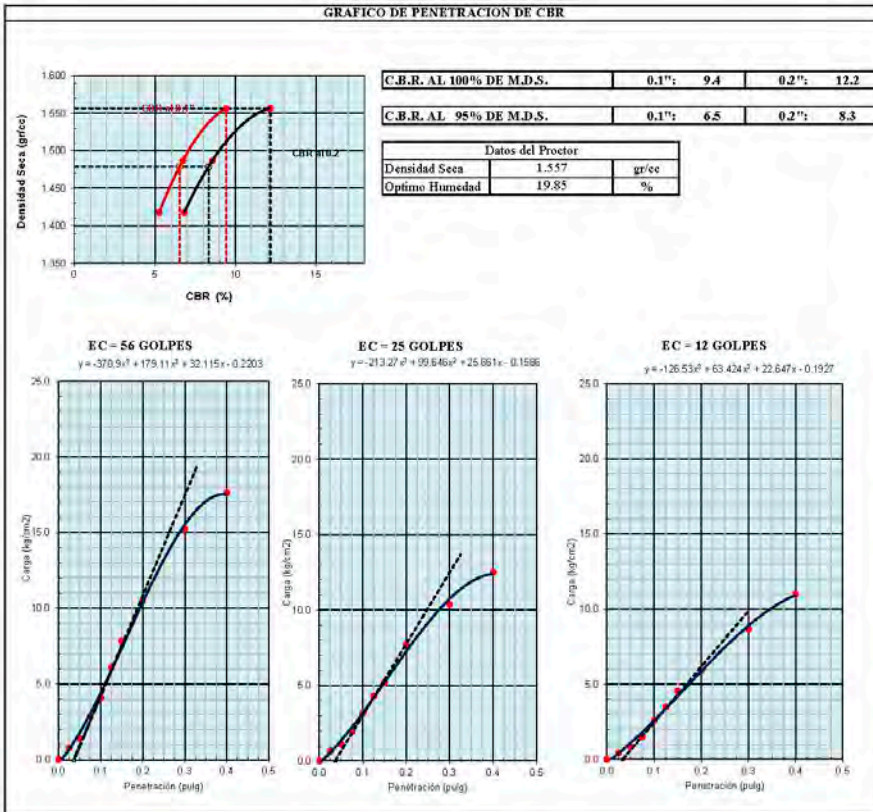
**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Méjia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 19/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 19/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 19/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 23/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Méjia



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

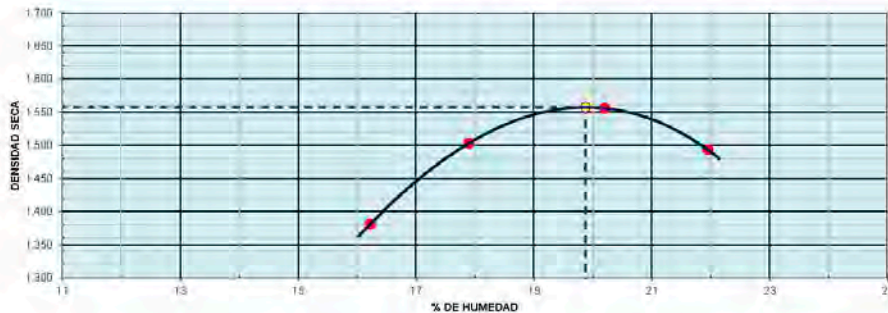
FECHA DE MUESTREO (\*\*): 19/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 19/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 19/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 23/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie-lb/ft<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup> Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO "C"
Número de ensayos		1	2	3	4
Peso molde + molde (g)		9868	10224	10433	10326
Peso suelo húmedo compactado (g)		3414	3770	3979	3872
Peso volumétrico húmedo		1.605	1.772	1.871	1.820
Contenido de humedad					
Número de recipiente		1	2	3	4
Peso suelo húmedo + tara (g)		347.4	399.2	306.5	474.4
Peso suelo seco + tara (g)		298.9	338.6	255.0	389.0
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (g)		48.5	60.6	51.5	85.4
Peso de suelo seco (g)		298.9	338.6	255.0	389.0
Contenido de agua		16.23	17.90	20.20	21.95
Peso volumétrico seco		1.381	1.503	1.556	1.493
Densidad máxima seca:	1.557 g/cm <sup>3</sup>			Humedad óptima:	19.88 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 19/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTRÉADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION** : 19/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 19/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 23/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	3		59		36	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11890	11926	11288	11366	11122	11252
Peso de molde	7931	7931	7532	7532	7532	7532
Peso de suelo húmedo	3959	3995	3756	3834	3590	3720
Volumen del molde	3123	2123	2113	2113	2113	2113
Densidad húmeda	1.265	1.882	1.778	1.814	1.699	1.761
% de humedad	19.69	21.67	19.42	23.55	19.68	25.59
Densidad seca	1.558	1.547	1.488	1.468	1.417	1.402
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	352.1	352.1	347.8	347.8	292.5	292.5
Tarro + suelo seco	294.2	289.4	291.0	281.5	244.0	232.9
Peso de agua	57.9	62.7	56.8	66.3	48.5	59.6
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	294.2	289.4	291.0	281.5	244.0	232.9
% de humedad	19.69	21.67	19.52	23.55	19.88	25.59

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
19/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/11/22	14:30	22	39.2	1.50	1.3	75.4	1.92	1.7	100.1	2.54	2.2
21/11/22	14:30	42	68.9	1.75	1.5	91.1	2.31	2.0	115.4	2.95	2.5
22/11/22	14:30	65	88.7	2.25	2.0	104.9	2.66	2.3	126.9	3.22	2.8
23/11/22	14:30	85	106.5	2.71	2.3	118.4	3.01	2.6	147.8	3.75	3.3

Penetración	Carga Stand	Molde Nº 3				Molde Nº 59				Molde Nº 36			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Dial (dn)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		16.9	1			13.4	1			9.1	0		
0.050		26.5	1			22.5	1			17.4	1		
0.075		38.9	3			40.9	2			31.5	1		
0.100	70.3	78.6	4	6.4	9.0	83.6	3	4.8	6.2	42.6	3	3.7	3.3
0.125		124.1	6			85.9	4			69.6	4		
0.150		148.1	8			106.5	5			91.8	5		
0.200	165.5	203.5	10	13.3	11.9	152.4	8	9.1	8.6	116.5	8	7.3	6.8
0.300		305.1	15			206.9	10			176.6	9		
0.400		351.8	18			251.1	13			221.1	11		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 RUC: 20487357465  
 Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com



Revisado y aprobado.

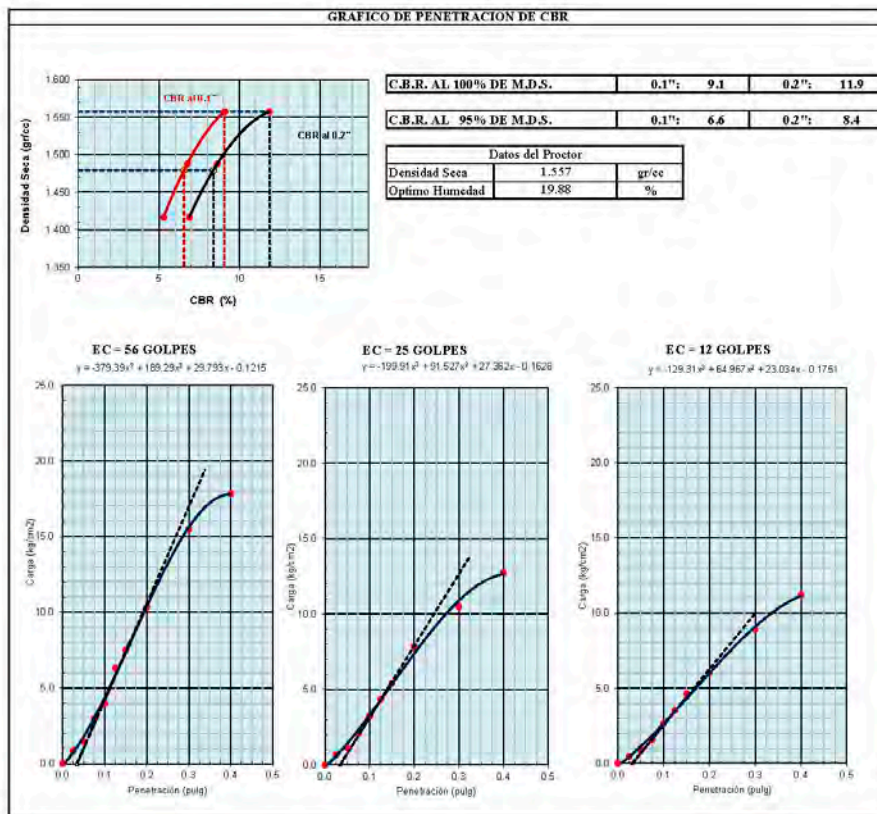
\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Méjia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 19/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 19/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 19/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 23/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Méjia  
 REC. 01112228



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

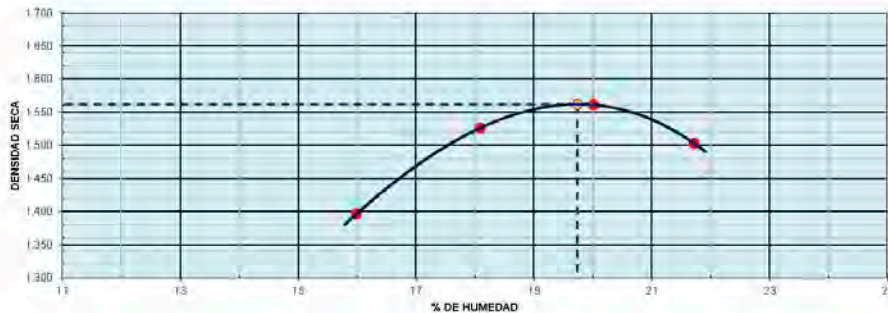
FECHA DE MUESTREO (\*\*): 19/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 19/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 19/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 23/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie-lb/ft<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup> Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		9898	10287	10438	10345	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3444	3833	3984	3891	
Peso volumétrico húmedo		1.619	1.802	1.873	1.829	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		375,8	401,5	294,5	326,2	
Peso suelo seco + tara (g)		324,0	340,0	245,4	268,0	
Peso de la tara (g)		0,0	0,0	0,0	0,0	
Peso de agua (g)		51,8	61,5	49,1	58,2	
Peso de suelo seco (g)		324,0	340,0	245,4	268,0	
Contenido de agua		15,99	18,09	20,01	21,72	
Peso volumétrico seco		1,396	1,526	1,561	1,503	
Densidad máxima seca:	1,562	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima:	19,74	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 19/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTRÉADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 19/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 19/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 23/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	25		14		53	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12022	12062	11497	11599	11134	11277
Peso de molde	8076	8076	7704	7704	7532	7532
Peso de suelo húmedo	3946	3986	3793	3895	3602	3745
Volumen del molde	2110	2110	2130	2130	2113	2113
Densidad húmeda	1.870	1.889	1.781	1.829	1.705	1.772
% de humedad	19.62	21.62	19.38	23.44	19.74	25.20
Densidad seca	1.563	1.553	1.492	1.482	1.428	1.412
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	467.9	467.9	362.9	362.9	381.6	381.6
Tarro + suelo seco	343.0	335.4	304.0	294.0	310.7	304.8
Peso de agua	66.9	72.5	58.9	68.9	62.9	76.8
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	343.0	335.4	304.0	294.0	310.7	304.8
% de humedad	19.62	21.62	19.38	23.44	19.74	25.20

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
19/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/11/22	14:30	22	35.6	1.41	1.2	84.1	2.14	1.8	94.3	2.40	2.1
21/11/22	14:30	42	84.1	2.14	1.8	94.5	2.40	2.1	112.1	2.85	2.5
22/11/22	14:30	65	94.5	2.40	2.1	102.1	2.59	2.2	126.4	3.21	2.8
23/11/22	14:30	85	108.4	2.75	2.4	118.5	3.01	2.6	142.5	3.62	3.1

Penetración												
Penetración	Carga Stand	Molde Nº 29			Molde Nº 14			Molde Nº 53				
		Carga			Carga			Carga				
		Dial (dn)	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	%		
0.000	0	0		0	0		0	0				
0.021	16.2	1		11.9	1		8.5	0				
0.030	29.5	1		21.1	1		16.6	1				
0.073	54.5	3		38.5	2		28.9	1				
0.100	76.3	4	6.6	9.4	63.5	3	10	7.0	40.6	3	3.9	
0.123	119.6	6			85.9	4			71.5	4		
0.130	151.1	8			101.4	3			92.6	5		
0.200	165.3	10	12.9	12.3	156.6	8	9.4	8.9	121.7	6	7.1	
0.300	306.9	16			211.1	11			101.1	9		
0.400	354.1	13			253.5	13			223.6	11		
0.500												

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 CHICLAYO - LAMBAYEQUE



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

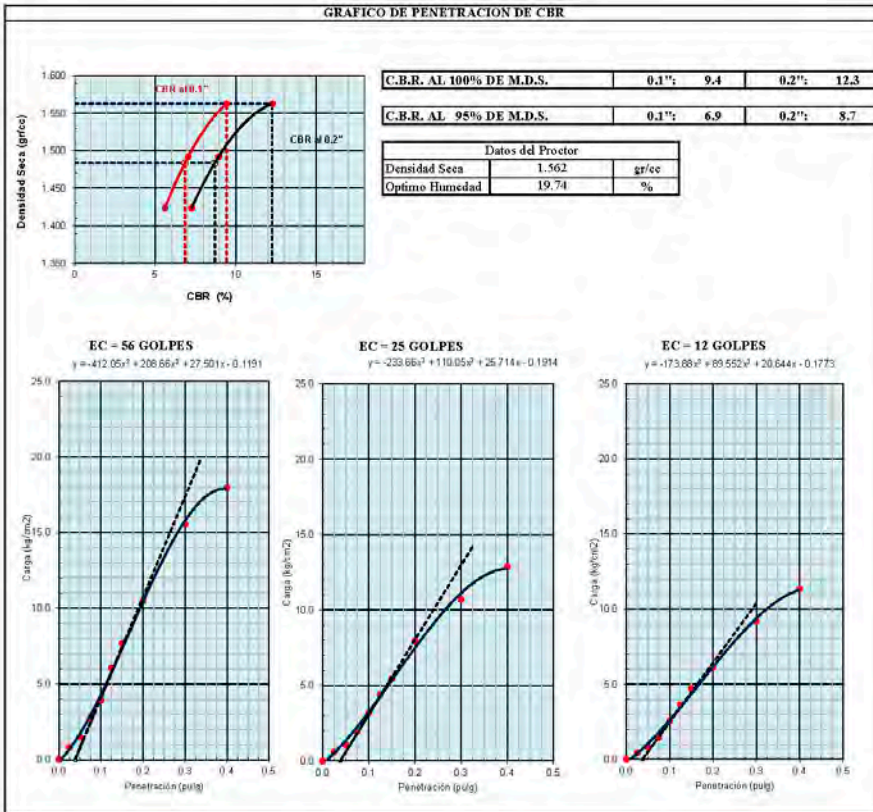
**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 15% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TÉCNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 19/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 19/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 19/11/2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 23/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

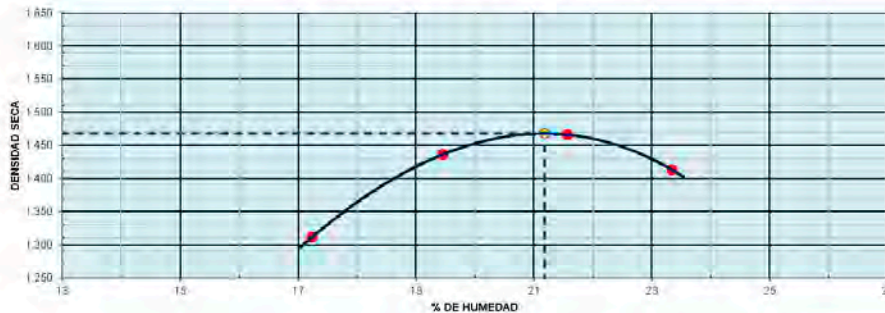
FECHA DE MUESTREO (\*\*): 21/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 21/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 21/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 25/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie-lbf/pie<sup>2</sup>)), 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO "C"
Número de ensayos	1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)	9724	10102	10245	10162	
Peso suelo húmedo compactado (g)	3270	3648	3791	3708	
Peso volumétrico húmedo	1.537	1.715	1.782	1.743	
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	309.5	562.5	509.0	416.9	
Peso suelo seco + tara (g)	264.0	470.9	418.7	338.0	
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)	45.5	91.6	90.3	78.9	
Peso de suelo seco (g)	264.0	470.9	418.7	338.0	
Contenido de agua	17.23	19.45	21.57	23.34	
Peso volumétrico seco	1.311	1.436	1.466	1.413	
Densidad máxima seca:	1.468	g/cm <sup>3</sup>	Humedad óptima:		21.18 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 CAROLINA ROSA FERNÁNDEZ  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
  - \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
  - \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 21/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 21/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 21/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 25/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	5		30		20	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11890	11990	11488	11578	10474	10602
Peso de molde	8125	8125	7910	7910	7071	7071
Peso de suelo húmedo	3765	3865	3578	3668	3403	3531
Volumen del molde	2114	2114	2109	2109	2106	2106
Densidad húmeda	1.781	1.800	1.697	1.739	1.616	1.677
% de humedad	21.35	23.47	21.42	25.32	21.69	23.37
Densidad seca	1.469	1.458	1.386	1.388	1.328	1.317
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	310.9	310.9	457.4	457.4	297.4	297.4
Tarro + suelo seco	256.2	251.8	376.7	365.0	244.4	233.5
Peso de agua	54.7	59.1	80.7	92.4	53.0	63.9
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	256.2	251.8	376.7	365.0	244.4	233.5
% de humedad	21.35	23.47	21.42	25.32	21.69	23.37

