

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Influencia del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera, en el mejoramiento de la subrasante de la avenida Las Américas, Moche-La Libertad.**

---

Línea de investigación: Ingeniería civil

Sub línea de investigación: Geotecnia

**Autores:**

Miñano Tacanga, Monica Georgette

Ruiz Ojeda de Alayo, Rosalmira

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Luján Silva, Enrique Francisco

**Secretario** : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

**Vocal** : Geldres Sánchez, Carmen Lucía

**Asesor** : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

**Código Orcid: <https://Orcid.org/0000-0001-5207-4421>**

**Trujillo - Perú**

**2023**

**Fecha de Sustentación:** 2023/ 07 / 12



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Influencia del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera, en el mejoramiento de la subrasante de la avenida Las Américas, Moche-La Libertad.**

---

Línea de investigación: Ingeniería civil

Sub línea de investigación: Geotecnia

**Autores:**

Miñano Tacanga, Monica Georgette

Ruiz Ojeda de Alayo, Rosalmira

**Jurado Evaluador:**

**Presidente :** Luján Silva, Enrique Francisco

**Secretario :** Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

**Vocal :** Geldres Sánchez, Carmen Lucía

**Asesor :** Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

**Código Orcid:** <https://Orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**Trujillo - Perú**

**2023**

**Fecha de Sustentación:** 2023/ 07 / 12

## Influencia del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera, en el mejoramiento de la subrasante de la avenida Las Américas, Moche-La Libertad.

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**4%**

INDICE DE SIMILITUD

**2%**

FUENTES DE INTERNET

**0%**

PUBLICACIONES

**4%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

**1****Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego**

Trabajo del estudiante

**2%****2****repositorio.upn.edu.pe**

Fuente de Internet

**2%**

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias &lt; 2%

Excluir bibliografía

Apagado

## Declaración de originalidad

Yo, Medina Carbajal Lucio Sigifredo, docente del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de Investigación titulada **“Influencia del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera, en el mejoramiento de la subrasante de la avenida Las Américas, Moche-La Libertad”** autores Miñano Tacanga Monica Georgette y Ruiz Ojeda de Alayo Rosalmira, dejo constancia de lo siguiente:

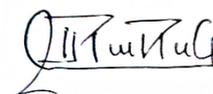
- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 4 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 31 de julio del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo 27 de junio del año 2023.



.....  
Miñano Tacanga Monica Georgette

DNI: 70489555



.....  
Ruiz Ojeda de Alayo Rosalmira

DNI:47479302



.....  
Medina Carbajal Lucio Sigifredo

DNI: 4053454510

ORCID: <https://Orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**DEDICATORIA**

Dedico a Dios y a las personas que siempre creyeron en mí y donde se encuentren rezan para ser mejor cada día.

Dedico a mi hijo William Alejandro Alayo Ruiz por haberme acompañado desde su comprensión y amor en toda mi carrera universitaria.

Dedico a mis padres: “Ruller Ruiz y Rosario Ojeda” y a mis hermanos: “Mary Mayela Ruiz y Ruller Leonard Ruiz” por enseñarme siempre a luchar por mis metas.

También dedico a mi esposo: Jorge Luis Alayo por su apoyo incondicional en mis metas.

***Rosalmira Ruiz.***

A mi familia.

***Monica Miñano.***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por guiarme y siempre acompañarme en el desarrollo del proyecto y permitir cumplir con una de mis metas.

Agradecer a mi asesor Ms.Ing. Lucio Medina Carbajal, por su tiempo, colaboración y asesoramiento en el desarrollo del presente informe de tesis. También a mis jurados por su tiempo y dedicación en la revisión del informe de tesis. Y por último a mi familia por apoyarme siempre.

***Rosalmira Ruiz.***

A todas las personas que aportaron con ideas para la realización de este trabajo de Investigación.

***Monica Miñano.***

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera en el mejoramiento de la subrasante de la avenida Las Américas, Moche-La Libertad.

La metodología usada en la investigación fue de tipo aplicada, se evaluó inicialmente muestras de suelo de la Av. Las Américas, Moche, La Libertad en estado natural, posteriormente se manipuló con diferentes porcentajes (5%,10%,15%,20%,25%,30%) de RCBPA, para estudiar sus propiedades mecánicas y CBR.

La técnica que se utilizó fue observación directa y los instrumentos con los que se trabajó fueron las hojas de fichas de datos. La población está conformada por todas las subrasantes que pertenecen a las calles del Distrito de Moche, la muestra es la subrasante ubicada en la avenida Las Américas del distrito de Moche.

Se concluyó en que, con la cantidad de 25% de RCBPA se consigue el mejoramiento de la capacidad de soporte de suelo, incrementándose de un 7.0% al 100% de máxima densidad seca, a un valor de 33.3% al 100% de máxima densidad seca, este porcentaje de RCBPA, también influyó incrementando la resistencia a la compresión de 0.95 kg/cm<sup>2</sup> a 1.72 kg/cm<sup>2</sup>.

Palabras clave: Mejoramiento de subrasante, residuo de combustión de biomasa de palma aceitera, capacidad de soporte, Moche.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of oil palm biomass combustion residue on the improvement of the subgrade of Las Americas avenue, Moche-La Libertad.

The methodology used in the investigation was applied, the soil sample from Av. las Americas, Moche, La Libertad was initially evaluated, later it was manipulated with different percentages (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%) of RCBPA, to study its mechanical properties and CBR.