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
21/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/11/22	14:30	22	42.1	1.07	0.9	54.2	1.38	1.2	84.1	2.14	1.9
23/11/22	14:30	42	34.3	1.39	1.2	79.9	2.00	1.7	98.4	2.50	2.2
24/11/22	14:30	65	66.9	1.70	1.5	91.4	2.32	2.0	112.1	2.85	2.5
25/11/22	14:30	85	87.4	2.22	1.8	105.4	2.68	2.3	124.5	3.16	2.7

Penetración											
Penetración	Carga Stand	Molde Nº 5			Molde Nº 30			Molde Nº 20			
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.021	10.1	1			8.4	0		6.5	0		
0.030	18.5	1			24.5	1		13.4	1		
0.073	35.6	2			42.4	2		28.4	1		
0.100	70.3	3	12	7.3	83.9	3	40	54	42.9	2	
0.123	82.1	5			84.1	4		82.4	3		
0.130	115.1	6			102.8	5		81.4	4		
0.200	180.5	8	18.1	8.6	133.9	7	7.6	7.2	102.9	5	
0.300	240.5	12			178.4	9		144.5	7		
0.400	303.1	13			212.1	11		175.6	9		
0.500											

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 TECNICO ENCARGADO



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



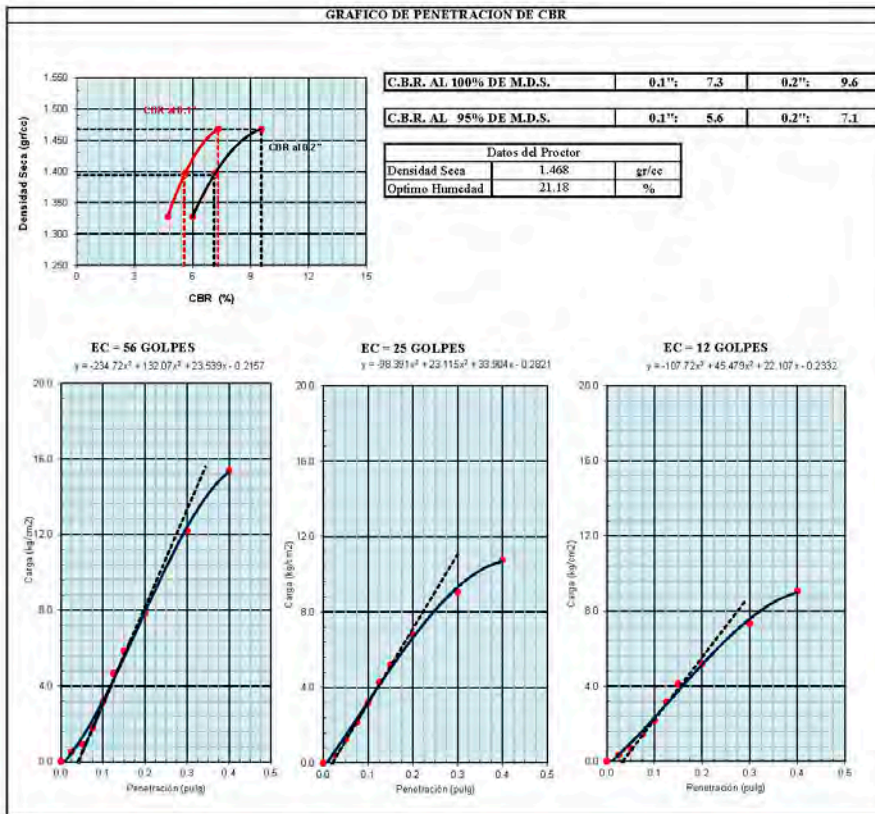
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 21/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 21/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 21/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 25/11/2022

### SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
 UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque  
 CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
 MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02  
 CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -  
 COORDENADAS (\*\*): -  
 CÓDIGO ÚNICO: CI-450  
 TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

FECHA DE MUESTREO (\*\*): 21/11/2022  
 HORA DE MUESTREO (\*\*): -  
 MUESTREADO POR (\*\*): -  
 FECHA DE RECEPCION: 21/11/2022  
 FECHA DE ENSAYO: 21/11/2022  
 FECHA DE EMISION: 25/11/2022

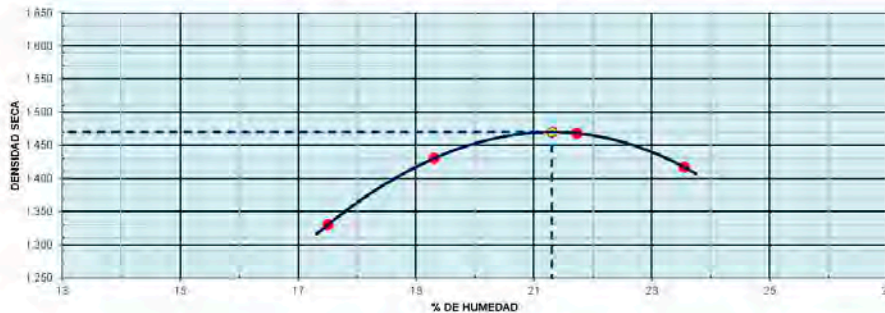
**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie-lbf/pie<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup>**

**Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (g) :			METODO	"C"
2127	1	2	3	4	
Número de ensayos	9778	10084	10256	10178	
Peso molde + molde (g)	3324	3630	3802	3724	
Peso suelo húmedo compactado (g)	1.563	1.707	1.787	1.751	
Peso volumétrico húmedo	Contenido de humedad				
	1	2	3	4	
Número de recipiente	419.5	390.6	348.4	500.0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	357.0	327.4	286.2	404.7	
Peso suelo seco + tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de la tara (g)	62.5	63.2	62.2	95.3	
Peso de agua (g)	357.0	327.4	286.2	404.7	
Peso de suelo seco (g)	17.51	19.30	21.73	23.55	
Contenido de agua	1.330	1.430	1.468	1.417	
Peso volumétrico seco	1.470 g/cm <sup>3</sup>			Humedad óptima : 21.31 %	

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 21/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 21/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 21/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 25/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	40		6		53	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11378	11426	11530	11634	11090	11201
Peso de molde	7615	7615	7912	7912	7648	7648
Peso de suelo húmedo	3763	3811	3618	3702	3442	3553
Volumen del molde	2109	2109	2124	2124	2124	2124
Densidad húmeda	1.794	1.807	1.703	1.743	1.621	1.673
% de humedad	21.27	23.78	21.43	25.39	21.69	27.37
Densidad seca	1.471	1.460	1.402	1.390	1.332	1.313
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	477.8	477.8	381.4	381.4	297.4	297.4
Tarro + suelo seco	394.0	386.0	314.1	304.2	244.4	233.5
Peso de agua	83.8	91.8	67.3	77.2	53.0	63.9
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	394.0	386.0	314.1	304.2	244.4	233.5
% de humedad	21.27	23.78	21.43	25.39	21.69	27.37

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
21/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/11/22	14:30	22	42.0	1.07	0.9	33.7	1.49	1.3	81.1	2.06	1.6
23/11/22	14:30	42	54.4	1.38	1.2	32.4	1.84	1.6	94.9	2.41	2.1
24/11/22	14:30	65	68.5	1.74	1.5	84.5	2.15	1.9	112.1	2.85	2.5
25/11/22	14:30	85	81.4	2.07	1.8	105.4	2.68	2.3	125.4	3.19	2.8

Penetración	Carga Stand	Molde Nº 40			Molde Nº 6			Molde Nº 53					
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%			
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0.025	12.1	1			9.1	0		7.1	0				
0.050	19.5	1			25.6	1		14.6	1				
0.075	36.9	2			44.8	2		29.6	1				
0.100	70.3	64.3	3	12	73	63.0	3	40	54	43.9	3	34	4.0
0.125	93.5	83.5	5			85.5	4			83.6	3		
0.150	116.8	116.8	6			108.4	5			102.0	4		
0.200	163.5	156.8	8	10.1	9.6	136.4	9	9.6	7.2	108.4	5	8.5	8.1
0.300	242.6	242.6	12			181.1	13			145.6	7		
0.400	309.2	309.2	16			216.5	17			181.1	9		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Reconstrucción y Mantenimiento de Pavimentos  
 Calle 1000, Chiclayo



Revisado y aprobado.

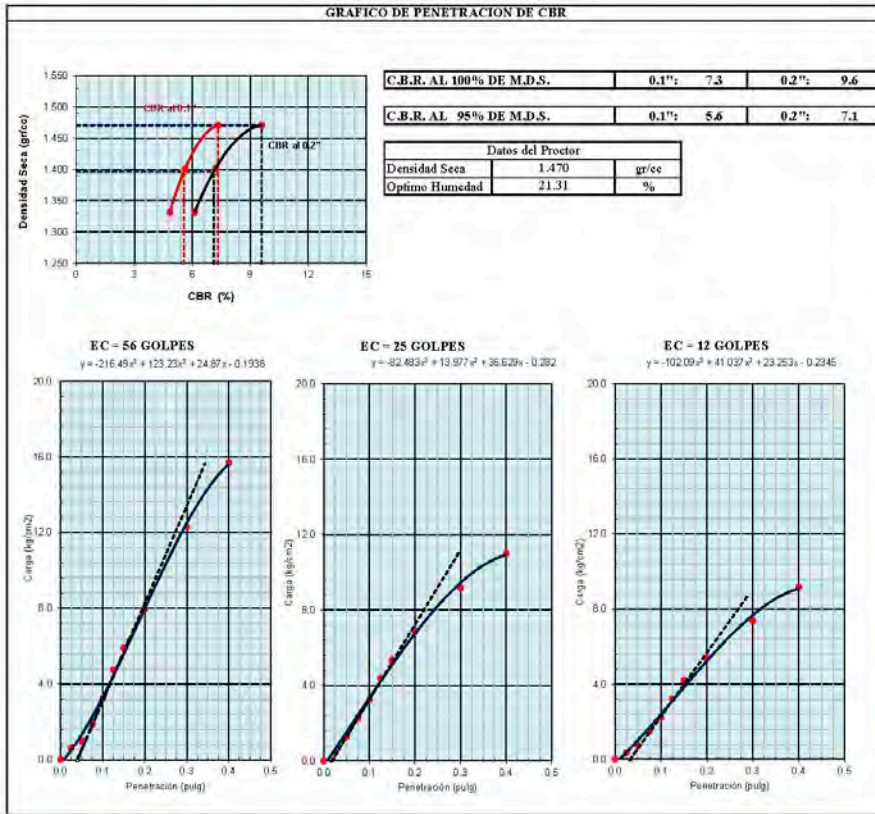
\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-02  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Méjia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 21/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 21/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 21/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 25/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Chiclayo - Lambayeque  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO (\*\*): "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

UBICACIÓN (\*\*): Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE (\*\*): Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva

MATERIAL (\*\*): Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03

CODIGO DE MUESTRA (\*\*): -

COORDENADAS (\*\*): -

CÓDIGO ÚNICO: CI-450

TECNICO ENCARGADO: Segundo A. Carranza Mejía

FECHA DE MUESTREO (\*\*): 21/11/2022

HORA DE MUESTREO (\*\*): -

MUESTREADO POR (\*\*): -

FECHA DE RECEPCION: 21/11/2022

FECHA DE ENSAYO: 21/11/2022

FECHA DE EMISION: 25/11/2022

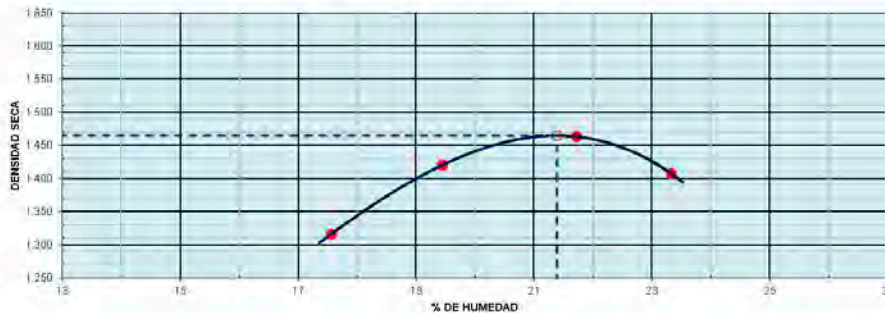
**SUELOS, Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2.700 kN m/m<sup>2</sup> (56.000 pie-lbf/pie<sup>2</sup>)), 1<sup>a</sup>**

**Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		9745	10061	10242	10145	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3291	3607	3788	3691	
Peso volumétrico húmedo		1.547	1.696	1.781	1.735	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		405.6	362.4	416.9	351.5	
Peso suelo seco + tara (g)		345.0	303.4	342.5	285.0	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		60.6	59.0	74.4	66.5	
Peso de suelo seco (g)		345.0	303.4	342.5	285.0	
Contenido de agua		17.57	19.45	21.72	23.33	
Peso volumétrico seco		1.316	1.420	1.463	1.407	
Densidad máxima seca:	1.465	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima:	21.39	%

GRÁFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Gerente General: Segundo A. Carranza Mejía  
 N.T.P. 339.141:1999



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 21/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION** : 21/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 21/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 25/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	12		60		17	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11601	11630	11252	11349	11462	11590
Peso de molde	7909	7808	7648	7648	8053	8053
Peso de suelo húmedo	3793	3822	3604	3701	3409	3537
Volumen del molde	3121	2121	2124	2124	2108	2108
Densidad húmeda	1.798	1.802	1.697	1.742	1.617	1.678
% de humedad	21.70	23.51	21.38	25.65	21.71	27.22
Densidad seca	1.469	1.459	1.396	1.396	1.329	1.319
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	390.0	300.0	289.5	289.5	354.3	354.3
Tarro + suelo seco	246.5	242.9	238.5	230.4	291.1	278.5
Peso de agua	53.5	57.1	51.0	59.1	63.2	75.8
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	246.5	242.9	238.5	230.4	291.1	278.5
% de humedad	21.70	23.51	21.38	25.65	21.71	27.22

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
21/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/11/22	14:30	22	56.2	1.43	1.2	72.4	1.84	1.6	75.4	1.92	1.7
23/11/22	14:30	42	62.4	1.58	1.4	84.1	2.14	1.8	90.9	2.31	2.0
24/11/22	14:30	65	61.4	2.07	1.8	93.4	2.37	2.1	104.4	2.65	2.3
25/11/22	14:30	85	68.3	2.40	2.1	105.4	2.68	2.3	119.2	3.03	2.6

Penetración	Carga Stand	Molde Nº 12			Molde Nº 60			Molde Nº 17					
		Carga			Carga			Carga					
		Dial (dn)	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	%	Dial (dn)	kg/cm2	%			
0.000	0	0		0	0		0	0					
0.021	10.8	1		8.5	0		7.5	0					
0.030	18.4	1		23.5	1		12.4	1					
0.073	35.5	2		41.8	2		25.6	1					
0.100	70.3	61.0	3	1.1	7.3	58.0	3	4.1	5.8	40.4	3	3.6	3.1
0.123	81.1	5			89.9	3		59.8	2				
0.128	114.0	6			106.5	3		81.8	4				
0.200	165.3	152.1	8	10.1	8.6	134.8	3	7.9	3.5	108.9	3	8.9	8.3
0.300	246.2	12			188.4	5		146.9	3				
0.400	312.1	16			221.1	11		166.5	5				
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com



Revisado y aprobado.

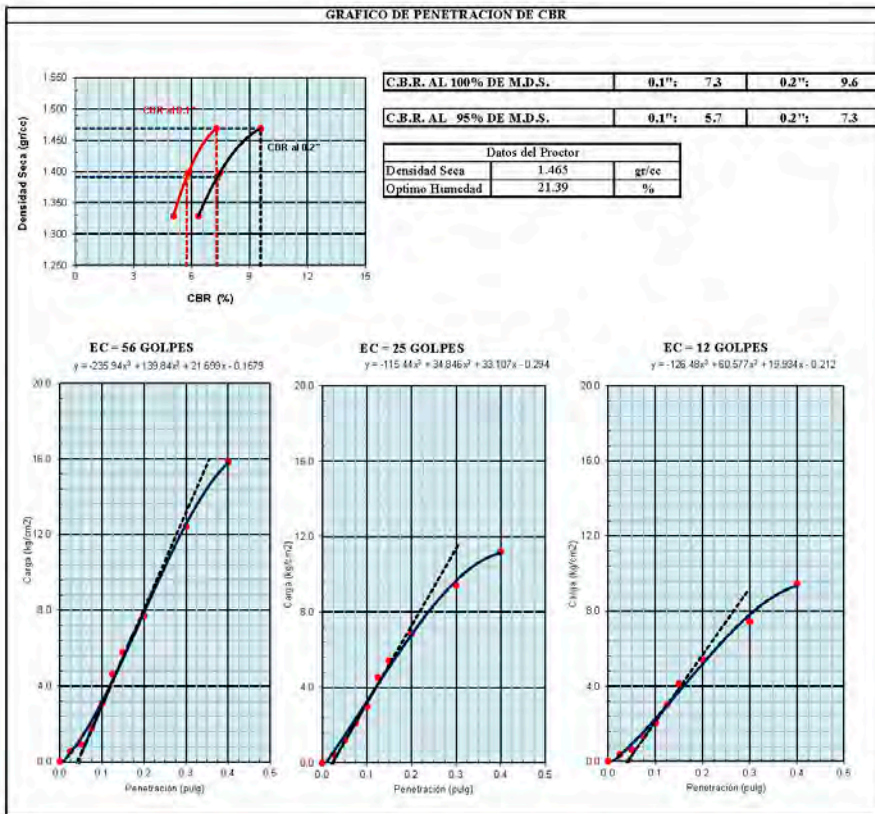
\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 20% cenizas de cáscara de arroz; Muestra: M-03  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CL-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 21/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 21/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 21/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 25/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,1% fibras de plátano; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 26/11/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 26/11/2022

**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 30/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/ft<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10098	10546	10784	10662	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3644	4092	4330	4208	
Peso volumétrico húmedo		1.713	1.924	2.036	1.978	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		491.8	374.9	453.0	401.5	
Peso suelo seco + tara (g)		434.0	325.2	385.2	336.2	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		57.8	49.7	67.8	65.3	
Peso de suelo seco (g)		434.0	325.2	385.2	336.2	
Contenido de agua		13.32	15.28	17.60	19.42	
Peso volumétrico seco		1.512	1.669	1.731	1.657	
Densidad máxima seca:	1.732	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.34	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejía  
REG. S. N.º 19228



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.1% fibras de plátano; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 26/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 26/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 30/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición**  
 NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO																
<b>Densidad volumétrica</b>																
Nº de molde	18		43		2											
Nº capa	5		5		5											
Golpes por capa/Nº	56		25		12											
<b>Condición de la muestra</b>																
	Mo saturado	Secado	Mo saturado	Secado	Mo saturado	Secado										
Peso molde + suelo húmedo	11822	11070	11960	12984	11054	11224										
Peso de molde	7519	7519	7839	7839	7101	7101										
Peso de suelo húmedo	4303	4351	4121	4245	3953	4123										
Volumen del molde	2114	2114	2111	2111	2113	2113										
Densidad húmeda	2.035	2.058	1.952	2.011	1.871	1.951										
% de humedad	17.56	19.60	17.49	21.72	17.60	23.41										
Densidad seca	1.731	1.721	1.661	1.652	1.591	1.581										
<b>Contenido de humedad</b>																
Nº de tarro	-		-		-											
Tarro + suelo húmedo	290.5	290.5	304.5	324.5	300.0	300.0										
Tarro + suelo seco	247.1	242.9	276.2	266.6	255.1	243.1										
Peso de agua	43.4	47.6	28.3	57.9	44.9	56.9										
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
Peso del suelo seco	247.1	242.9	276.2	266.6	255.1	243.1										
% de humedad	17.56	19.60	17.49	21.72	17.60	23.41										
<b>Expansión</b>																
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión				Expansión				Expansión					
			Dial	mm	%		Dial	mm	%		Dial	mm	%			
26/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27/11/22	14:30	32	55.2	1.40	1.2	77.3	1.96	1.7	101.1	2.57	2.2					
28/11/22	14:30	42	66.5	1.69	1.5	92.8	2.36	2.0	119.9	3.05	2.6					
29/11/22	14:30	65	84.4	2.14	1.9	112.1	2.85	2.5	131.8	3.35	2.9					
30/11/22	14:30	95	102.1	2.59	2.2	134.4	3.16	2.7	151.4	3.85	3.3					
<b>Penetración</b>																
Penetración	Carga	Molde Nº 18				Molde Nº 43				Molde Nº 5						
		Stand	Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección						
0.000	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%			
0.025		26.8	1			10.9	1			12.5	1					
0.050		48.5	2			34.8	2			19.6	2					
0.075		77.4	4			54.6	4			29.6	4					
0.100		109.2	5	0.8	122	76.8	4	1.9	24	42.5	2	4.6	45			
0.125		162.9	6			102.2	5			71.2	4					
0.150		211.2	11			139.9	7			94.5	5					
0.200		276.2	14	16.7	158	192.6	10	11.6	11.8	130.6	7	9.0	35			
0.300		406.5	21			269.5	15			210.5	11					
0.400		521.1	26			356.1	16			261.2	13					
0.500																

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Sucursal de Chiclayo - Ferminillo  
 No. 4 - 2011 - 100 - 118



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

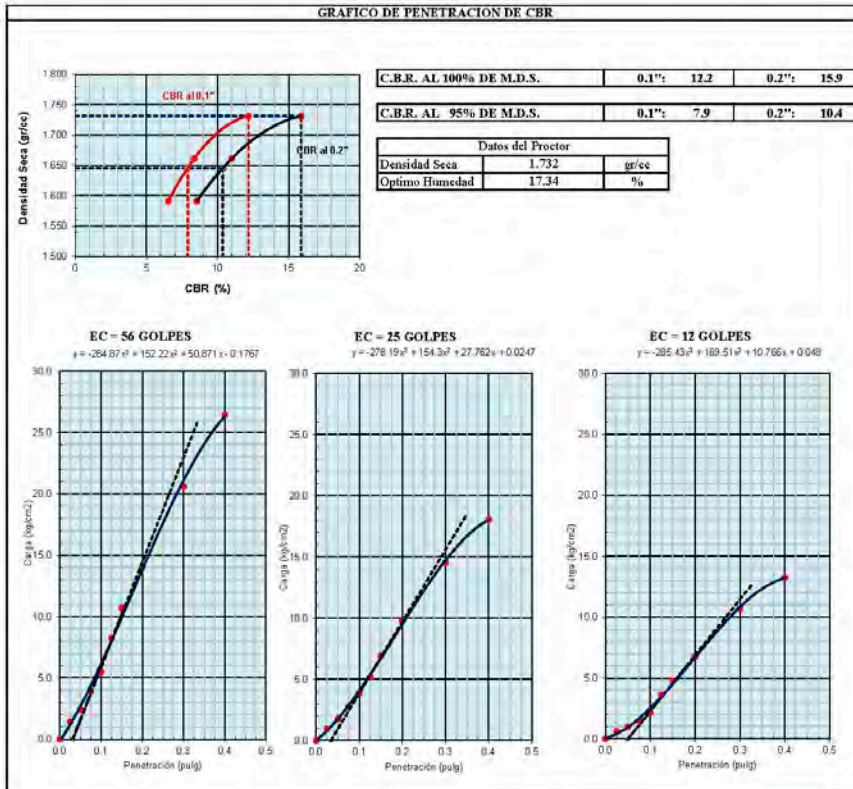


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,1% fibras de plátano; Muestra: M-01  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 26/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**FECHA DE ENSAYO** : 26/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía  
**FECHA DE EMISION** : 30/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Seguridad, Seriedad, Responsabilidad  
 REGISTRO N° 14528



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,1% fibras de plátano; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 26/11/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 26/11/2022

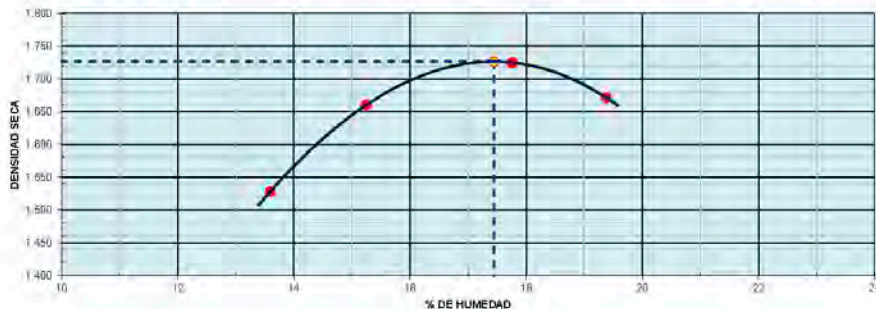
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 30/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10145	10524	10774	10698		
Peso suelo húmedo compactado (g)	3691	4070	4320	4244		
Peso volumétrico húmedo	1.735	1.913	2.031	1.995		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	290.8	474.8	591.5	347.4		
Peso suelo seco + tara (g)	256.0	412.0	502.3	291.0		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	34.8	62.8	89.2	56.4		
Peso de suelo seco (g)	256.0	412.0	502.3	291.0		
Contenido de agua	13.59	15.24	17.76	19.38		
Peso volumétrico seco	1.528	1.660	1.725	1.671		
Densidad máxima seca:	1.726	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.44	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.1% fibras de plátano; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 26/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 26/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 30/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	23		34		51	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
<b>Composición de la muestra</b>						
	Ello saturado	Saturado	Ello saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12296	12342	11804	11915	11951	12129
Peso de molde	7910	7910	7694	7694	7984	7984
Peso de suelo húmedo	4386	4432	4110	4225	3967	4145
Volumen del molde	2165	2165	2113	2113	2128	2128
Densidad húmeda	2.026	2.047	1.945	2.000	1.864	1.948
% de humedad	17.31	19.26	17.41	21.40	17.46	23.49
Densidad seca	1.727	1.716	1.657	1.647	1.587	1.577
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	366.0	366.0	310.9	310.9	351.2	351.2
Tarro + suelo seco	312.0	306.9	264.8	256.1	299.0	289.4
Peso de agua	54.0	59.1	46.1	54.8	52.2	61.8
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	312.0	306.9	264.8	256.1	299.0	289.4
% de humedad	17.31	19.26	17.41	21.40	17.46	23.49

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
26/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
27/11/22	14:30	32	82.4	1.58	1.4	84.1	2.14	1.8	99.2	2.49	2.2
28/11/22	14:30	42	74.1	1.38	1.6	96.5	2.45	2.1	115.4	2.93	2.5
29/11/22	14:30	65	89.8	2.28	2.0	113.8	2.93	2.5	142.1	3.61	3.1
30/11/22	14:30	95	105.4	2.62	2.3	128.5	3.26	2.8	154.4	3.93	3.4

Penetración													
Penetración	Carga	Molde Nº 23				Molde Nº 34				Molde Nº 51			
		Dial (div)	Carga	Corrección	%	Dial (div)	Carga	Corrección	%	Dial (div)	Carga	Corrección	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	30.8	2			21.6	1			13.4	1			
0.050	56.4	3			36.9	2			21.5	1			
0.075	81.4	4			56.6	3			34.5	2			
0.100	107.2	5	8.3	11.8	81.5	4	5.9	8.3	54.9	3	4.4	6.3	
0.125	132.8	6	11.8	15.8	108.4	5	8.3	11.8	72.8	4	5.9	8.3	
0.150	158.4	7	15.8	20.8	141.1	6	11.8	15.8	98.6	5	8.3	11.8	
0.200	213.6	10	20.8	28.3	194.9	10	17.4	23.8	134.8	9	11.8	15.8	
0.300	318.4	15	28.3	38.3	281.5	14	23.8	31.8	216.9	11	15.8	20.8	
0.400	423.2	20	38.3	50.8	386.7	18	31.8	41.8	288.7	15	20.8	28.3	
0.500	528.0	25	50.8	65.8									

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 TECNICO ENCARGADO



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



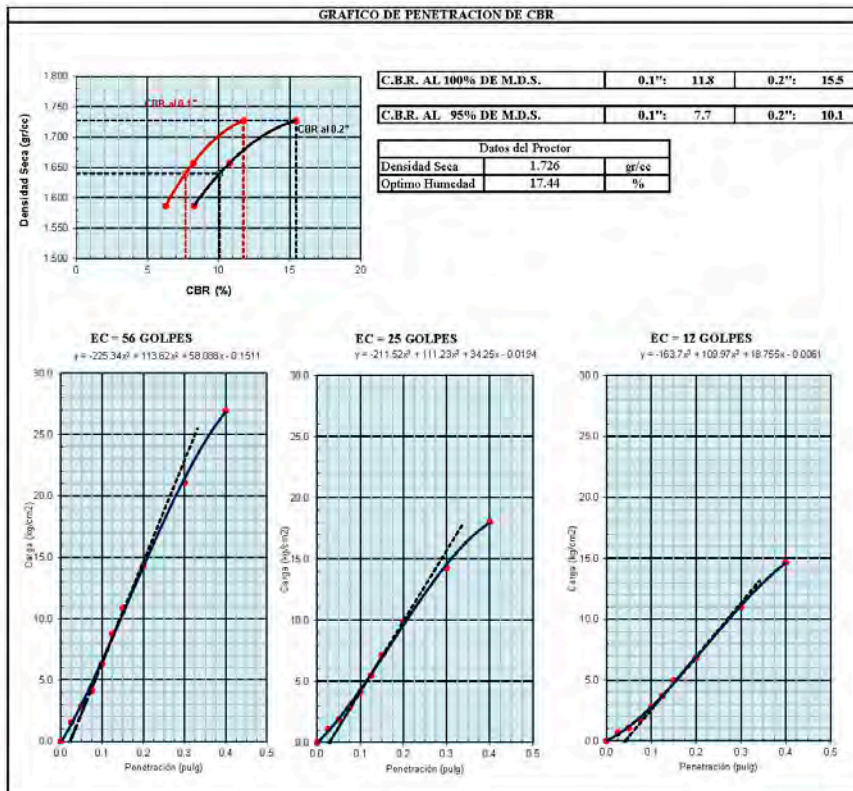
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,1% fibras de plátano; Muestra: M-02  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 26/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 26/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 30/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejia  
 REG. N.º 182778



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,1% fibras de plátano; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 26/11/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 26/11/2022

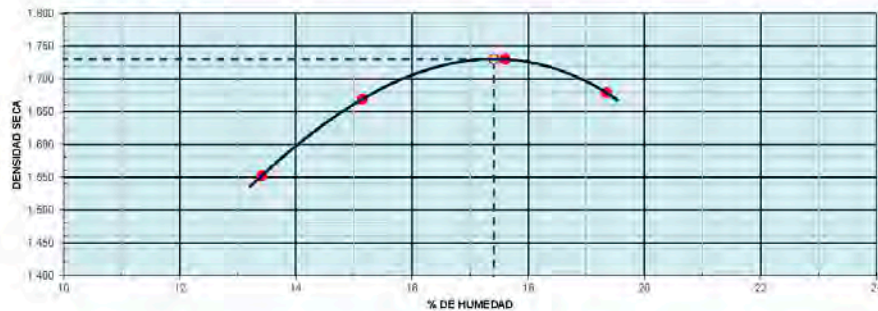
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 30/11/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie·lb/ft<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volúmen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10198	10542	10781	10716	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3744	4088	4327	4262	
Peso volumétrico húmedo		1.760	1.922	2.034	2.004	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		361.1	324.7	351.5	541.1	
Peso suelo seco + tara (g)		318.4	282.0	298.9	453.4	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		42.7	42.7	52.6	87.7	
Peso de suelo seco (g)		318.4	282.0	298.9	453.4	
Contenido de agua		13.41	15.14	17.60	19.34	
Peso volumétrico seco		1.552	1.669	1.730	1.679	
Densidad máxima seca:	1.730	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.41	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.1% fibras de plátano; Muestra: M-03  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 26/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 26/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 30/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición**  
 NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	12		30		50	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa/Nº	56		25		12	
<b>Condición de la muestra</b>						
	Mo saturado	Saturado	Mo saturado	Saturado	Mo saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12123	12171	12032	12133	11867	12045
Peso de molde	7808	7808	7910	7910	7894	7854
Peso de suelo húmedo	4315	4363	4122	4223	3973	4151
Volumen del molde	2121	2121	2109	2109	2128	2128
Densidad húmeda	2.034	2.057	1.954	2.002	1.867	1.951
% de humedad	17.53	19.47	17.56	21.35	17.34	23.43
Densidad seca	1.731	1.722	1.662	1.650	1.591	1.581
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	418.4	418.4	374.2	376.2	500.0	500.0
Tarro + suelo seco	356.0	356.2	320.0	310.0	426.1	405.1
Peso de agua	62.4	62.2	56.2	66.2	73.9	94.9
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	356.0	356.2	320.0	310.0	426.1	405.1
% de humedad	17.53	19.47	17.56	21.35	17.34	23.43

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
26/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27/11/22	14:30	32	52.9	1.34	1.2	68.9	1.75	1.5	88.5	2.50	2.2
28/11/22	14:30	42	72.5	1.84	1.6	84.5	2.15	1.9	115.4	2.93	2.5
29/11/22	14:30	65	81.4	2.07	1.8	102.6	2.61	2.3	132.2	3.36	2.9
30/11/22	14:30	95	94.5	2.40	2.1	118.4	3.01	2.6	149.5	3.80	3.3

Penetración													
Penetración	Carga	Molde Nº 12				Molde Nº 30				Molde Nº 50			
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	20.6	2			21.4	1			14.6	1			
0.050	58.8	3			34.6	2			24.8	1			
0.075	82.6	4			58.8	3			36.9	2			
0.100	70.3	126.9	6	8.3	11.8	82.9	4	5.9	8.3	54.8	3	4.5	
0.125		176.1	9			112.1	6			75.0	4		
0.150		216.2	11			142.6	7			99.1	5		
0.200	103.3	284.5	14	16.4	13.3	194.9	10	11.3	10.8	138.9	7	8.8	
0.300		421.1	21			261.1	14			221.1	11		
0.400		521.4	26			361.7	18			291.5	15		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

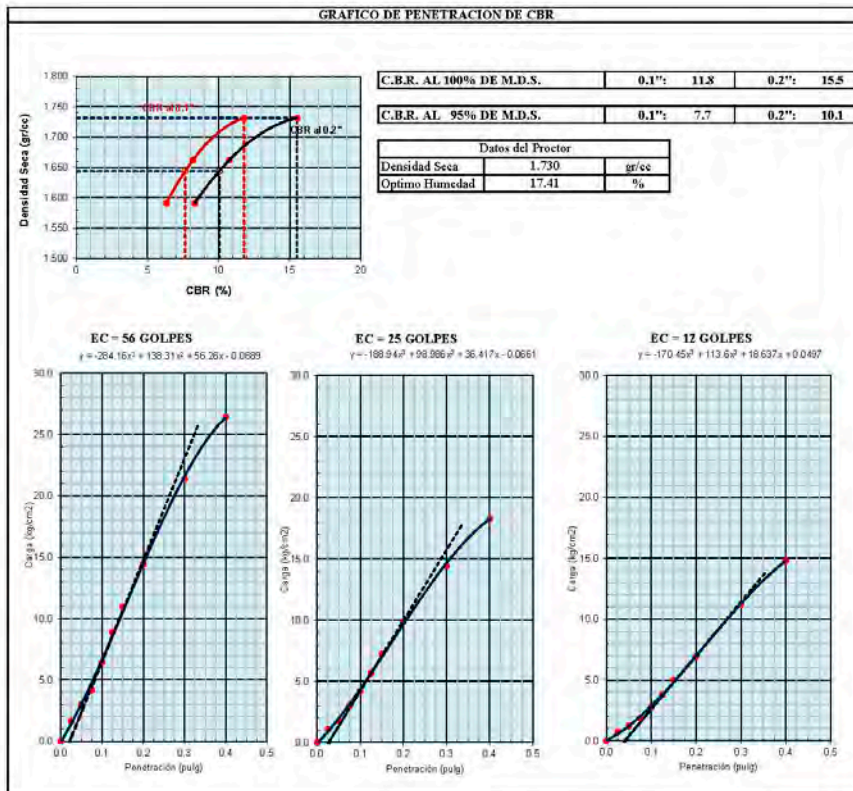


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 26/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,1% fibras de plátano; Muestra: M-03  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 26/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**FECHA DE ENSAYO** : 26/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía  
**FECHA DE EMISION** : 30/11/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.3% fibras de plátano; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 28/11/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 28/11/2022