The technique that was used was direct observation and the instruments with which they worked were the sheets of data sheets. The population is made up of all the subgrades that belong to the streets of the Moche District, the sample is the subgrade located on Las Américas avenue in the Moche district.

It was concluded that with the amount of 25% of RCBPA the improvement of the soil support capacity is achieved, increasing from 7.5% to 100% of the MDS to a value of 33.3% to 100% of the MDS, this percentage of RCBPA, also influenced by increasing the resistance to compression from 0.95 kg/cm<sup>2</sup> to 1.72 kg/cm<sup>2</sup>.

Keywords: Subgrade improvement, oil palm biomass combustion residue, bearing capacity, Moche.

## PRESENTACIÓN

Estimados Miembros del Jurado Evaluador:

**Presidente** : Dr. Luján Silva, Enrique Francisco  
**Secretario** : Ms.Ing. Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward  
**Vocal** : Geldres Sánchez, Carmen Lucía

Las Bachilleres:

**Br.** Miñano Tacanga, Monica Georgette (ID: 000144940)  
**Br.** Ruiz Ojeda de Alayo, Rosalmira (ID:000139702)

Conforme a las normas que la Universidad Privada Antenor Orrego y su Reglamento de Grados y Títulos del Programa de Estudio de Ingeniería Civil, para obtener el título profesional de Ingeniero civil, presentamos el informe de trabajo de investigación titulado "INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE-LA LIBERTAD", teniendo la certeza de que será revisado y evaluado según los criterios que correspondan.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
PRESENTACIÓN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.1.1. <i>Enunciado del problema</i> .....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos.</i> .....	3
1.3. Justificación de la investigación.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1. Antecedentes del estudio .....	5
2.2. Marco teórico.....	9
2.2.1. <i>Suelo</i> .....	9
2.2.2. <i>Tipos de suelos</i> .....	10
2.2.3. <i>Propiedades de los suelos</i> .....	11
2.2.4. <i>Clasificación de los suelos por el tamaño de sus partículas</i> .....	13
2.2.5. <i>Suelos limosos (M)</i> .....	17
2.2.6. <i>Suelos arenosos (S)</i> .....	17
2.2.7. <i>Estabilización de suelos</i> .....	17
2.2.8. <i>Tipos de estabilización</i> .....	17
2.2.9. <i>Propiedades de los suelos estabilizados</i> .....	18
2.2.10. <i>Ensayos de laboratorio</i> .....	19
2.2.11. <i>Biomasa de palma aceitera</i> .....	23

2.2.12. Residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA) ....	29
2.2.13. Mecanismo de reacción del residuo de combustión de Biomasa de Palma Aceitera.....	35
2.2.14. Aplicaciones del residuo de combustión de palma aceitera.....	36
2.3. Marco conceptual .....	37
2.4. Sistemas de hipótesis.....	39
2.4.1. Hipótesis principal .....	39
2.4.2. Hipótesis específicas.....	39
2.4.3. Variables.....	39
2.4.4. Operacionalización de las variables.....	39
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	42
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	42
3.2. Población y muestra de estudio.....	42
3.2.1. Población.....	42
3.2.2. Muestra .....	43
3.3. Diseño de investigación.....	43
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación .....	43
3.5. Procedimiento y análisis de datos .....	44
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	48
4.1. Propuestas de investigación.....	48
4.2. Análisis e interpretación de resultados .....	58
4.3. Docimasia de Hipótesis .....	59
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	60
VI. CONCLUSIONES .....	62
VII. RECOMENDACIONES .....	63
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
IX. ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Densidades relativas en suelos arenosos .....	12
<b>Tabla 2.</b>	Clasificación de suelos por sistema SUCS .....	15
<b>Tabla 3.</b>	Índice de plasticidad-suelos arcillosos norma ASTM.....	20
<b>Tabla 4.</b>	CBR (California Bearing Ratio).....	21
<b>Tabla 5.</b>	Relación general de consistencia y esfuerzo de compresión no confinada .....	22
<b>Tabla 6.</b>	Clasificación de residuo de combustión .....	33
<b>Tabla 7.</b>	Composición química mineralógica del RCBPA. ....	34
<b>Tabla 8.</b>	Operacionalización de las Variables.....	39
<b>Tabla 9.</b>	Resumen de ensayos de caracterización de suelos.....	48
<b>Tabla 10.</b>	Resultados del ensayo de Proctor Modificado de las muestras patrón .....	49
<b>Tabla 11.</b>	Resultados del ensayo de Proctor de las muestras con las dosificaciones de RCBPA.....	50
<b>Tabla 12.</b>	Valores obtenidos de las muestras patrón del ensayo de CBR.....	52
<b>Tabla 13.</b>	Resultados de los ensayos de CBR de las muestras con adiciones de RCBPA. ....	53
<b>Tabla 14.</b>	Resultados promedio, de los ensayos de CBR de las muestras patrón y con adiciones de RCBPA.....	54
<b>Tabla 15.</b>	Resultados de los ensayos de compresión simple de las muestras con adiciones de RCBPA. ....	55
<b>Tabla 16.</b>	Análisis de EDS de la RCBPA.....	57
<b>Tabla 17.</b>	Análisis de varianza de un factor .....	59
<b>Tabla 18.</b>	Análisis de varianza.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Clasificación de materiales de subrasante .....	14
<b>Figura 2.</b>	Rango de límite líquido y del índice de plasticidad para suelos en los grupos A-2,A-4,A-5,A-6 y A-7 .....	14
<b>Figura 3.</b>	Carta de plasticidad .....	16
<b>Figura 4.</b>	Plantación de palma aceitera .....	23
<b>Figura 5.</b>	Racimo de palma aceitera .....	24
<b>Figura 6.</b>	Recepción de Materia Prima (RFF) .....	25
<b>Figura 7.</b>	Proceso de esterilizado de los racimos de fruto fresco de palma aceitera.....	25
<b>Figura 8.</b>	Aceite crudo de palma .....	26
<b>Figura 9.</b>	Planta extractora de aceite crudo de palma (ACP).....	27
<b>Figura 10.</b>	Proceso de Extracción de CPO y PKO de la empresa Oleaginosas Pucallpa S.A. ....	28
<b>Figura 11.</b>	Almacenamiento de fibra. ....	29
<b>Figura 12.</b>	Cascarilla de palmiste.....	30
<b>Figura 13.</b>	Alimentación del caldero con biomasa de palma aceitera. ....	30
<b>Figura 14.</b>	Salida del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA).....	31
<b>Figura 15.</b>	Residuo de combustión de biomasa de palma aceitera. ....	31
<b>Figura 16.</b>	Flujograma de proceso de RCBPA empresa Oleaginosas Pucallpa S.A .....	32
<b>Figura 17.</b>	Vista satelital de las calles del distrito de Moche. ....	42
<b>Figura 18.</b>	Vista satelital de la avenida Las Américas, distrito de Moche, departamento La Libertad.....	43
<b>Figura 19.</b>	Esquema de procedimiento experimental.....	44
<b>Figura 20.</b>	Comparación de las máximas densidades secas de las muestras patrón. ....	49