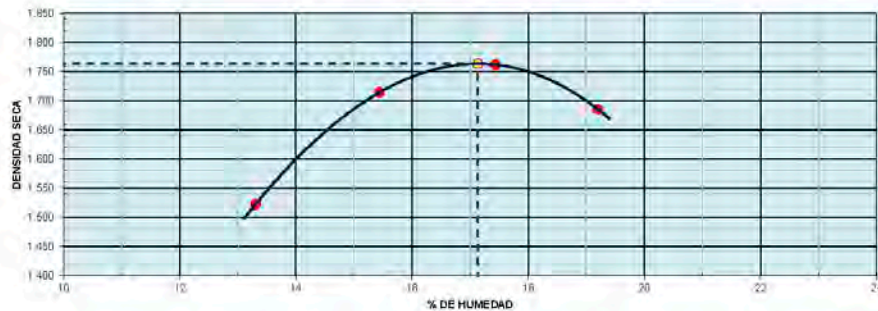
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 02/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10123	10662	10856	10726	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3669	4208	4402	4272	
Peso volumétrico húmedo		1.725	1.978	2.070	2.008	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		546.4	417.9	312.5	462.5	
Peso suelo seco + tara (g)		484.0	362.0	266.1	388.0	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		64.4	55.9	46.4	74.5	
Peso de suelo seco (g)		484.0	362.0	266.1	388.0	
Contenido de agua		13.31	15.44	17.44	19.20	
Peso volumétrico seco		1.522	1.714	1.762	1.685	
Densidad máxima seca:	1.764	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.13	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.3% fibras de plátano; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 28/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 28/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 02/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO												
<b>Densidad volumétrica</b>												
Nº de molde	13		85		12							
Nº capa	5		5		5							
Golpes por capa (Nº)	56		55		12							
<b>Características de la muestra</b>												
	Mo saturado	Saturado	Mo saturado	Saturado	Mo saturado	Saturado						
Peso molde + suelo húmedo	12446	12505	11668	11786	12032	12203						
Peso de molde	7829	7829	7475	7475	7971	7971						
Peso de suelo húmedo	4617	4676	4193	4311	4061	4232						
Volumen del molde	2232	2232	2109	2109	2127	2127						
Densidad húmeda	2.069	2.095	1.988	2.044	1.909	1.990						
% de humedad	17.56	19.48	17.43	21.42	17.63	23.40						
Densidad seca	1.763	1.759	1.693	1.683	1.625	1.613						
<b>Contenido de humedad</b>												
Nº de tarro	-		-		-							
Tarro + suelo húmedo	364.8	364.8	421.1	421.1	581.1	581.1						
Tarro + suelo seco	310.5	305.0	358.6	346.8	494.0	470.9						
Peso de agua	53.9	59.4	62.5	74.3	87.1	110.2						
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
Peso del suelo seco	310.5	305.0	358.6	346.8	494.0	470.9						
% de humedad	17.36	19.48	17.43	21.42	17.63	23.40						
<b>Expansión</b>												
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión			
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%	
28/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
29/11/22	14:30	32	51.9	1.32	1.1	75.4	1.99	1.7	95.6	2.50	2.2	
30/11/22	14:30	42	64.5	1.64	1.4	92.6	2.35	2.0	112.1	2.85	2.5	
01/12/22	14:30	65	78.4	1.99	1.7	105.6	2.68	2.3	125.8	3.20	2.8	
05/12/22	14:30	95	98.5	2.50	2.2	118.4	3.01	2.6	142.4	3.62	3.1	
<b>Penetración</b>												
Penetración	Carga	Molde 17"			Molde 15"			Molde 12"				
		kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	36.8	2				24.5	1			14.6	1	
0.050	74.8	4				46.5	2			28.6	1	
0.075	121.1	6				66.9	3			34.8	2	
0.100	187.1	9	9.7	13.8		99.2	5	6.9	9.8	58.1	3	3.1
0.125	223.9	11				131.1	7			84.9	4	
0.150	270.4	14				166.2	8			116.4	6	
0.200	365.2	18	19.1	18.1		222.4	12	13.4	12.7	151.5	8	10.3
0.300	500.1	25				304.5	16			240.0	13	
0.400	600.1	30				404.6	21			342.4	17	
0.500												

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Chiclayo, Lambayeque, Perú  
 948 852 622



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



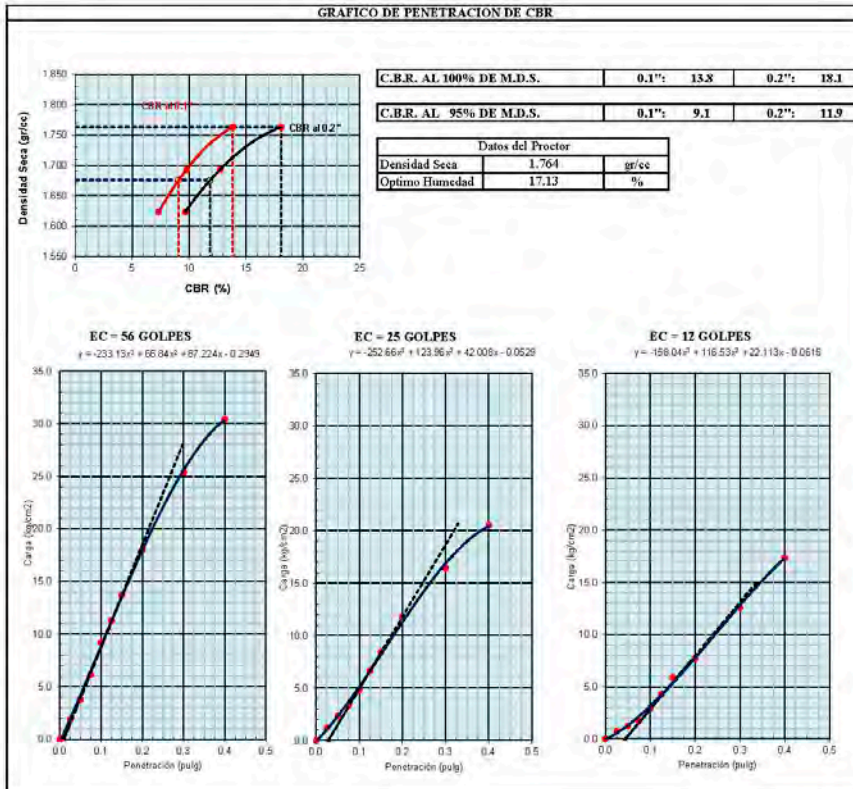
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,3% fibras de plátano; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 28/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 28/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 02/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejias  
 M.C. S.N. 116578



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,3% fibras de plátano; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 28/11/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 28/11/2022

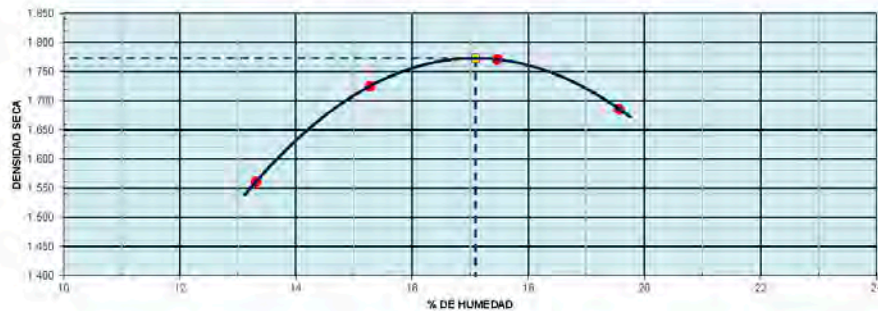
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 02/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/ft<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127		PESO DEL MOLDE (g) :	6454	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10216	10684	10878	10742		
Peso suelo húmedo compactado (g)	3762	4230	4424	4288		
Peso volumétrico húmedo	1.769	1.989	2.080	2.016		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	368.5	516.2	244.8	325.2		
Peso suelo seco + tara (g)	325.2	447.8	208.4	272.0		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	43.3	68.4	36.4	53.2		
Peso de suelo seco (g)	325.2	447.8	208.4	272.0		
Contenido de agua	13.31	15.27	17.47	19.56		
Peso volumétrico seco	1.561	1.725	1.771	1.686		
Densidad máxima seca:	1.773 g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :		17.09	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.3% fibras de plátano; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCION :** 28/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO :** 28/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION :** 02/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	15		39		29	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
<b>Caracterización de la muestra</b>						
	Elv saturado	Saturado	Elv saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	11992	12039	12194	12310	12135	12316
Peso de molde	7576	7576	7894	7894	8076	8076
Peso de suelo húmedo	4416	4463	4300	4416	4059	4240
Volumen del molde	2123	2123	2150	2150	2110	2110
Densidad húmeda	2.090	2.102	2.000	2.054	1.924	2.009
% de humedad	17.29	19.43	17.40	21.30	17.75	23.44
Densidad seca	1.773	1.760	1.704	1.693	1.634	1.628
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	384.7	384.7	401.5	401.5	529.0	529.0
Tarro + suelo seco	328.0	322.1	342.0	351.0	443.0	424.5
Peso de agua	56.7	62.6	59.5	70.5	79.0	92.5
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	328.0	322.1	342.0	331.0	443.0	424.5
% de humedad	17.29	19.43	17.40	21.30	17.75	23.44

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
28/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29/11/22	14:30	32	51.1	1.30	1.1	78.4	1.99	1.7	98.4	2.50	2.2
30/11/22	14:30	42	66.3	1.68	1.5	94.5	2.40	2.1	112.1	2.85	2.5
01/12/22	14:30	65	80.9	2.03	1.8	106.5	2.71	2.3	126.9	3.22	2.8
05/12/22	14:30	95	96.5	2.45	2.1	118.8	3.02	2.6	142.5	3.63	3.1

Penetración													
Penetración	Carga	Molde Nº 15				Molde Nº 39				Molde Nº 29			
		Stand	Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección			
	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	37.8	2				26.9	1			19.5	1		
0.050	75.6	4				46.9	2			36.6	2		
0.075	113.4	6				66.9	3			53.6	3		
0.100	151.2	8	9.3	13.2	95.6	5	6.9	9.7	80.2	3	3.2	7.4	
0.125	189.0	11				134.0	7			105.5	4		
0.150	226.8	13				168.9	9			118.5	6		
0.200	302.4	18	18.3	19.5	252.6	12	13.4	12.7	154.6	8	10.3	9.7	
0.300	453.6	24				331.4	17			251.6	13		
0.400	604.8	31				415.1	21			336.2	15		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 Revisado y aprobado.



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

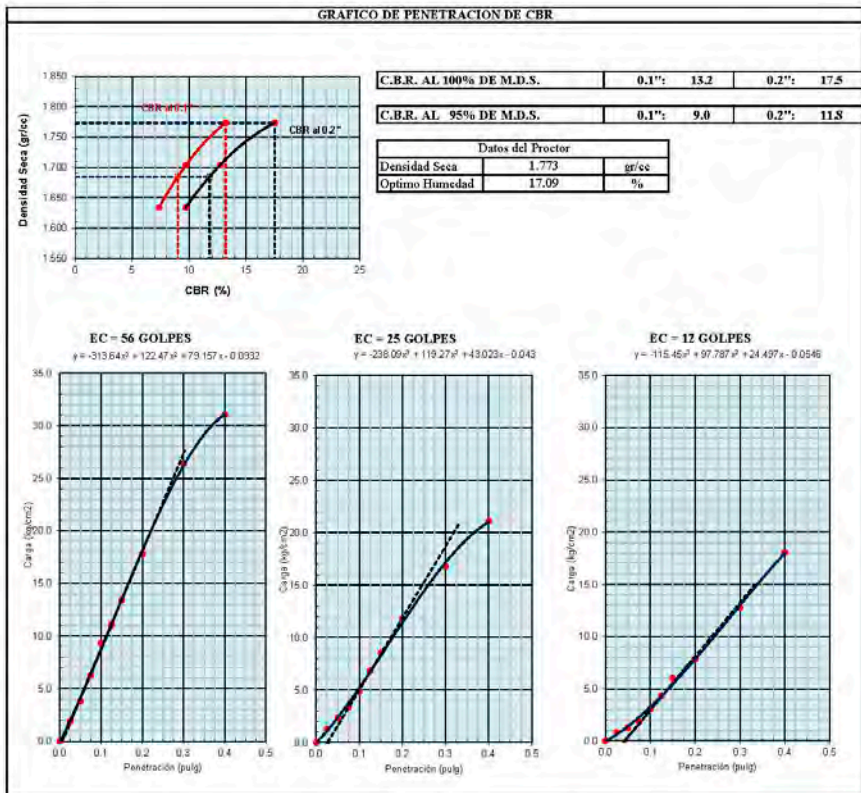


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,3% fibras de plátano; Muestra: M-02  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 28/11/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**FECHA DE ENSAYO** : 28/11/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia  
**FECHA DE EMISION** : 02/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Chiclayo - Lambayeque



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,3% fibras de plátano; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 28/11/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 28/11/2022

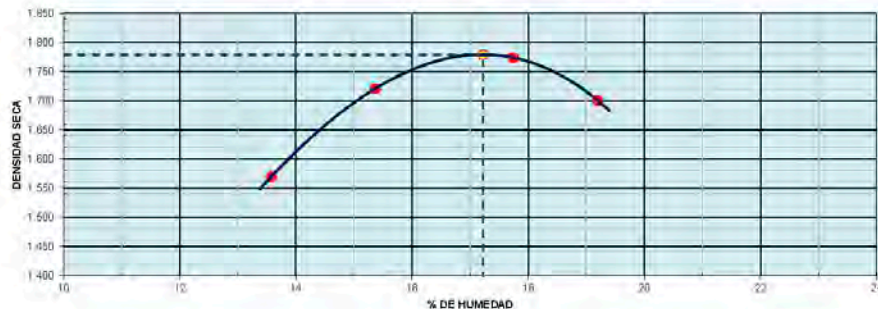
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia **FECHA DE EMISION** : 02/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volúmen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10245	10678	10896	10765	
Peso suelo húmedo compactado (g)		3791	4224	4442	4311	
Peso volumétrico húmedo		1.782	1.986	2.088	2.027	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		445.2	477.4	300.0	418.4	
Peso suelo seco + tara (g)		392.0	413.8	254.8	351.0	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		53.2	63.6	45.2	67.4	
Peso de suelo seco (g)		392.0	413.8	254.8	351.0	
Contenido de agua		13.57	15.37	17.74	19.20	
Peso volumétrico seco		1.569	1.721	1.774	1.700	
Densidad máxima seca:	1.779	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.22	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejia



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.3% fibras de plátano; Muestra: M-03  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 28/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 28/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 02/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO											
<b>Densidad volumétrica</b>											
Nº de molde	5			11			21				
Nº capa	5			5			5				
Golpes por capa Nº	56			55			12				
<b>Condición de la muestra</b>											
	Ello saturado	Saturado	Ello saturado	Saturado	No saturado	Saturado					
Peso molde + suelo húmedo	11578	11632	12590	12700	11656	11845					
Peso de molde	7145	7145	8259	8259	7603	7603					
Peso de suelo húmedo	4433	4487	4291	4401	4053	4242					
Volumen del molde	2123	2125	2134	2134	2107	2107					
Densidad húmeda	2.088	2.114	2.011	2.052	1.924	2.013					
% de humedad	17.38	19.63	17.66	21.62	17.40	23.57					
Densidad seca	1.779	1.767	1.709	1.699	1.639	1.629					
<b>Contenido de humedad</b>											
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + suelo húmedo	474.8	474.8	578.9	578.9	510.1	570.1					
Tarro + suelo seco	404.5	396.9	492.0	476.0	434.5	412.8					
Peso de agua	70.3	77.9	86.9	102.9	75.6	97.3					
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Peso del suelo seco	404.5	396.9	492.0	476.0	434.5	412.8					
% de humedad	17.38	19.63	17.66	21.62	17.40	23.57					
<b>Expansión</b>											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm.	%	Dial	mm.	%	Dial	mm.	%
28/11/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29/11/22	14:30	32	54.1	1.37	1.2	62.4	1.55	1.4	84.1	2.39	2.1
30/11/22	14:30	42	62.5	1.59	1.4	78.9	2.00	1.7	112.1	2.85	2.5
01/12/22	14:30	65	72.4	1.84	1.6	102.1	2.59	2.2	124.4	3.16	2.7
05/12/22	14:30	95	85.9	2.12	1.9	117.4	2.92	2.6	138.5	3.53	3.1
<b>Penetración</b>											
Penetración	Carga	Molde Nº 9			Molde Nº 11			Molde Nº 27			
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección	
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	39.8	2		26.9	1		38.4	1			
0.050	79.6	4		47.8	2		38.8	1			
0.075	119.4	6		67.8	3		38.8	2			
0.100	159.2	8	9.4	87.5	4	6.6	38.5	3	3.2	7.6	
0.125	198.9	11	13.4	106.9	5	9.4	38.5	4			
0.150	238.7	14	17.4	126.2	6	12.2	38.5	5			
0.200	318.3	18	22.4	165.5	8	16.2	38.5	6			
0.300	477.4	27	33.4	244.8	12	24.2	38.5	8			
0.400	636.5	35	44.4	324.1	15	32.2	38.5	10			
0.500	795.6	43	55.4	403.4	18	40.2	38.5	12			

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Chiclayo, Lambayeque  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



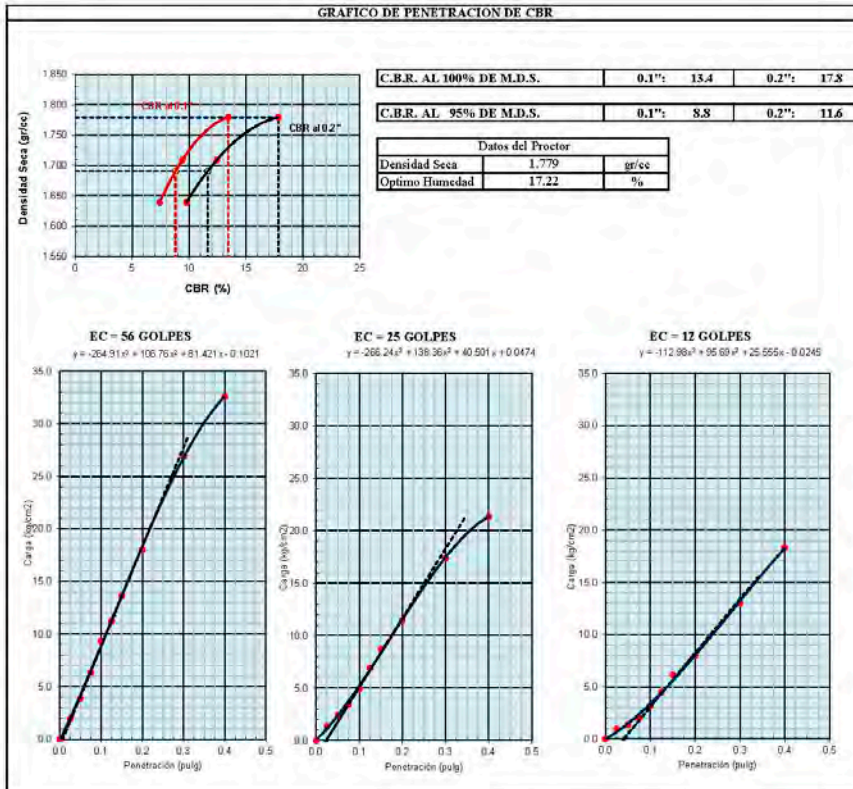
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,3% fibras de plátano; Muestra: M-03  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 28/11/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 28/11/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 28/11/2022  
**FECHA DE EMISION** : 02/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejia  
 REG. CTR. 112778



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,5% fibras de plátano; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/12/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022

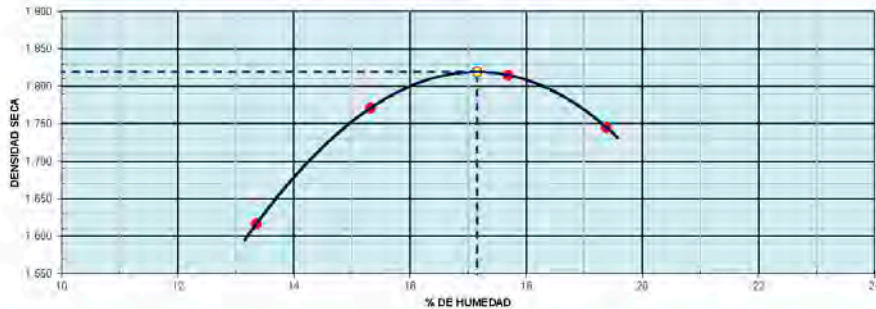
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie·lb/ft<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127		PESO DEL MOLDE (g) :	6454	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10350	10798	10998	10884		
Peso suelo húmedo compactado (g)	3896	4344	4544	4430		
Peso volumétrico húmedo	1.832	2.042	2.136	2.083		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	401.5	394.4	478.4	521.1		
Peso suelo seco + tara (g)	354.2	342.0	406.5	436.5		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	47.3	52.4	71.9	84.6		
Peso de suelo seco (g)	354.2	342.0	406.5	436.5		
Contenido de agua	13.35	15.32	17.69	19.38		
Peso volumétrico seco	1.616	1.771	1.815	1.745		
Densidad máxima seca:	1.819 g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :		17.15	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 CHICLAYO, PERU  
 REG. DE M. 15272



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.5% fibras de plátano; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
Nº de molde	44		65		10	
Nº capa	5		5		5	
Golpes por capa/Nº	56		25		12	
<b>Condición de la muestra</b>						
	Elv saturado	Saturado	Elv saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12036	12099	12376	12905	11189	11250
Peso de molde	7532	7532	8086	8086	6938	6938
Peso de suelo húmedo	4504	4566	4290	4419	4171	4352
Volumen del molde	2113	2113	2086	2086	2117	2117
Densidad húmeda	2.132	2.161	2.057	2.118	1.970	2.056
% de humedad	17.22	19.53	17.62	21.82	17.40	23.30
Densidad seca	1.819	1.808	1.749	1.739	1.678	1.667
<b>Contenido de humedad</b>						
Nº de tarro						
Tarro + suelo húmedo	388.0	388.0	341.1	341.1	649.2	649.2
Tarro + suelo seco	331.0	324.6	290.0	280.0	553.0	526.5
Peso de agua	57.0	63.4	51.1	61.1	96.2	122.7
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco	331.0	324.6	290.0	280.0	553.0	526.5
% de humedad	17.22	19.53	17.62	21.82	17.40	23.30

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
02/12/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03/12/22	14:30	32	48.9	1.24	1.1	53.6	1.36	1.2	89.9	2.05	1.8
04/12/22	14:30	42	54.4	1.38	1.2	75.8	1.93	1.7	94.6	2.40	2.1
05/12/22	14:30	65	65.5	1.66	1.4	94.4	2.40	2.1	112.1	2.85	2.5
06/12/22	14:30	95	87.8	2.23	1.9	106.9	2.72	2.4	138.5	3.26	2.8

Penetración													
Penetración	Carga	Molde 1"				Molde 1 1/2"				Molde 2"			
		Shad	Carga	Corrección	%	Shad	Carga	Corrección	%	Shad	Carga	Corrección	%
0.000	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.025		41.8	2			26.9	1			10.5	1		
0.050		69.8	4			53.1	2			46.5	2		
0.075		106.5	6			88.9	3			72.1	3		
0.100		158.4	8	10.4	147	118.5	4	7.7	10.8	102.5	5	6.2	8.9
0.125		201.1	10			152.6	5			128.4	7		
0.150		245.6	12			189.2	6			162.4	8		
0.200		354.8	16	20.3	19.4	268.4	14	15.2	14.4	221.4	11	12.4	11.8
0.300		525.1	27			405.4	21			325.9	17		
0.400		684.1	35			515.3	26			401.5	20		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



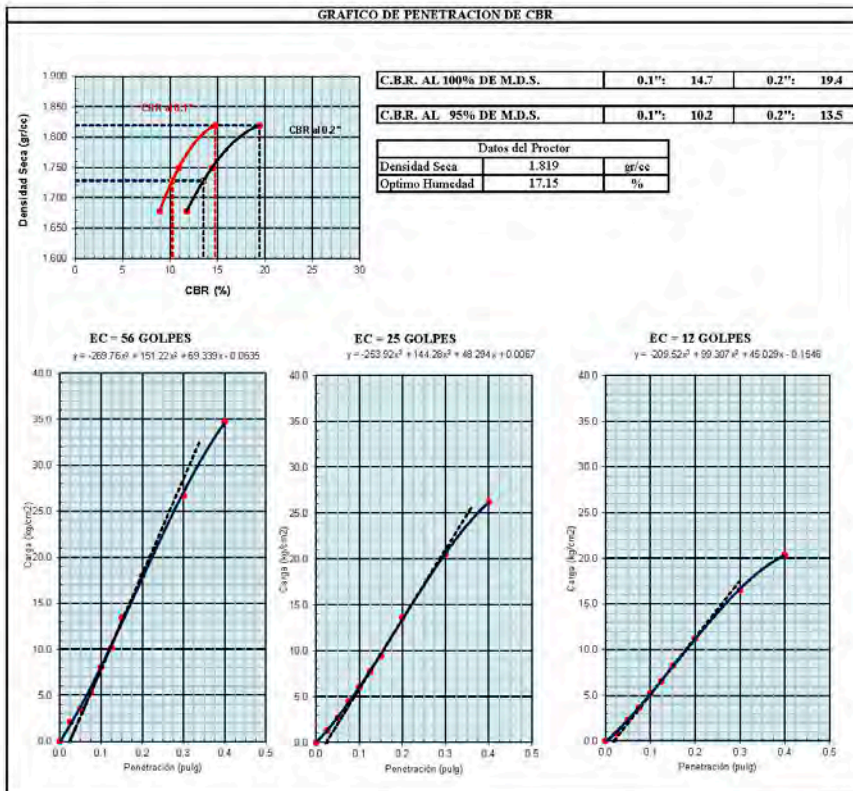
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,5% fibras de plátano; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejia  
 06/12/2022



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,5% fibras de plátano; Muestra: M-02 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/12/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022

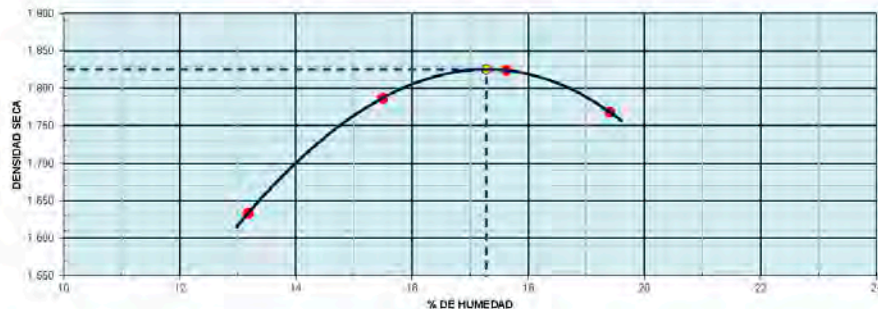
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10384	10845	11018	10945		
Peso suelo húmedo compactado (g)	3930	4391	4564	4491		
Peso volumétrico húmedo	1.848	2.064	2.146	2.111		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	316.9	584.4	341.1	474.4		
Peso suelo seco + tara (g)	280.0	506.0	290.0	397.3		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	36.9	78.4	51.1	77.1		
Peso de suelo seco (g)	280.0	506.0	290.0	397.3		
Contenido de agua	13.18	15.49	17.62	19.41		
Peso volumétrico seco	1.633	1.787	1.824	1.768		
Densidad máxima seca:	1.825	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.28	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.5% fibras de plátano; Muestra: M-02  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición**  
 NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO													
<b>Densidad volumétrica</b>													
Nº de molde	16		21		66								
Nº capa	5		5		5								
Golpes por capa (Nº)	56		25		12								
<b>Condición de la muestra</b>													
	Mo saturado	Saturado	Mo saturado	Saturado	Mo saturado	Saturado							
Peso molde + suelo húmedo	12354	12399	12036	12174	12194	12382							
Peso de molde	7807	7807	7711	7711	7981	7981							
Peso de suelo húmedo	4547	4591	4325	4463	4213	4401							
Volumen del molde	2121	2121	2099	2099	2128	2128							
Densidad húmeda	2.144	2.165	2.061	2.126	1.980	2.068							
% de humedad	17.56	19.49	17.39	21.75	17.54	23.47							
Densidad seca	1.824	1.812	1.756	1.746	1.685	1.675							
<b>Contenido de humedad</b>													
Nº de tarro													
Tarro + suelo húmedo	471.4	471.4	387.4	387.4	391.4	391.4							
Tarro + suelo seco	401.0	394.5	330.0	318.2	333.0	317.0							
Peso de agua	70.4	76.9	57.4	69.2	58.4	74.4							
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
Peso del suelo seco	401.0	394.5	330.0	318.2	333.0	317.0							
% de humedad	17.56	19.49	17.39	21.75	17.54	23.47							
<b>Expansión</b>													
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión				
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%		
02/12/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
03/12/22	14:30	32	42.4	1.08	0.9	62.4	1.58	1.4	91.1	2.31	2.0		
04/12/22	14:30	42	57.4	1.46	1.3	78.9	2.00	1.7	102.1	2.59	2.3		
05/12/22	14:30	65	62.5	1.59	1.4	98.5	2.50	2.2	118.8	3.02	2.6		
06/12/22	14:30	95	87.4	2.22	1.9	114.5	2.91	2.5	135.6	3.44	3.0		
<b>Penetración</b>													
Penetración	Carga	Molde 16"				Molde 21"				Molde 66"			
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		40.9	2			26.3	1			10.5	1		
0.050		65.8	3			49.9	2			46.8	2		
0.075		101.1	5			91.5	5			73.6	4		
0.100	70.2	152.2	8	10.5	15.0	121.1	6	7.7	11.8	100.5	6	6.2	9.8
0.125		208.6	11			154.5	8			131.8	7		
0.150		251.4	13			189.5	10			168.5	9		
0.200	103.2	361.8	18	20.8	19.6	271.4	14	15.3	14.3	224.5	11	12.8	11.9
0.300		512.1	26			408.1	21			342.1	17		
0.400		691.1	35			521.7	26			416.8	21		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Calle 10 de Julio 1000 Chiclayo - Lambayeque  
 Telf: 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



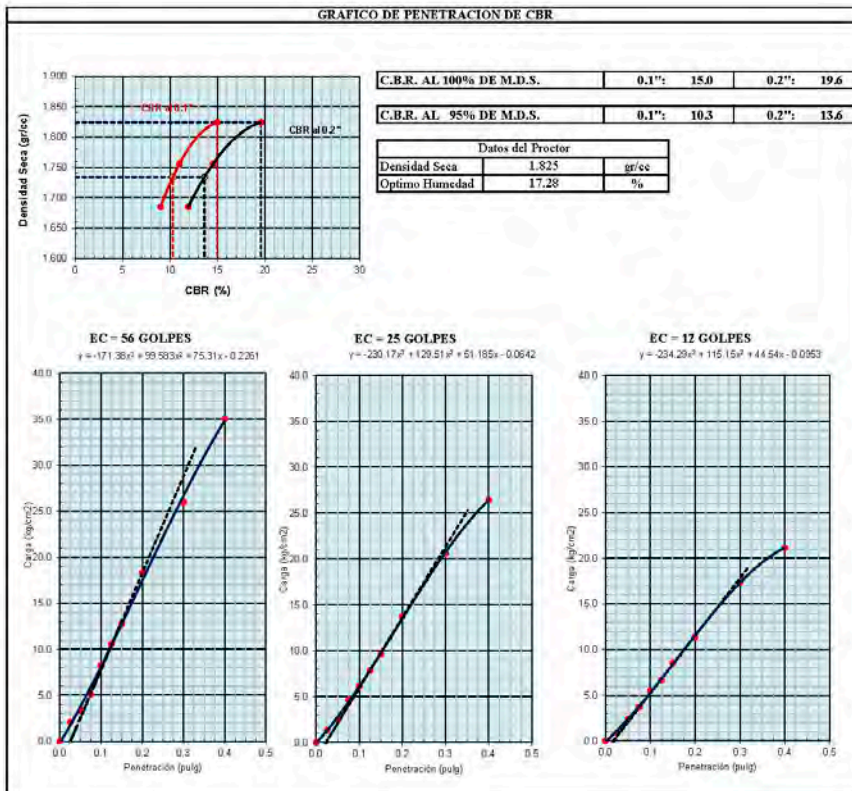
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,5% fibras de plátano; Muestra: M-02  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Chiclayo, Lambayeque, Perú  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,5% fibras de plátano; Muestra: M-03 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/12/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022

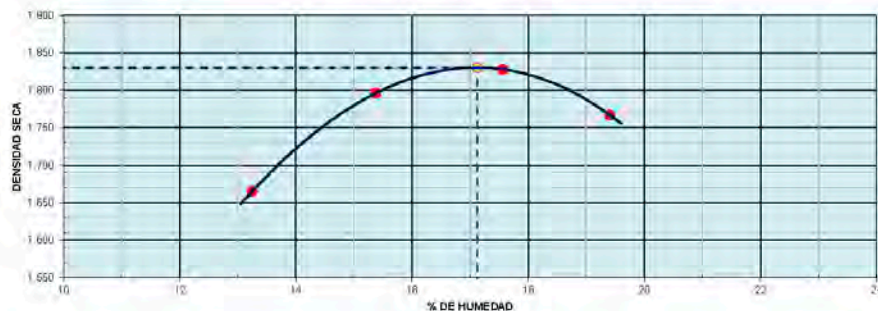
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/ft<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127		6454		METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10465	10862	11026	10942		
Peso suelo húmedo compactado (g)	4011	4408	4572	4488		
Peso volumétrico húmedo	1.886	2.072	2.150	2.110		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	345.4	324.2	361.5	400.0		
Peso suelo seco + tara (g)	305.0	281.0	307.5	335.0		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	40.4	43.2	54.0	65.0		
Peso de suelo seco (g)	305.0	281.0	307.5	335.0		
Contenido de agua	13.25	15.37	17.56	19.40		
Peso volumétrico seco	1.665	1.796	1.828	1.767		
Densidad máxima seca:	1.830 g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :		17.12	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Avenida Vicente Ruso Lote 1 S/N  
 Chiclayo - Lambayeque - Perú  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0.5% fibras de plátano; Muestra: M-03  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición**  
 NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO							
<b>Densidad volumétrica</b>							
Nº de molde	5		20		41		
Nº capa	5		5		5		
Golpes por capa/Nº	56		55		12		
<b>Condición de la muestra</b>							
	Mo saturado	Secado	Mo saturado	Secado	Mo saturado	Secado	
Peso molde + suelo húmedo	12496	12554	11422	11582	12120	12310	
Peso de molde	7931	7931	7071	7071	7894	7894	
Peso de suelo húmedo	4567	4623	4351	4491	4226	4416	
Volumen del molde	2123	2123	2106	2106	2128	2128	
Densidad húmeda	2.151	2.170	2.066	2.132	1.989	2.075	
% de humedad	17.33	19.56	17.18	21.57	17.38	23.55	
Densidad seca	1.833	1.822	1.763	1.754	1.692	1.682	
<b>Contenido de humedad</b>							
Nº de tarro	-		-		-		
Tarro + suelo húmedo	320.9	320.9	403.8	401.8	298.5	299.5	
Tarro + suelo seco	275.5	268.4	342.9	330.5	254.3	242.0	
Peso de agua	47.4	52.5	58.9	71.3	44.2	56.5	
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo seco	273.5	268.4	342.9	330.5	254.3	242.0	
% de humedad	17.33	19.56	17.18	21.57	17.38	23.55	

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
02/12/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03/12/22	14:30	32	61.5	1.56	1.4	78.1	1.95	1.7	91.9	2.33	2.0
04/12/22	14:30	42	75.4	1.92	1.7	98.5	2.50	2.2	112.1	2.85	2.5
05/12/22	14:30	65	88.9	2.26	2.0	112.1	2.85	2.5	121.4	3.08	2.7
06/12/22	14:30	95	105.3	2.67	2.3	124.4	3.16	2.7	138.4	3.53	3.1

Penetración														
Penetración	Carga Standard	Molde 1"				Molde 2"				Molde 3"				41
		Carga	Corrección			Carga	Corrección			Carga	Corrección			
psig	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	
0.000	0	0	0			0	0			0	0			
0.020	36.8	2				20.6	1			19.2	1			
0.030	66.8	3				52.4	3			48.4	2			
0.075	106.4	5				92.6	5			74.5	4			
0.100	70.2	1642	8	10.5	14.9	124.5	6	7.4	10.5	102.1	5	3.9	8.5	
0.120		212.1	11			158.3	8			132.5	7			
0.150		264.9	13			192.5	10			161.4	9			
0.200	103.2	388.5	15	20.6	19.6	265.4	13	14.6	13.9	216.5	11	11.8	11.2	
0.300		524.5	27			402.1	20			320.5	17			
0.400		685.1	35			512.1	26			421.1	21			
0.500														

Revisado y aprobado.