<b>Figura 21.</b>	Comparación de las humedades óptimas obtenidas de las muestras patrón. ....	50
<b>Figura 22.</b>	Resultados de las máximas densidades secas obtenidas de las muestras con dosificaciones de RCBPA .....	51
<b>Figura 23.</b>	Resultados de las humedades óptimas obtenidas de las muestras con dosificaciones de RCBPA.....	52
<b>Figura 24.</b>	Resultados de los ensayos de CBR obtenidos en la investigación ..	55
<b>Figura 25.</b>	Resultados de los ensayos de compresión simple obtenidos en la investigación .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Plano de Ubicación y Localización .....	68
<b>Anexo 2.</b>	Certificado de ensayos realizados a las calicatas. (C1, C2, C3, C4). 69	
<b>Anexo 3.</b>	Panel fotográfico -Perfil estratigráfico del suelo de la avenida Las Américas-Moche-Calicata 1 .....	136
<b>Anexo 4.</b>	Perfil estratigráfico C2 .....	146
<b>Anexo 5.</b>	Perfil estratigráfico C3 .....	147
<b>Anexo 6.</b>	Perfil estratigráfico C4 .....	148
<b>Anexo 7.</b>	Muestreo en la avenida Las Américas.....	149
<b>Anexo 8.</b>	Muestra para ensayo de contenido de humedad.....	150
<b>Anexo 9.</b>	Ensayos de laboratorio para la muestra de suelo.....	150
<b>Anexo 10.</b>	Ensayos de Laboratorio-Límites de consistencia ASTM D422 .....	151
<b>Anexo 11.</b>	Ensayos de Laboratorio muestra de suelo .....	153

## I.INTRODUCCIÓN

### 1.1.Problema de investigación

Con el crecimiento continuo de la población a nivel mundial, se van expandiendo constantemente las ciudades de distintas partes, generando así, nuevas construcciones; tanto edificaciones como carreteras. El área de la construcción vial es un punto de constante investigación; ya que, en muchas ocasiones los suelos donde se construye no son adecuados; por lo que, existen métodos de estabilización con distintos materiales.

Desde tiempos antiguos, las vías terrestres han jugado un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo nacional, por esta razón todos los países del mundo dirigen una cantidad de dinero sustancial a la construcción y mantenimiento de estas estructuras, con la finalidad de seguir impulsando el crecimiento económico y de brindar una buena calidad de servicio a los usuarios; sin embargo, los elevados costos de presupuesto de estos proyectos hacen que sea casi imposible tener vías de excelente calidad en las ciudades y menos en la zona rural.

Según el reporte Global de Competitividad en Infraestructura, Perú tiene una puntuación de 64 en cuanto a conectividad y de tan solo 36.4 en cuanto a calidad, de un total de 100 puntos, en el Pilar Infraestructura en el sector Carreteras. (Infraestructure & Capital Projects Centroamérica, 2019). Este reporte refleja la carencia y deterioro en la que se encuentra la red vial peruana, debido al mal manejo del presupuesto destinado a este sector y el uso de métodos ineficientes que se encuentran disidentes al tipo de suelo existente en la zona por la cual pasa la vía.

Para la construcción de una vía, la calidad de los suelos es uno de los factores más importantes a tener en cuenta; con el fin de conformar una subrasante que soporte la carga que el tráfico le transmitirá; así como también, las condiciones ambientales adversas que se le presenten. Esto es importante, debido a que el comportamiento de las diferentes capas que conforman la vía, está directamente ligado al comportamiento del suelo sobre la cual se construirá la estructura.