\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



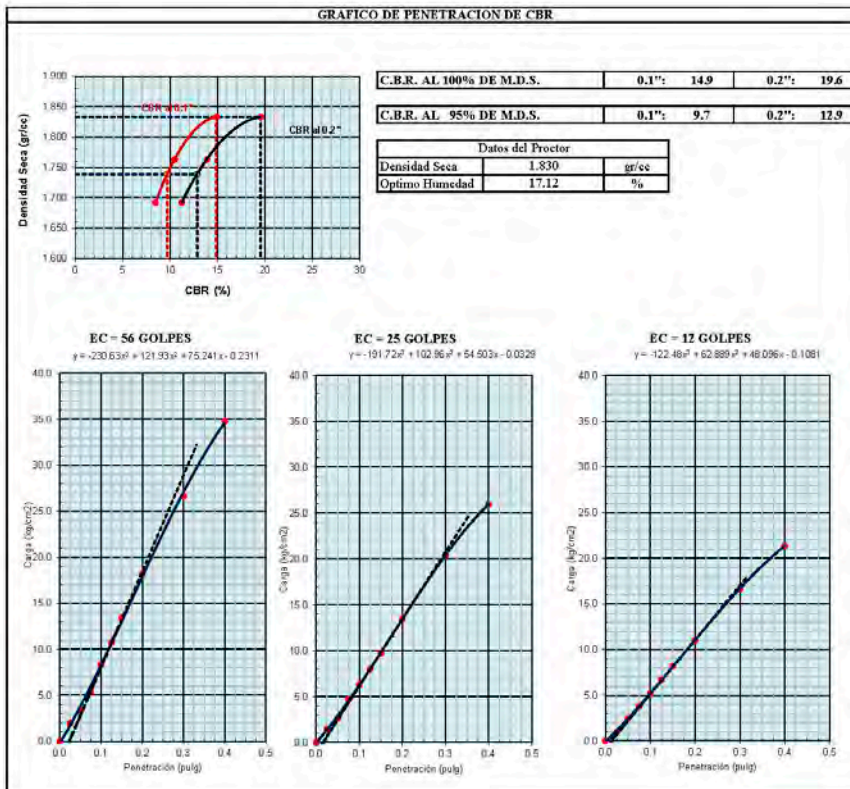
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,5% fibras de plátano; Muestra: M-03  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)

### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejia  
 TECNICO ENCARGADO



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva **FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-01 **HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : - **MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : - **FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/12/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450 **FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022

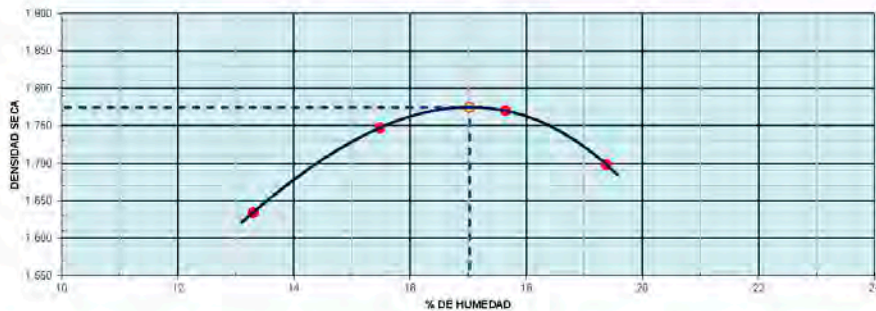
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía **FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie·lb/pie<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos	1	2	3	4		
Peso molde + molde (g)	10391	10745	10884	10765		
Peso suelo húmedo compactado (g)	3937	4291	4430	4311		
Peso volumétrico húmedo	1.851	2.017	2.083	2.027		
Contenido de humedad						
Número de recipiente	1	2	3	4		
Peso suelo húmedo + tara (g)	319.5	411.1	294.1	346.2		
Peso suelo seco + tara (g)	282.0	356.0	250.0	290.0		
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	37.5	55.1	44.1	56.2		
Peso de suelo seco (g)	282.0	356.0	250.0	290.0		
Contenido de agua	13.30	15.48	17.64	19.38		
Peso volumétrico seco	1.634	1.747	1.770	1.698		
Densidad máxima seca:	1.775	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.02	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 TECNICO ENCARGADO



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-01  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO							
<b>Densidad volumétrica</b>							
Nº de molde	22			19			1
Nº capa	5			5			5
Golpes por capa Nº	56			55			12
<b>Composición de la muestra</b>							
	Elv saturado	Saturado	Elv saturado	Saturado	No saturado	Saturado	
Peso molde + suelo húmedo	11943	12012	12232	12356	11623	11793	
Peso de molde	7530	7530	7582	7582	7676	7676	
Peso de suelo húmedo	4413	4482	4650	4774	3947	4117	
Volumen del molde	2121	2121	2123	2123	2054	2054	
Densidad húmeda	2.081	2.113	2.202	2.250	1.921	2.006	
% de humedad	17.26	19.78	17.35	21.52	17.42	23.42	
Densidad seca	1.775	1.768	1.706	1.699	1.636	1.625	
<b>Contenido de humedad</b>							
Nº de tarro	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + suelo húmedo	311.9	311.9	407.2	407.2	349.9	349.9	
Tarro + suelo seco	266.0	266.4	347.0	335.1	298.0	283.5	
Peso de agua	45.9	51.5	60.2	72.1	51.9	66.4	
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo seco	266.0	266.4	347.0	335.1	298.0	283.5	
% de humedad	17.26	19.78	17.35	21.52	17.42	23.42	

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
02/12/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03/12/22	14:30	32	5.8.9	1.45	1.3	72.9	1.85	1.6	78.9	2.00	1.7
04/12/22	14:30	42	68.8	1.75	1.5	84.4	2.14	1.9	98.2	2.49	2.2
05/12/22	14:30	65	81.4	2.07	1.8	96.8	2.46	2.1	116.1	2.95	2.6
06/12/22	14:30	95	92.4	2.35	2.0	113.1	2.85	2.5	128.8	3.23	2.8

Penetración													
Penetración	Carga Standard	Molde Nº 22				Molde Nº 19				Molde Nº 1			
		Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%	Carga	Corrección	%			
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	24.8	1			70.1	1			14.6	1			
0.050	44.8	2			82.2	2			26.5	1			
0.075	70.5	4			84.6	3			38.6	2			
0.100	70.2	110.1	8	8.8	12.6	85.6	4	6.8	9.7	89.9	3	3.7	8.1
0.125	151.1	8			116.0	8			82.5	4			
0.150	186.9	10			161.1	8			108.7	5			
0.200	282.5	14	16.9	16.0	212.0	11	13.0	12.3	175.5	9	10.2	10.2	
0.300	381.2	19			294.8	15			238.6	12			
0.400	482.1	25			366.1	19			281.1	16			
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

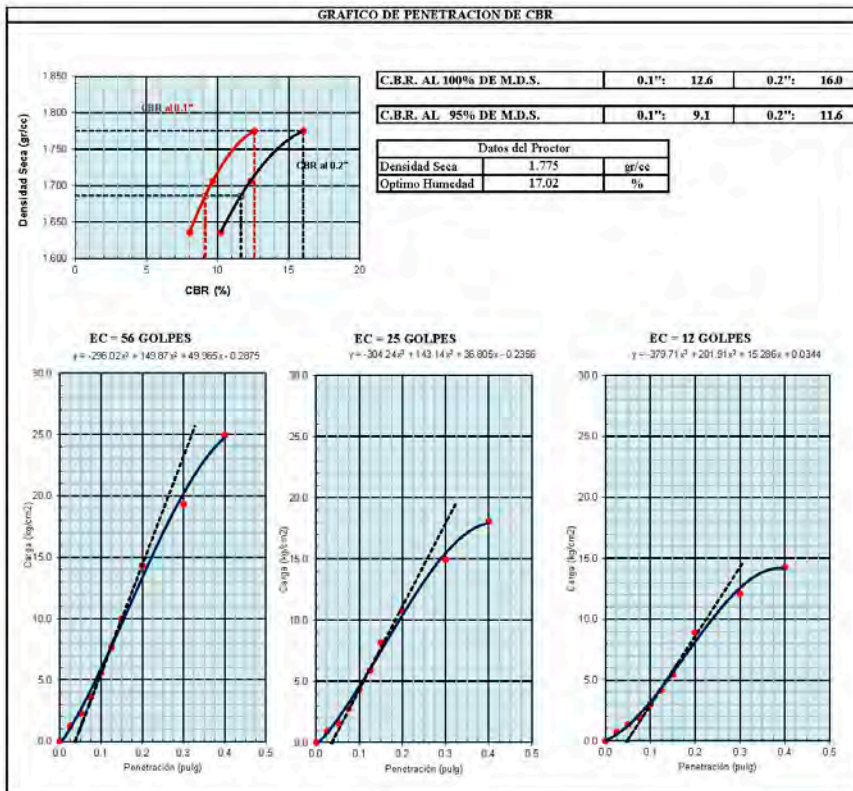


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-01  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 w.d. 01/12/2022



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-02

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : -

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450

**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022

**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/12/2022

**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022

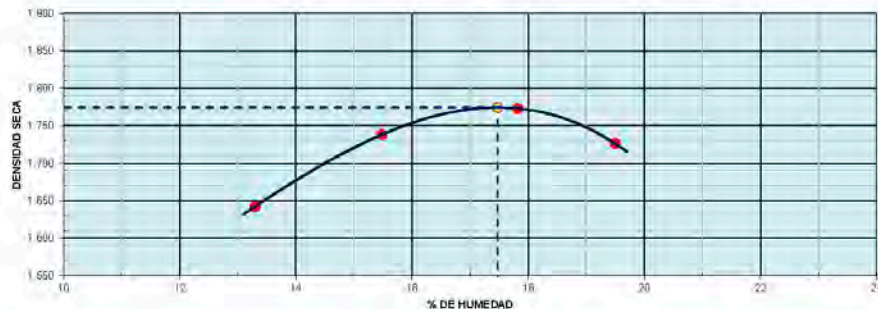
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/ft<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO					
Densidad volumétrica					
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (g) :		METODO		"C"
2127	1	2	3	4	
Número de ensayos	10410	10724	10898	10842	
Peso molde + molde (g)	3956	4270	4444	4388	
Peso suelo húmedo compactado (g)	1.860	2.008	2.089	2.063	
Contenido de humedad					
Número de recipiente	1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)	319.5	411.1	394.1	476.2	
Peso suelo seco + tara (g)	282.0	356.0	334.5	398.5	
Peso de la tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)	37.5	55.1	59.6	77.7	
Peso de suelo seco (g)	282.0	356.0	334.5	398.5	
Contenido de agua	13.30	15.48	17.82	19.50	
Peso volumétrico seco	1.642	1.738	1.773	1.726	
Densidad máxima seca:	1.774 g/cm <sup>3</sup>		Húmedad óptima :		17.47 %

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 TECNICO ENCARGADO



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-02  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO							
<b>Densidad volumétrica</b>							
Nº de molde	6		45		10		
Nº capa	5		5		5		
Golpes por capa Nº	56		25		12		
<b>Condición de la muestra</b>							
	Elv saturado	Saturado	Elv saturado	Saturado	No saturado	Saturado	
Peso molde + suelo húmedo	12340	12397	12415	12332	11756	11932	
Peso de molde	7512	7512	8151	8151	7657	7657	
Peso de suelo húmedo	4428	4485	4264	4381	4099	4275	
Volumen del molde	2134	2134	2128	2128	2134	2134	
Densidad húmeda	2.085	2.112	2.004	2.059	1.921	2.003	
% de humedad	17.50	19.65	17.93	21.51	17.60	23.58	
Densidad seca	1.774	1.765	1.705	1.699	1.634	1.621	
<b>Contenido de humedad</b>							
Nº de tarro	-		-		-		
Tarro + suelo húmedo	510.9	510.9	610.1	610.1	344.1	344.1	
Tarro + suelo seco	434.8	427.0	519.1	502.1	292.6	278.4	
Peso de agua	76.1	83.9	91.0	108.0	51.5	65.7	
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo seco	434.8	427.0	519.1	502.1	292.6	278.4	
% de humedad	17.50	19.65	17.93	21.51	17.60	23.58	

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
02/12/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
03/12/22	14:30	32	45.5	1.16	1.0	54.8	1.39	1.2	73.9	1.88	
04/12/22	14:30	42	37.5	1.47	1.3	65.5	1.66	1.4	98.4	2.50	
05/12/22	14:30	65	66.8	1.76	1.5	89.5	2.27	2.0	112.1	2.85	
06/12/22	14:30	95	84.2	2.14	1.9	102.1	2.59	2.2	124.5	3.16	

Penetración													
Penetración	Carga	Molde Nº 6				Molde Nº 45				Molde Nº 10			
		Dial (div)	Carga	Corrección	%	Dial (div)	Carga	Corrección	%	Dial (div)	Carga	Corrección	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	25.1	1			17.4	1			12.0	1			
0.050	46.2	3			36.5	2			24.5	1			
0.075	72.6	4			66.8	3			39.6	2			
0.100	70.1	112.1	2	0.5	121	88.6	4	6.6	9.5	61.1	3	3.0	0.8
0.125		153.6	2		118.2	6			64.2	4			
0.150		188.9	10		107.5	8			72.1	6			
0.200	103.5	275.4	14	0.3	113.5	11	12.7	12.1	171.7	9	10.3	10.2	
0.300		375.5	19		291.1	15			241.1	12			
0.400		461.1	23		366.4	16			282.5	14			
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Chiclayo - Lambayeque  
 RUC: 20487357465



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



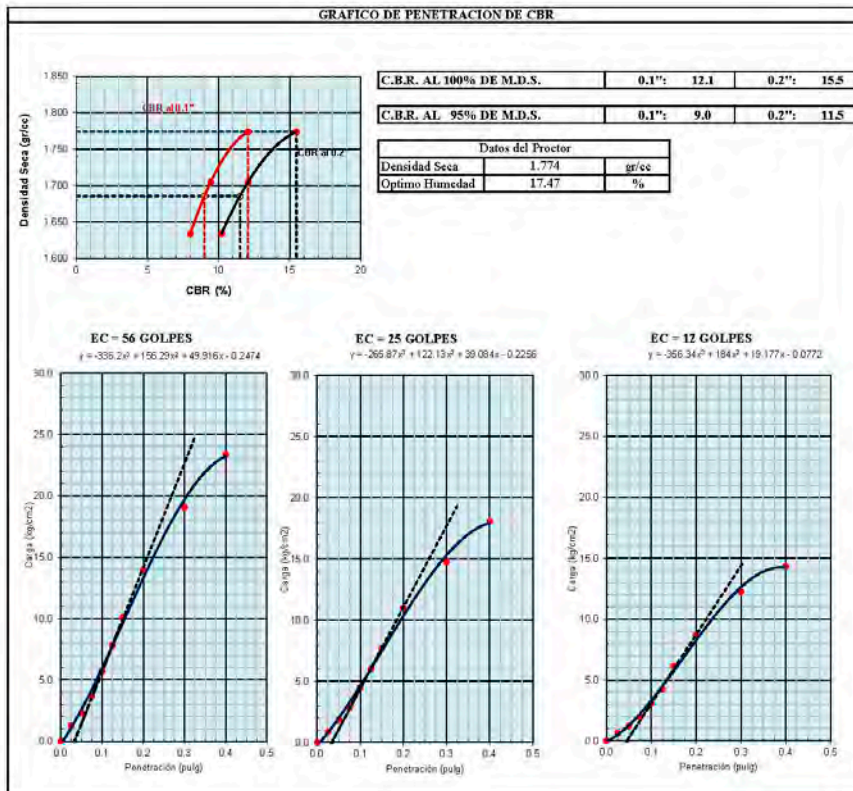
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-02  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundario: Segundo Fernández  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"

**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque

**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva

**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-03

**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -

**COORDENADAS (\*\*)** : -

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450

**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022

**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -

**MUESTREADO POR (\*\*)** : -

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/12/2022

**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022

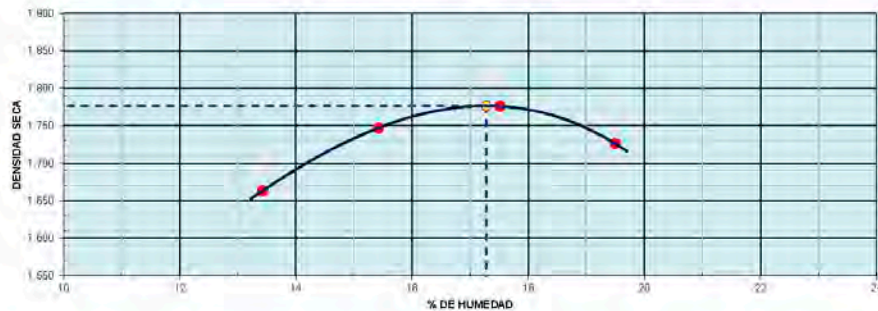
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN·m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup>)). 1ª Edición**

NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2127	PESO DEL MOLDE (g) :		6454	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10465	10742	10894	10841	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4011	4288	4440	4387	
Peso volumétrico húmedo		1.886	2.016	2.087	2.063	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		364.1	287.4	401.9	476.2	
Peso suelo seco + tara (g)		321.0	249.0	342.0	398.5	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		43.1	38.4	59.9	77.7	
Peso de suelo seco (g)		321.0	249.0	342.0	398.5	
Contenido de agua		13.43	15.42	17.51	19.50	
Peso volumétrico seco		1.663	1.747	1.776	1.726	
Densidad máxima seca:	1.777	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	17.28	%

GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 SUSEMI - PUNTO FERNÁNDEZ  
 REC. 02/12/2022



Revisado y aprobado.