Cuando los suelos que conforman la subrasante de una vía son de mala calidad, es necesario realizar su mejoramiento; con la finalidad de evitar futuros problemas. Ante esto, existen dos principales posibilidades de mejora de la calidad de una subrasante, la primera es remover y reemplazar por una capa de suelo de mejor calidad y la segunda es mejorar el suelo in situ haciendo uso de aditivos.

La avenida Las Américas, ubicada en el distrito de Moche, tiene una subrasante inestable, debido a que la vía que esta sobre ella presenta evidentes problemas ocasionados por la baja calidad de soporte del terreno de fundación.

Existen diferentes formas de mejorar una subrasante, la más común es la estabilización con cemento; pero, su alto costo obliga a buscar otras opciones que se ajusten a la realidad económica de los diferentes gobiernos; por otro lado, existe un tipo menos común y con un costo considerablemente más bajo; ésta, es con residuo de combustión (cenizas volantes) como aditivo.

Los residuos de combustión de Biomasa de palma aceitera (cenizas volantes), subproducto de la fabricación de aceite crudo de palma en la empresa Oleaginosas Pucallpa S. A ubicada la región Ucayali, representa un 3% del volumen de producción. La planta extractora de aceite crudo procesa alrededor de 100 toneladas de fruto (sin escobajo) diario, lo que hace un total de 2600 toneladas al mes, la producción de cenizas es de 78 toneladas por mes, un deshecho industrial con elevado contenido de sílice, por lo que puede ser usado como estabilizante. Esta ceniza, al ser un desecho, tiene bajo costo de adquisición, que representa un beneficio económico y también ambiental; ya que, su uso reduciría la cantidad de desechos producidos por la empresa Oleaginosas Pucallpa S.A, que actualmente es de 936 toneladas cada año.

Bajo los argumentos señalados, esta investigación busca hacer uso del residuo de combustión de biomasa (cenizas volantes con 82% de fibra y 18 % de cascarilla de palmiste), de palma aceitera como agente estabilizante de la subrasante, sobre el cual se construirá una infraestructura vial.

### **1.1.1. Enunciado del problema**

¿Cómo influye la aplicación del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera, en el mejoramiento de la subrasante de la avenida Las Américas, Moche - La Libertad?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera en el mejoramiento de la subrasante de la avenida Las Américas, Moche-La Libertad.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Realizar los ensayos para la obtención de propiedades físicas y clasificación del suelo en estado natural.
- Determinar las propiedades mecánicas y CBR de la subrasante en estado natural.
- Determinar la composición química del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA).
- Determinar las propiedades mecánicas y CBR de la subrasante con adición del 5%, 10% 15%, 20 %,25%,30% de RCBPA.

## **1.3. Justificación de la investigación**

En el departamento La Libertad de la red vial existente, el 13.45% (1185.1Km) son carreteras pavimentadas y el 86.55% (7624.3 Km) son consideradas como carreteras no pavimentadas; de estas, el 63.62% (5604.6 Km) pertenecen a la Red Vial Vecinal y se encuentran en pésimo estado, comprometiendo de esta forma la óptima movilización y transporte de vehículos, personas y productos en general que contribuyen al crecimiento y desarrollo nacional.

Uno de los principales problemas a los que los gobiernos se enfrentan es a la falta de presupuesto para la construcción de vías de buena calidad, por ello el uso de residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA)

contribuiría positivamente a la economía: ya que, el costo de adquisición sería bajo y marcaría una gran diferencia en la calidad de servicio que presta la infraestructura vial.

Por otro lado, hacer un estudio del comportamiento de la subrasante bajo la aplicación de (RCBPA) como agente estabilizante sería un aporte sustancial para el sector de ingeniería; ya que, los resultados podrían ser usados en futuros proyectos que se vayan a desarrollar o para investigaciones relacionadas con este tema.

El uso de materiales amigables con el medio ambiente siempre es una de las principales metas en el sector construcción; por ello, esta investigación busca utilizar un desecho industrial como estabilizante de suelos, persiguiendo contribuir con el ecosistema, al hacer uso de un material reciclado.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del estudio

**Cañar Triviano, (2017)** en su investigación “**Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón**”, investigó la influencia del uso de cenizas de carbón como agente estabilizante en dos suelos cuyas características no son iguales, para ello se adicionó dicha ceniza en porcentajes de 20%,23 y 25 %. Para conocer la variación de las propiedades mecánicas de estos suelos se realizaron ensayos de laboratorio para cada tipo de suelo con diferentes porcentajes de dosificación de ceniza. Se llegó a la siguiente conclusión: El uso de cenizas de carbón con la dosificación al 25% para suelos arcillosos incrementó un 2.1 % respecto al valor inicial de CBR, sin embargo, según las consideraciones del estudio no reúne las condiciones necesarias como material de sub rasante. Por otro lado, en suelos arenosos finos, usando el mismo porcentaje de ceniza de carbón, incrementó un 4.6 % en los valores del CBR, mostrando ser adecuado para sub rasante.

**Mamadou & Yesim, (2019)**, en su investigación “**Stabilización of clay soils using fly ash**”, investigaron explorar diferentes usos para las cenizas de una planta de energía eléctrica, ubicada en la ciudad de Orhaneli. En este caso el uso que le dieron fue para la estabilización de un suelo arcilloso de alta plasticidad ubicado en el campus universitario de Bursa, Turquía. El estudio contempló el uso de 2% de cal y diferentes porcentajes de cenizas de carbón pulverizado, se evaluó tres parámetros (Límites de atterberg, Proctor estándar, compresión uniaxial-3,7,28 días). La investigación concluye en que el uso de 2% de cal y 15 % de cenizas volantes de Orhaneli reduce la plasticidad del suelo (hasta llegar a ser un suelo no plástico). Los valores para la compresión uniaxial en un 73 % de suelo con 2% de cal y 25 de cenizas en un tiempo de curado de 28 días, mejoran significativamente.

**Shahram, Asadi, Bujang, & Mohammad , (2015)**, investigaron la “**Stabilization of clayey soil using ultrafine palm oil fuel ash (POFA) and cement**”. La presente investigación evalúa el uso de la ceniza de palma aceitera

(POFA), individualmente y en combinación con cemento para la estabilización de suelos arcillosos. La investigación concluye en que el uso de POFA - POFA con cemento en suelos arcillosos disminuye el contenido de humedad óptimo, aumenta la densidad máxima seca y reduce la plasticidad aplicados en porcentajes apropiados, los resultados de compresión no confinada en un tiempo de curado de 28 días se incrementan ligeramente sólo con POFA, pero el incremento es mayor con POFA y cemento.

**Manuel, (2018)**, en su investigación, **“Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante”**. Donde tuvo como objetivo la influencia de la cantidad de cal y ceniza en 2%, 4%, 6% y 8%, evaluando la compactación de suelos mediante Proctor estándar y compresión simple de un suelo arcilloso. Concluyendo según los resultados que con 4% se obtuvo el mejor valor de resistencia a la compresión donde se obtuvo 2.413 g/cm<sup>2</sup>, a partir de allí la resistencia disminuyó.

**Castro, (2017)**, investigó la **“Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante”**.

Esta tesis consideró el uso de agente estabilizante no convencional como alternativa para el mejoramiento de la sub rasante de un suelo con baja capacidad portante. La investigación inició con el estudio del suelo y cenizas de cascara de arroz procedentes del departamento de San Martín, con la finalidad de determinar sus diferentes características que aportaran a la investigación. Se realizaron dos evaluaciones en la primera se usó la ceniza como agente estabilizante primario y en la segunda a las cenizas como agente estabilizante secundario ya que esta mezcla contenía cal. Esta investigación tuvo la siguiente conclusión: La ceniza de cáscara de arroz al 20% sirve como agente estabilizante primario y secundario, los resultados obtenidos muestran un incremento en CBR de 5 % a un valor de 19.40% respectivamente. Del mismo modo, los resultados del ensayo de compresión uniaxial muestran un aumento de 6.91 kg/cm<sup>2</sup> a un valor de 8.77 kg/cm<sup>2</sup> gracias a la aplicación de ceniza de cascara de arroz al 20% y 10% respectivamente. Con los resultados obtenidos en esta investigación se concluyó en que la ceniza de cascara de arroz sirve

como material estabilizante, mostrando mejores resultados como estabilizante secundario.

**Neyra,(2020)** en su investigación el “**Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasantes areno-limosas**”.

La presente tesis se basa en la evaluación del efecto de adicionar cenizas de caña de azúcar a subrasantes de tipo areno-limosos, teniendo como medidas de control los parámetros de CBR, densidad máxima con el Proctor modificado. La tesis concluye que debido al deficiente contenido de sílice y un porcentaje alto de material orgánico en las cenizas provenientes de la empresa Caña Brava ubicada en la ciudad de Piura, se consideran no aptas para estabilizar. Estas cenizas fueron evaluadas usando un 2% de cemento como material aglomerante y el resultado fue que puede usarse como agente estabilizante siempre y cuando el porcentaje no supere el 10 % debido a que valores mayores mostraron una disminución en el porcentaje del CBR.

**Mamani L, (2017)**, en su investigación “**Estabilización de suelos arcillosos aplicando cenizas de madera de fondo, productos de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho**”. Esta investigación esta basada en el uso de cenizas proveniente de la combustión de eucalipto utilizado por ladrilleras artesanales en el proceso de fabricación de ladrillos.

Se usaron en mezclas con suelo arcillosos en 10%, 20%, 30%, 40% y 50%, donde se obtuvo como resultados finales, de la compactación se mejoró la densidad máxima de 1.472 g/cm<sup>3</sup> a 1.506 g/cm<sup>3</sup> de las muestras patrón a un 30% de cenizas respectivamente.

**Terrones, (2018)**, investigó la “**Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña de azúcar para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo-2018**”. Esta investigación se realizó usando ceniza de bagazo de caña de azúcar como estabilizante de subrasante arcillosa-limosa. se adiciono dicha ceniza en porcentajes de 5%, 10% y 15%, y se calculó la máxima densidad seca, porcentaje de humedad optimo y el CBR para compararlos con los valores de estos mismos ensayos del suelo en estado natural. Con la aplicación de 15% de CBCA se obtuvo un CBR de 22.267% y se

llegó a obtener una resistencia de 150.6Kpa, cumpliendo de esta forma a los requerimientos del Ministerio de Transportes y comunicaciones para una subrasante.

**Mendoza Aquino, (2020)**, investigo “**La estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo – Trujillo, La libertad 2018**”. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia de cenizas de caña sobre el índice de CBR de los suelos, se usaron cenizas en 5%, 10% y 15%. Se pudo concluir de los resultados obtenidos que, las muestras patrón obtuvieron un índice de CBR de 3.5% aproximadamente y el máximo valor de CBR fue obtenido al 15% de ceniza obteniendo un valor promedio de 17.65%.