- \* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.



**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACION (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-03  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejía  
**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 1ª Edición NTP 539.145:1999 (revisada el 2019)**

DATOS DE ENSAYO							
<b>Densidad volumétrica</b>							
Nº de molde	14		2		2		
Nº capa	5		5		5		
Golpes por capa/Nº	56		25		12		
Composición de la muestra	Elv saturado	Saturado	Elv saturado	Saturado	No saturado	Saturado	
Peso molde + suelo húmedo	12152	12152	12290	12398	12092	12271	
Peso de molde	7704	7704	8053	8053	8031	8031	
Peso de suelo húmedo	4448	4448	4237	4345	4061	4240	
Volumen del molde	2130	2130	2108	2108	2110	2110	
Densidad húmeda	2.088	2.107	2.010	2.051	1.925	2.009	
% de humedad	17.51	19.38	17.65	21.56	17.61	23.53	
Densidad seca	1.777	1.765	1.708	1.699	1.637	1.626	
<b>Contenido de humedad</b>							
Nº de tarro	-		-		-		
Tarro + suelo húmedo	367.8	367.8	308.0	308.0	313.9	313.9	
Tarro + suelo seco	313.0	308.1	255.0	246.8	266.9	254.1	
Peso de agua	54.8	59.7	45.0	58.2	47.0	59.8	
Peso de tarro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del suelo seco	313.0	308.1	255.0	246.8	266.9	254.1	
% de humedad	17.51	19.38	17.65	21.56	17.61	23.53	

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
02/12/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
03/12/22	14:30	32	42.1	1.07	0.9	54.1	1.37	1.2	78.4	1.99	
04/12/22	14:30	42	52.9	1.34	1.2	66.8	1.70	1.5	91.8	2.33	
05/12/22	14:30	65	62.4	1.58	1.4	84.5	2.15	1.9	102.1	2.59	
06/12/22	14:30	95	78.4	1.99	1.7	96.9	2.46	2.1	121.1	3.08	

Penetración													
Penetración	Carga	Molde Nº 14				Molde Nº 2				Molde Nº 3			
		Carga	Corrección			Carga	Corrección			Carga	Corrección		
psig	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	24.8	1				16.0	1			13.1	1		
0.050	49.6	2				39.4	2			28.8	2		
0.075	73.8	4				66.8	4			49.4	4		
0.100	98.0	6	9.8	12.9	80.2	5	7.0	10.6	64.5	3	3.2	7.3	
0.125	122.2	8	15.1	8	121.1	6	15.9	8	78.4	4	4		
0.150	146.4	11	21.2	11	125.2	8	22.6	11	103.1	6	6		
0.200	197.6	15	29.6	15	168.0	11	33.3	12.7	166.5	8	9.8	9.4	
0.300	296.4	21	43.5	21	252.9	15	49.5	21	226.5	11	14		
0.400	395.2	24	48.3	24	346.9	16			271.1	14			
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundaria, Estación Pimentel  
 No. 207 - Chiclayo



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



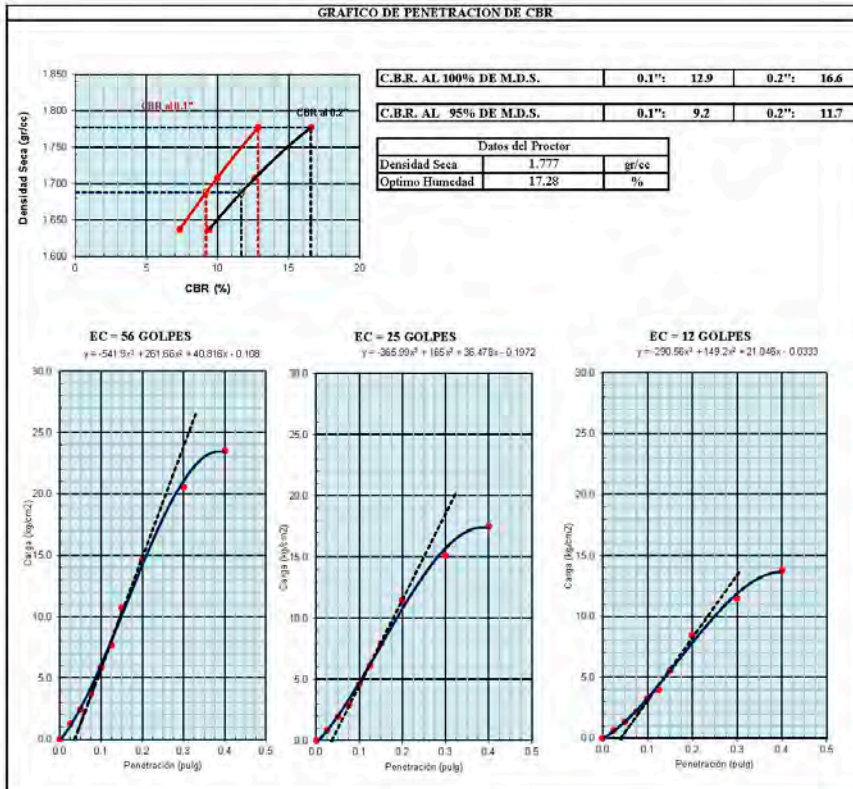
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO (\*\*)** : "Propiedades microestructurales y mecánicas de suelos adicionando cenizas de cáscara de arroz y fibras de plátano"  
**UBICACIÓN (\*\*)** : Chiclayo - Lambayeque  
**CLIENTE (\*\*)** : Jimmy Yampier Olivares Guzmán - Suzetty Nicole Urbina Silva  
**MATERIAL (\*\*)** : Arcilla inorgánica + 10% cenizas de cáscara de arroz + 0,7% fibras de plátano; Muestra: M-03  
**CODIGO DE MUESTRA (\*\*)** : -  
**COORDENADAS (\*\*)** : -  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-450  
**TECNICO ENCARGADO** : Segundo A. Carranza Mejia

**FECHA DE MUESTREO (\*\*)** : 02/12/2022  
**HORA DE MUESTREO (\*\*)** : -  
**MUESTREADO POR (\*\*)** : -  
**FECHA DE RECEPCION** : 02/12/2022  
**FECHA DE ENSAYO** : 02/12/2022  
**FECHA DE EMISION** : 06/12/2022

**SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Sonorte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición**  
 NTP 339.145:1999 (revisada el 2019)



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejia



Revisado y aprobado.

\* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.  
 (\*\*) Datos proporcionados por el cliente.

CAM-FEB-009/2023

## INFORME TÉCNICO

Número Total de Páginas: 6

**SOLICITADO POR** : JIMMY YAMPIER OLIVARES GUZMÁN.  
**MUESTRAS** : 02 Muestras.  
**REALIZADO POR** : Dr. Rolf Grieseler, MSc. Alvaro Tejada.  
**FECHA DE EMISIÓN:** 22.03.2023.



### I. INTRODUCCIÓN

A pedido del solicitante se realizó el análisis de las fases cristalinas mediante difracción de rayos X (DRX), así como el análisis morfológico y composicional mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) en conjunción con Espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS). Se brindaron dos muestras, una para DRX y otra para SEM-EDS. Según indicación del solicitante, ambas muestras son de un suelo con 10% de ceniza de cáscara de arroz y 0.5% de fibra de plátano. La muestra para DRX fue brindada pulverizada.

### II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### DRX:

A partir de las muestras suministradas, el análisis de difracción de rayos X se realizó con el equipo DRX Bruker modelo D8 Discover con radiación de cobre ( $\text{Cu}_{K\alpha} = 0.15418 \text{ nm}$ ), corriente de 40 mA y voltaje de aceleración de 40 kV, con un detector Lynxeye con selectividad de energías. El análisis fue realizado en un rango de ángulos ( $2\theta$ ) desde  $15^\circ$  hasta  $70^\circ$  en pasos de  $0.02^\circ$ . El tiempo por paso fue 1 s.

Para calcular la composición de las fases cristalinas y la parte amorfa se aplicó el método de Reference Intensity Ratio (RIR). La concentración mínima para este método es 0.1 wt%.

#### SEM-EDS:

Las medidas fueron realizadas con un microscopio electrónico de barrido (SEM) de marca FEI modelo Quanta 200, para lo cual se utilizó un voltaje de aceleración de 30 kV y un tamaño de punto de 6, tanto para las imágenes como para la composición. Se midieron áreas con magnificaciones de 100x y 300x, dependiendo de los rasgos a visualizar. Las medidas de Espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS) fueron realizadas con un detector de marca EDAX, montado en

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales  
  
Dr. Juan Andrés Guerra Torres  
jag



el microscopio electrónico. El procesamiento de los datos y la determinación de la composición elemental se realizaron con el software EDAX Genesis XM 4, utilizando una corrección de matriz ZAF.

Con respecto a la preparación de la muestra, se seleccionó un fragmento con rasgos de interés, el cual fue montado sobre un poste de aluminio para microscopía electrónica con cinta adhesiva de carbono y fijado con cinta adhesiva de cobre. Las medidas fueron hechas en un régimen de bajo vacío con inyección de vapor de agua, con la finalidad de evitar la acumulación de carga superficial en las muestras y permitir medidas sin necesidad de recubrir las muestras con oro. Esto fue hecho para prevenir sesgos en las medidas de EDS.

### III. RESULTADOS

#### DRX:

En la Figura 1 se presentan los resultados de difracción de rayos X. En la Tabla 1 se resumen los resultados de la composición de fases cristalinas.

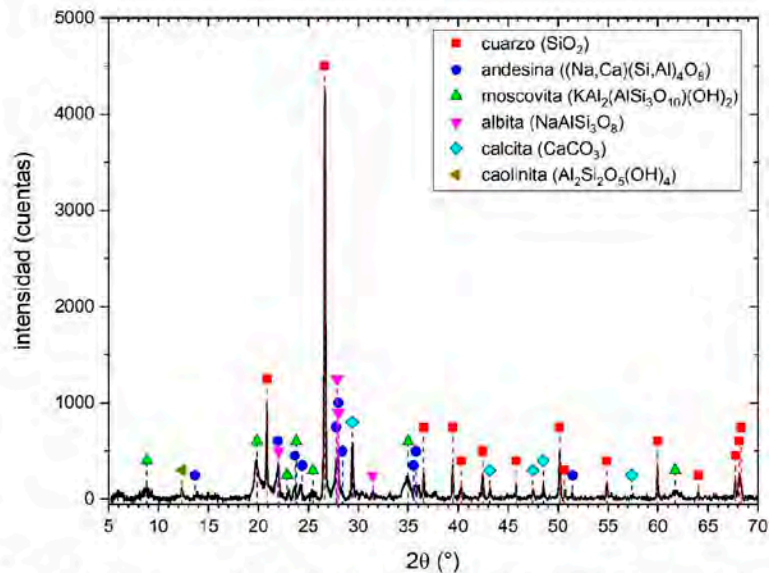


Figura 1. Difractograma de rayos X de la muestra junto con las fases cristalinas identificadas.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
 Centro de Caracterización de Materiales  
  
 Dr. Jorge Andrés Guillén Torres  
 Jefe

**Tabla 1.** Concentración de las fases cristalinas en la muestra de acuerdo con el método de RIR.

Fase cristalina	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	46-1045	17.2
Andesina	(Na,Ca)(Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	79-1149	12.4
Moscovita	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	72-1503	10.7
Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	84-0752	7.7
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	05-0586	4.7
Caolinita	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	89-6538	3.4
Amorfo	---	---	43.9

**SEM-EDS:**

Para maximizar la información que se puede apreciar visualmente en las imágenes SEM, se ha optado por mostrar imágenes combinadas. Estas superponen las señales del detector de electrones retrodispersados con la del detector de electrones secundarios en una sola imagen. Con ello se aprecia tanto rasgos morfológicos (electrones secundarios) como composicionales (electrones retrodispersados).

En la **Figura 2** se muestra una imagen a una magnificación de 100x, cerca de la magnificación mínima del equipo, con la finalidad de brindar una vista amplia de la muestra. Ahí es posible observar una estructura de hojuelas en la superficie de la muestra, la cual puede deberse a la presencia de ceniza. A su vez, se puede observar una fibra de origen aparentemente vegetal, consistente con las fibras de plátano mencionadas por el solicitante.

En la **Figura 3** se muestra una imagen de mayor magnificación, de 300x, donde se amplía la región donde la fibra ingresa hacia la muestra. En esta imagen se han señalado algunas regiones de interés para el análisis elemental. En la **Tabla 2** se muestran los resultados de las medidas de EDS para estas regiones, así como el área total de la imagen. Las concentraciones de cada elemento se expresan en porcentaje por masa (wt%) y porcentaje atómico (at%). Cabe destacar que el margen de error en EDS es típicamente del orden de ±1 at% aproximadamente, por lo cual los resultados son mayormente cualitativos para los elementos con concentraciones muy bajas. En las **Figuras 4-7** se muestran los espectros de EDS para cada una de las regiones señaladas, a fin de verificar la calidad del ajuste.

En general, puede notarse una presencia notoria de carbono, oxígeno, silicio y diversos metales. La presencia de carbono es típica en ceniza, y el silicio y metales son comunes en muestras de origen mineral y en ceniza, posiblemente debido a especies como silicatos y aluminosilicatos, lo cual se corrobora con DRX. Dadas las distribuciones de elementos, la región **P1** probablemente corresponde a una inclusión rica en carbono proveniente de ceniza. La región **P2** es más representativa de las hojuelas, que podrían corresponder a los componentes inorgánicos de la ceniza, la cual suele contener compuestos de silicio, aluminio, calcio y potasio, entre otros. La región **P3** corresponde a la fibra de origen vegetal, lo cual es consistente con su concentración elevada de carbono.

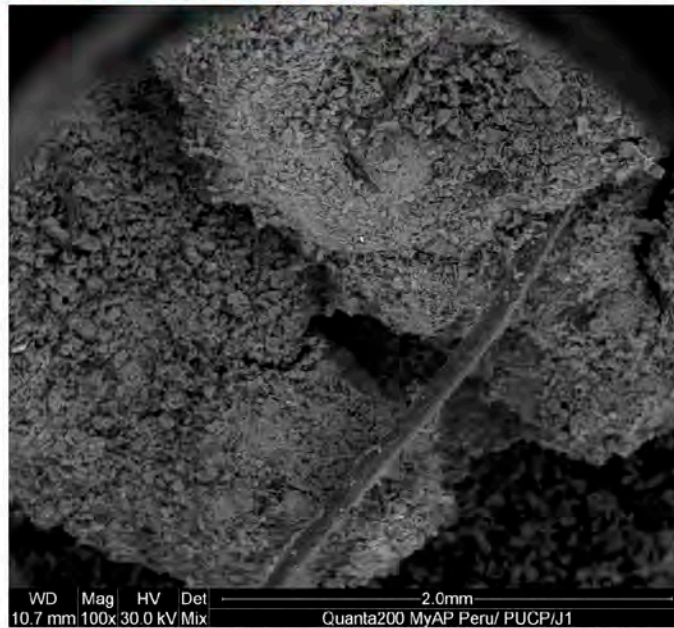


Figura 2. Micrografía de la muestra a una magnificación de 100x.

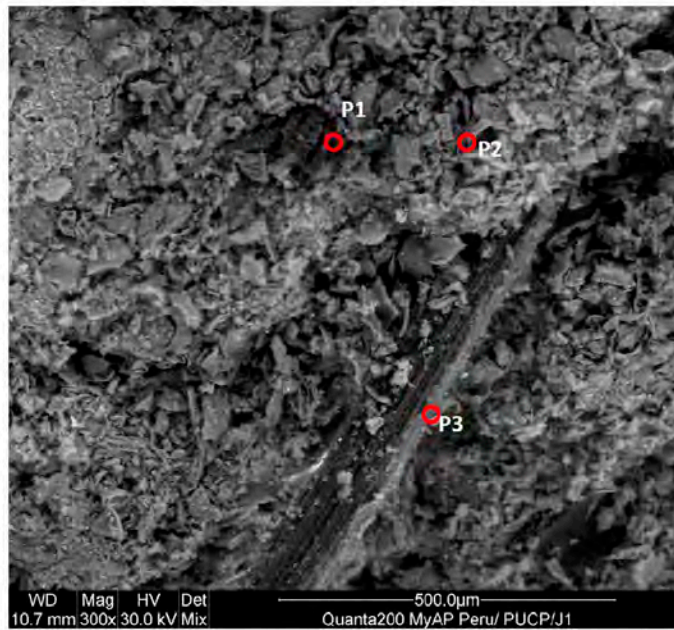



Figura 3. Micrografía de la muestra a una magnificación de 300x con regiones de interés señaladas.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales  
*[Signature]*  
Dr. Jorge Andrés Guerra Torres  
Jefe



Tabla 2. Composición química medida por EDS en diferentes regiones (Figura 3).