**Agreda S, (2022)** La investigación fue realizada en el centro poblado de Conache, en el distrito de Laredo, La Libertad, Perú. El objetivo fue estabilizar el suelo usando ceniza de cáscara de arroz. Con la metodología usada que fue cuantitativa y cuasi experimental se recolectaron las muestras de suelo y aplicaron diferentes porcentajes (10%,20%,30%) de cenizas de cáscara de arroz, evaluaron las propiedades del suelo estabilizado, sus resultados mostraron que mejoran con el 10% de cenizas de cáscara de arroz, en la capacidad portante del suelo, redujo la expansión y contracción, aumentó la resistencia a la compresión. En conclusión, se encontró que el uso de las cenizas de cáscara de arroz puede ser usada como una alternativa económica para la estabilización de suelos.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Suelo

El término “suelo” ha sido definido de diferentes formas, dependiendo del campo de estudio al que pertenece el investigador. Así, en Ingeniería civil, distintos autores han definido a este término de diversas formas; algunas de las cuales se presentan a continuación:

A diferencia de otros autores que afirman que el suelo es una formación de sustancias orgánicas y no orgánicas sin organización definida, en realidad el suelo es una aglomeración de partículas organizadas cuyas propiedades cambian de manera vectorial; verticalmente estas varían más rápido que de manera horizontal. Así mismo, consideran que suelo es aquel material térreo sin incluir las rocas sanas e ígneas y los sedimentos cementados cuyo ablandamiento y desintegración por el intemperismo, se dan en un tiempo prolongado. También sostienen que, debido a la influencia del agua en las propiedades mecánicas del suelo, se le debe considerar como parte de su estructura. (Das B. M., 2013)

Con fines ingenieriles, el término suelo hace referencia al compuesto de partes minerales no cementadas y material orgánico descompuesto, la parte sólida del compuesto, con partes líquidas y gaseosas contenidas entre sus espacios vacíos.

Desde el punto de vista de Crespo V (1979), suelo es el producto de la disgregación y/o alteración física y/o química de rocas y se encuentra como una fina capa rodeando a la corteza terrestre, este material también es producto residual de las actividades de los seres vivos habitantes del planeta. (p. 18)

Para Terzagui, un suelo es todo conglomerado de partículas minerales en estado natural y que se pueden separar de forma mecánica. Excluye de esta definición a las rocas; ya que, estas se encuentran unidas

por grandes fuerzas cohesivas permanentes, cuya separación con la aplicación de poca fuerza mecánica, no es posible.

Para fines de la presente investigación, concluimos en que: suelo es todo material terroso formado por partículas minerales de diferentes tamaños y propiedades, separables por métodos mecánicos de baja intensidad, por el aire contenido en sus espacios vacíos y agua, esta última debido a la influencia que esta tiene en el comportamiento mecánico del mismo.

A diferencia de los suelos granulares, esta categoría de suelos se caracteriza por un tamaño más fino de sus partículas constituyentes (inferior a 0.08 mm, según el sistema unificado SUCS); lo que, les confiere unas propiedades de superficie ciertamente importantes. Esto se debe a que la superficie específica (relación entre la superficie y el volumen de un cuerpo) de dichas partículas es más que considerable.

La cohesión es la principal propiedad desde el punto de vista mecánico de este tipo de suelos; se define como la fuerza interparticular producida por el agua de constitución del suelo, siempre y cuando no esté saturado. La cohesión es importante desde el punto de vista de la estabilidad de taludes, ya que aumenta la resistencia de un suelo frente a esfuerzos cortantes o de cizalla. (Terzagui, 2010)

### **2.2.2. Tipos de suelos**

Tipos de suelos, se considera los siguientes tipos de suelos, por ser los más usados en el área ingenieril:

#### **A. Gravas(G)**

Son aglomeraciones de fracciones de rocas cuyo tamaño oscila entre 2mm y 7.62 cm de diámetro y por su origen generalmente tienen forma redondeada, ya que han sido acarreadas aguas arriba desde su depósito final.

#### **B. Arenas(S).**

La existencia de este tipo de material es similar al de las gravas, por eso suele encontrárselas en los mismos lugares. Una arena limpia al ser sometida a secado, no cambia su volumen, son no plásticas y comparado con las arcillas, muy poco compresibles.

### **C. Limos (M).**

La principal característica de estos suelos es su mínimo (limo orgánico) o nulo (limo inorgánico) comportamiento plástico. Para estar dentro de esta clasificación, el diámetro de estas partículas debe estar entre 0.05mm y 0.005mm.

### **D. Arcillas (C).**

Estos suelos tienden a volverse plásticos al combinarse con agua. Su composición química está formada generalmente por silicato de alúmina, de hierro o magnesio hidratado. Estos minerales se encuentran configurados de forma compleja, cuyos átomos se disponen de forma laminar sílico o alumínico. (Juarez B, 2011, pág. 33)

### **2.2.3. Propiedades de los suelos**

Los suelos en estado natural tienen ciertas propiedades, las cuales pueden variar, al ser sometidos a algún tipo de tratamiento. Las propiedades y comportamiento de las partículas gruesas y finas del suelo difieren considerablemente, ya sea por el tamaño de las mismas o por su acomodamiento. Por lo mencionado, se considera las propiedades del suelo y propiedades de los agregados.

La forma y el tamaño son consideradas propiedades del suelo grueso, mientras que para los suelos de grano fino se considera su composición mineralógica.