Elemento químico	Área total		P1		P2		P3	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C	25.37	36.05	59.09	70.11	17.66	27.14	34.07	46.12
O	42.61	45.46	25.48	22.69	40.69	46.95	37.45	38.05
Na	0.33	0.25	0.31	0.19	0.28	0.22	0.47	0.33
Mg	0.47	0.33	0.19	0.11	0.17	0.13	0.27	0.18
Al	1.83	1.16	0.28	0.15	0.36	0.24	0.77	0.46
Si	24.13	14.67	10.59	5.37	33.37	21.94	22.77	13.18
P	0.18	0.10	--	--	0.16	0.10	--	--
S	0.05	0.03	0.11	0.05	--	--	0.09	0.05
Cl	0.27	0.13	0.18	0.07	--	--	0.69	0.32
K	1.42	0.62	0.81	0.29	4.71	2.22	1.36	0.56
Ca	1.50	0.64	1.94	0.69	1.46	0.67	1.21	0.49
Ti	0.17	0.06	0.13	0.04	--	--	0.12	0.04
Mn	0.18	0.06	0.34	0.09	0.72	0.24	0.23	0.07
Fe	1.49	0.46	0.54	0.14	0.43	0.14	0.50	0.15

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
 Centro de Caracterización de Materiales  
  
 Dr. Jorge Andrés Quispe Torres  
 jefe

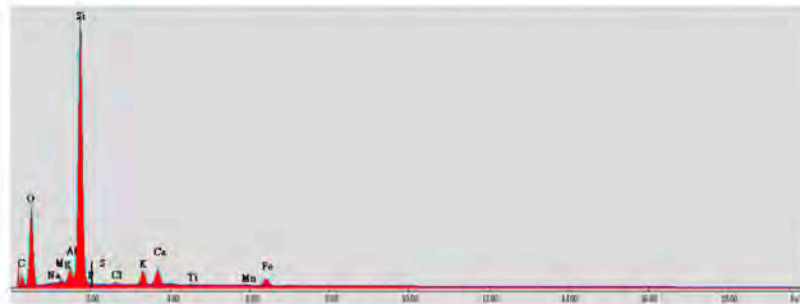


Figura 4. Espectro de EDS para el área total.

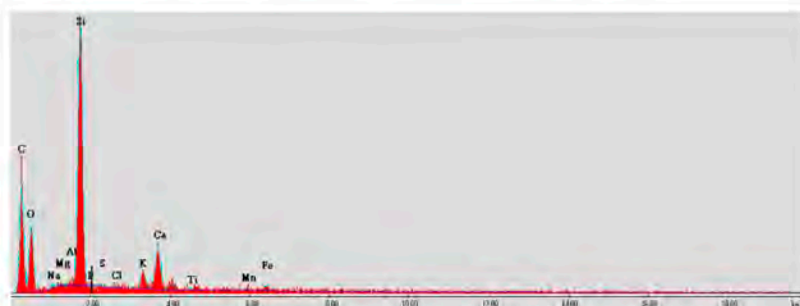


Figura 5. Espectro de EDS para región P1.



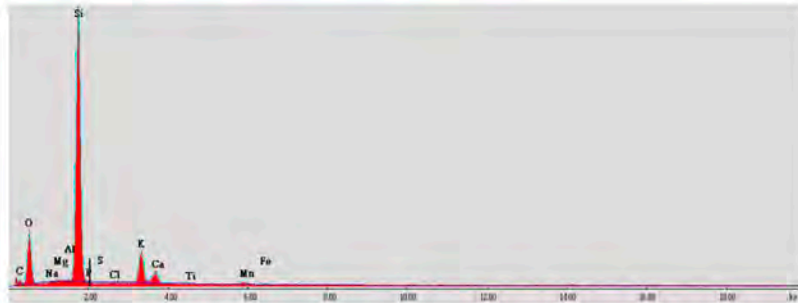


Figura 6. Espectro de EDS para región P2.

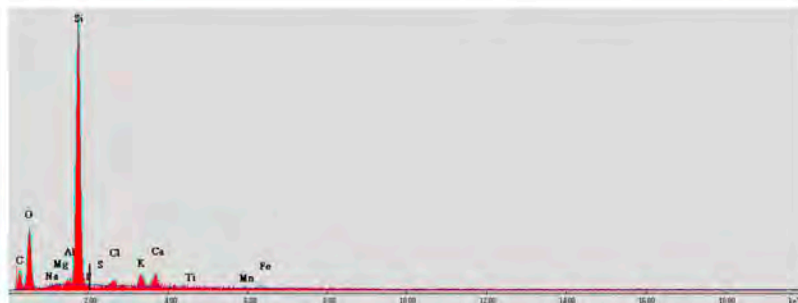


Figura 7. Espectro de EDS para región P3.

#### IV. CONCLUSIONES

Las muestras se analizaron mediante DRX y SEM. Se encontró mayormente cuarzo y diversos aluminosilicatos. Adicionalmente, hay un porcentaje apreciable de material amorfo que no se puede identificar con DRX, el cual puede deberse a la elevada presencia de materia orgánica de origen vegetal en la muestra. Las especies observadas son consistentes con la descripción brindada de la muestra.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales

*[Signature]*  
Dr. Jorge Andrés Guerra Torres  
Jefe





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

<p><b>N° de Certificado:</b> 0076-TPES-2022</p> <p>N° de Orden de trabajo: 0624</p> <p><b>Solicitante:</b> SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</p> <p><b>Dirección:</b> Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito</p> <p><b>Instrumento de Medición:</b> HORNO</p> <p>Identificación: HOR-05</p> <p>Marca: ALFA</p> <p>Modelo: G-030/250</p> <p>Serie: NO INDICA</p> <p>Ubicación: ÁREA DE SUELOS</p> <p>Fecha de calibración: 2022-11-08 al 2022-11-09</p> <p>Tipo de ventilación: Ventilación forzada</p> <p>Posición de ventilación: Cerrado</p> <p>Superficies internas: 3</p> <p>Carga utilizada (%): 50%</p> <p>Tipo de Indicador: Digital</p> <p>Intervalo de Indicación (del indicador): 0 °C a 200 °C</p> <p>Resolución (del indicador): 1 °C</p> <p>Tipo de Selector: Digita</p> <p>Intervalo de Indicación (del selector): 0 °C a 200 °C</p> <p>Resolución (para el selector): 1 °C</p> <p>Temperatura de calibración: 60 °C ± 5 °C ; 110 °C ± 5 °C</p>	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura <math>k=2</math>. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de lo 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>Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un período de por lo menos 4 años.</p>
--	--



**Fecha de Emisión**  
Firmado digitalmente por JURUPE MELGAREJO SANDRA ESPERANZA  
Fecha: 2022-11-14 13:08:25  
2022-11-14

**Autorizado por**  
  
Sandra Jurupe Melgarejo  
Gerente técnico

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

<b>N° de Certificado:</b>	<b>0084-TPES-C-2021</b>	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado de 95%, determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".
<b>N° de Orden de trabajo:</b>	0472	
<b>Solicitante:</b>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	
<b>Dirección:</b>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Instrumento de Medición:</b>	<b>HORNO</b>	
<b>Identificación:</b>	HOR-04	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
<b>Marca:</b>	PERUTEST	
<b>Modelo:</b>	PT-H76	
<b>Serie:</b>	0114	
<b>Ubicación:</b>	Laboratorio	
<b>Fecha de calibración:</b>	2021-11-04	
<b>Tipo de ventilación:</b>	Ventilación natural	PESATEC PERU 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.
<b>Posición de ventilación:</b>	Cerrado	
<b>Superficies internas:</b>	2	
<b>Carga utilizada (%):</b>	60%	
<b>Tipo de Indicador:</b>	Digital	Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.
<b>Intervalo de Indicación (del indicador):</b>	0 °C a 250 °C	
<b>Resolución (del indicador):</b>	0,1 °C	
<b>Tipo de Selector:</b>	Digital	
<b>Intervalo de Indicación (del selector):</b>	0 °C a 250 °C	
<b>Resolución (del selector):</b>	0,1 °C	
<b>Temperatura de calibración:</b>	110 °C ± 5 °C	

Fecha de Emisión

Autorizado por



2021-11-09



**Sandra Jurupe Melgarejo**  
Gerente Técnico

RT08-F28

Revisión: 01

Elaborado: JCFA

Revisión: JMSE

Aprobado: NGJC

Página 1 de 7

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1587-MPES-C-2022**

N° de Orden de trabajo : 0624

**1. SOLICITANTE** : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo el Cerrito

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8335320494

Alcance de Indicación : 30000 g

División de escala real (d) : 10 g

División de escala de verificación (e) : 10 g

Procedencia : China

Identificación : BAL-41 (\*)

Tipo de indicación : Electrónica

Ubicación : Laboratorio

Fecha de Calibración : 2022-11-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

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

PESATEC PERU 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:  
 Procedimiento para la Calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (PC - 001 del INACAL, Primera Edición - Mayo 2019.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo el Cerrito

Sello	Fecha de Emisión	Autorizado por
	 Firmado digitalmente por JURUPE MELGAREJO SANDRA ESPERANZA Fecha: 2022-11-14 19:19:05 2022-11-14	 <hr style="border: 0.5px dashed black;"/> <b>Sandra Jurupe Melgarejo</b> Gerente Técnico

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1589-MPES-C-2022**

N° de Orden de trabajo : 0624

**1. SOLICITANTE** : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo el Cerrito

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

Marca : AND

Modelo : GF-8000

Número de Serie : T0323226

Alcance de Indicación : 8100 g

Division de escala real (d) : 0,1 g

Division de escala de verificación (e) : 1 g

Procedencia : Japón

Identificación : BAL-27 (\*)

Tipo de indicación : Electrónica

Ubicación : Laboratorio

Fecha de Calibración : 2022-11-09

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición".

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

PESATEC PERU 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:  
 Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo el Cerrito

Sello



Fecha de Emisión



2022-11-14

Firmado digitalmente por JURUPE MELGAREJO SANDRA ESPERANZA  
 Fecha: 2022-11-14 19:47:23

Autorizado por



**Sandra Jurupe Melgarejo**  
 Gerente Técnico

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1590-MPES-C-2022**

N° de Orden de trabajo : 0624

**1. SOLICITANTE** : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo el Cerrito

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : NV622ZH

Número de Serie : 834768510

Alcance de Indicación : 620 g

Division de escala real (d) : 0,01 g

Division de escala de verificación (e) : 0,1 g

Procedencia : No Indica

Identificación : BAL-70 (\*)

Tipo de indicación : Electrónica

Ubicación : Laboratorio

Fecha de Calibración : 2022-11-09

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición".

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

PESATEC PERU 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:  
 Procedimiento para la Calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (PC - 001 del INACAL, Primera Edición - Mayo 2019.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo el Cerrito

Sello



Fecha de Emisión

Firmado digitalmente por:  
 JURUPE  
 MELGAREJO  
 SANDRA  
 ESPERANZA  
 Fecha: 2022-11-13  
 20:49:39  
 2022-11-14

Autorizado por



**Sandra Jurupe Melgarejo**  
 Gerente Técnico



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

**L-25133-013 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	76120	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	M-20-11	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 20	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Chiclayo	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 14	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 20	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Jairo Arnulfo López**  
Metrologo Laboratorio de Metrología

UM-PC-12-F-01 R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 748 4555 - 31742336/0 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

**L-25133-014 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	79087	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	M-30-09	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 30	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Chiclayo	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 14	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 20	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached.</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-12-F-01 R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 748 4555 - 31742336/0 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

**L-25133-015 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEC	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	80283	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	M-40-10	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 40	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Chiclayo	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 14	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 20	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-12-F-01R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | Pbx: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO







**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

**L-25133-016 R0**

*Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory*

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEC	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	80671	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	M-50-08	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 50	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Chiclayo	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 14	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 20	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan Certificado**

*Signatures Authorizing the Certificate*

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
*Director Laboratorio de Metrología*

  
**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
*Metrologo Laboratorio de Metrología*

LM-PC-12-1-01 R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 78 #1038-72 | PBX 57 (5) 745 4555 - 3174283640 | info@metrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25133-017 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	FORNEY	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	60BS8F6344001	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	M-60-03	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 60	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Chiclayo	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 14	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 20	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan Certificado**

*Signatures Authorizing the Certificate*

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

UM-PC-12-F-01 R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | Pbx: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

**L-25133-018 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	75827	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	M-80-05	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 80	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Chiclayo	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 14	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 20	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

  
**Tecg. Jaiver Arulfo López**  
Métrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-12-F-01 R134

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

## Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-25133-019 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

<p><b>Equipo</b> <i>Instrument</i></p> <p><b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i></p> <p><b>Modelo</b> <i>Model</i></p> <p><b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i></p> <p><b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i></p> <p><b>Malla</b> <i>Mesh</i></p> <p><b>Solicitante</b> <i>Customer</i></p> <p><b>Dirección</b> <i>Address</i></p> <p><b>Ciudad</b> <i>City</i></p> <p><b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i></p> <p><b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i></p> <p><b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i></p>	<p>TAMIZ 8"</p> <p>PINZUAR</p> <p>GRANOTEST</p> <p>79413</p> <p>M-100-10</p> <p>No. 100</p> <p>SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</p> <p>Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo</p> <p>Chiclayo</p> <p>2021 - 12 - 14</p> <p>2021 - 12 - 20</p> <p>03</p>	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
--	--	---

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

### Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología



**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-12-F-01 R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl 18 #1038-73 | PBX: 57 (0) 745 4555 - 3174263640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

**L-25133-020 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	83188	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	M-140-01	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 140	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Chiclayo	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 15	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 20	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Jaíver Arulfo López**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-12-F-01 R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 748 4555 - 31742336/0 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

**L-25133-021 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	80788	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	M-200-15	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 200	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Chiclayo	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 15	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 20	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan Certificado**

*Signatures Authorizing the Certificate*

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

  
**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-12-F-01 R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | Pbx: 57 (1) 745 4555 - 51740336400 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOM.CO



**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C**

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
SLSP - LF - 013-2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

pág. 1 de 3

1.- Expediente : 013  
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C  
Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

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).

3.- Equipo: : PRENSA CBR  
Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
N° Serie : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : P-CBR-02  
Clase: : NO INDICA  
Indicador (tipo): : DIGITAL  
Marca : WEBOWT  
Modelo : ID226  
N° Serie: : ID22601688  
Capacidad máxima: : 5000 ( kgf )  
Resolución : 0.1 ( kgf )

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.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos 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.

4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 12/07/2022  
Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

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.

5.- Método de calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI - PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayos Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del Sistema de medida de Fuerza."-Julio 2006.

6.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19.2 °C	20 °C
Humedad	72 %HR	71 %HR

Fecha de Emisión: 12/07/2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C

Ing. Secundino Burga Fernández  
JEFE DE METROLOGIA  
REG. CH. 189278

Ing. Secundino Burga Fernandez

Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.

Jan Carlos Chavesta Reyes  
TÉCNICO DE METROLOGIA

Jan Carlos Chavesta Reyes

Técnico de Metrología

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
emp\_calibraciones@hotmail.com  
servicios\_lab@hotmail.com.



**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C**

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
SLSP - LF - 013-2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

pág. 2 de 3

**7.- Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISÍSMICAS ( PUCP)	CELDA DE CARGA DE 4500 kgf	INF - LE 262 - 21 B

**8.- Resultados de medición**

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	Patrón de referencia				
%	F <sub>1</sub> ( kN )	F <sub>1</sub> ( kN )	F <sub>2</sub> ( kN )	F <sub>3</sub> ( kN )	F <sub>promedio</sub> ( kN )
9.0	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
18.0	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
27.0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
36.0	17.7	17.6	17.6	17.6	17.6
45.0	22.1	22.0	22.0	22.0	22.0
54.0	26.5	26.4	26.4	26.4	26.4
63.0	30.9	30.8	30.8	30.8	30.8
72.0	35.3	35.2	35.2	35.3	35.2
81.0	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7
90.0	44.1	44.1	44.0	44.1	44.1
<b>Retorno a cero</b>		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F ( kN )	Errores Encontrados en el Sistema de Medición			Incertidumbre expandida (k = 2)	
	Error de medida q (%)	Repetibilidad b (%)	Resol.Relativa a (%)	( u )	( u % )
4.4	-0.62	0.31	2	0.06	1.32
8.8	-0.33	0.31	1.13	0.06	0.68
13.2	-0.21	0.15	0.76	0.06	0.45
17.7	-0.26	0.04	0.57	0.06	0.33
22.1	-0.17	0.06	0.45	0.14	0.64
26.5	-0.18	0.07	0.38	0.06	0.23
30.9	-0.16	0.04	0.32	0.06	0.19
35.3	-0.16	0.02	0.28	0.06	0.17
39.7	-0.15	0.01	0.25	0.06	0.15
44.1	-0.16	0.08	0.23	0.06	0.15

Incertidumbre por error de cero u <sub>0</sub>	0.00
--	------

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C  
*Jan Carlos Chavesta Reyes*  
TÉCNICO DE METROLOGÍA

**9.- 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.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.

*Ing. Secundino Burga Fernández*  
JEFE DE METROLOGÍA  
REG. DIR. 169278

Ing. Secu *Secundino Burga Fernández*





948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250



servicios\_lab@hotmail.com.



### SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

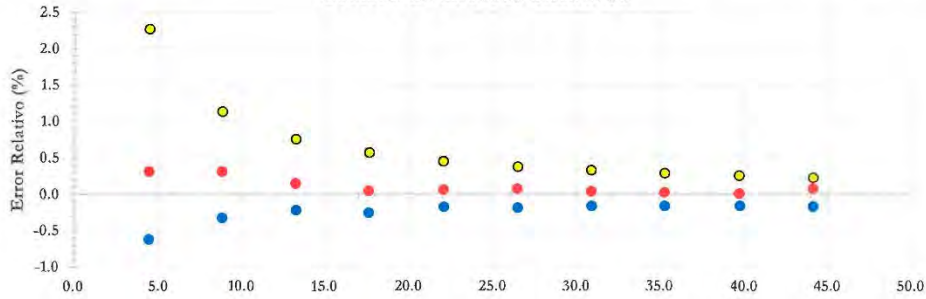
SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP - LF - 013-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

pág. 3 de 3

Gráfica de Errores Relativos



- Errores Encontrados en el Sistema de Medición Error de medida a (%)
- Errores Encontrados en el Sistema de Medición Repeabilidad b (%)
- Errores Encontrados en el Sistema de Medición Resolución Relativa a (%)

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.
- 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.



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C  
*Jan Carlos Chavesta Reyes*  
TÉCNICO DE METROLOGÍA



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.

*Ing. Secundo Burga Fernández*  
JEFE DE METROLOGÍA  
REG. CIP 169278

Ing. Secundo Burga Fernández



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250



emp\_calibraciones@hotmail.com



servicios\_lab@hotmail.com.