Por otro lado, para los agregados se considera las propiedades de densidad relativa y consistencia; para un suelo sin cohesión y cohesivo, respectivamente. (Terzagui, 2010, pág. 8)

### **A. Densidad relativa en material grueso.**

Esta propiedad da una idea general de la calidad del material, a mayor densidad y absorción baja correspondería un suelo compacto y resistente. Este primer análisis no es determinante ya que podría variar. La fórmula para encontrar la densidad relativa es:

$$Dr = \frac{Ps}{V * Ps} x 100$$

**Dr:** Densidad relativa aparente.

**Ps:** Peso de la muestra seca en gramos.

**V:** Volumen de agua desalojada en centímetros cúbicos.

### **B. Densidad relativa en material fino.**

Se practica al material que pasa por la malla N°40, cuya finalidad es determinar la curva de saturación para la prueba Proctor.

#### **Tabla 1.**

*Densidades relativas en suelos arenosos*

<b>Densidad Relativa</b> (%)	<b>Clasificación</b>
0-15	Muy suelta
15-35	Suelta
35-65	Medio denso
65-85	Denso
85-100	Muy denso

*Nota:* Se tiene en cuenta que los suelos que presenten índice de vacíos más bajos suelen tener una densidad más alta. Tomada de Geotecnia I, Dr. Lorenzo Borselli, (2017,2018) pag. 107

### **C. Absorción.**

Esta propiedad determina la capacidad de un material para retener agua. Dependiendo del resultado que muestre el ensayo de determinar si se puede usar, según satisfaga a la norma (Crespo, 2004, pág. 45)

$$A\% = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

*P<sub>s</sub>*: Peso de muestra húmeda.

*P<sub>s</sub>*: Peso de muestra seca.

#### **2.2.4. Clasificación de los suelos por el tamaño de sus partículas**

El sistema de clasificación de suelos basado en criterios granulométricos, determina los tamaños de las partículas de una muestra de suelo; para ello, es necesario hacer una representación gráfica de la distribución granulométrica, en la gráfica el porcentaje que pasan son las ordenadas representadas en escala semilogarítmica y el tamaño de partículas las abscisas a escala natural. El resultado es una curva y según su forma nos da una idea de la distribución granulométrica del suelo. (Juarez B, 2011, pág. 101)

##### **A. AASHTO.**

Clasifica al suelo en 7 grupos principales: A-1 a A-7. Los suelos que clasifican en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares, donde el 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz núm. 200. Los suelos donde más de 35% pasa a través del tamiz núm. 200 se clasifican en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. (Das B. , 2013, pág. 78).

**Figura 1.**  
Clasificación de materiales de subrasante.

Clasificación general	Suelos granulares				35%				Suelos finos					
	máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)				máximo que pasa por el tamiz de 0.075				más de 35% pasa por el tamiz de 0.075					
Clasificación de grupo	A-1		A-3	A-2				A-7						
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6		
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:														
2 mm (N° 10)	máx. 50		máx.	máx. 51										
0.425 mm (N° 40)	30	máx. 15	máx. 50	máx. 25	máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36		
Características de la fracción que pasa el 0.425 mm (N° 40)														
LL: Límite Líquido				máx. 40				min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41	
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6		máx. 6	NP				máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	min. 11	
Tipo de Material	Piedras, gravas y arenas				Arenas finas				Gravas y arenas limosas o arcillosas		Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Estimación general del suelo como subrasante					Excelente a bueno				Regular a insuficiente					

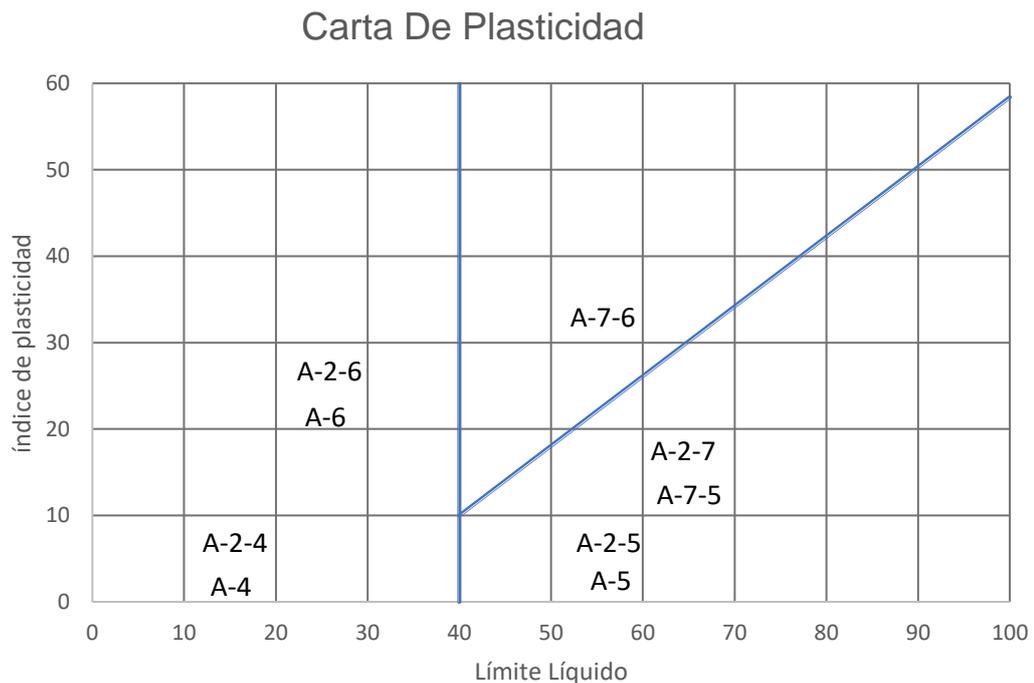
(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30

*Nota.* Clasificación de suelos granulares y finos. Fuente (Das B. , 2013, pág. 79).

**Figura 2.**

Rango de límite líquido y del índice de plasticidad para suelos en los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7



*Nota.* Muestra un rango de límite líquido y el índice de plasticidad de los suelos. Fuente (*Das B. , 2013, pág. 80*)

## B. SUCS.

En 1948 Casagrande propuso este sistema, posteriormente fue revisado en 1952 por el United States Bureau of Reclamation. En la actualidad este sistema se usa generalmente para cualquier trabajo en el área de la geotecnia. En este sistema se utilizan símbolos con la finalidad de identificar los distintos tipos de suelos. (*Das B. , 2013, pág. 82*)

**Tabla 2.**

*Clasificación de suelos por SUCS*

Clasificación De Suelos -SUCS				
	(# 200)	(#4)	(%Finos)	Bien gradada(W) $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$
				Mal gradada(P) $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$
Suelos				GW ó GP
		<b>Gravas(G)</b>	(%F<5%)	SW ó SP
		(G>S)		$G_P^W - G_M^C$
	<b>Gruesos</b>		(5%≤%F<12%)	
	(G+S>F)			$S_P^W - S_M^C$
		<b>Arenas(S)</b>		GC ó GM
	(S>G)	(%F≥12 %)	SC ó SM	
	<b>Finos</b>		(LL)	CH ó CL

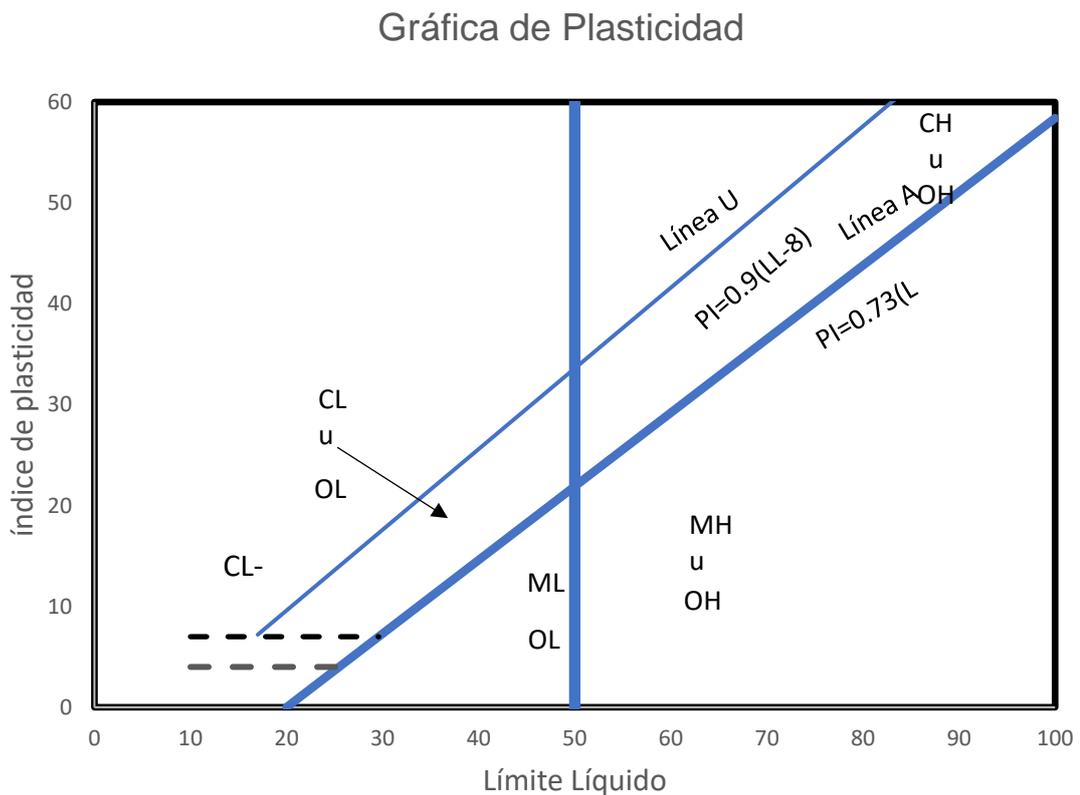
(G+S<F)	$I_{pA}$	Alta compresibilidad (H)	MH ó ML
<b>Arcillas</b>			
	<b>(C)</b>	(LI >50%)	
	( $I_{pA} >$ )	Baja compresibilidad (L)	
<b>Limos (M)</b>			
		(LI <50%)	
	( $I_{pA} <$ )		

Carta de plasticidad

Nota. La tabla muestra un resumen de la clasificación mediante el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), realizado por GAVIDIA INGENIERÍA Y GEOTÉCNIA, 2020

**Figura 3.**

Gráfica de plasticidad



Nota. El presente cuadro la Gráfica de Plasticidad. Fuente (Das B. , 2013, pág. 84)

### **2.2.5. Suelos limosos (M)**

Los suelos Limosos presentan características geotécnicas únicas, pueden ser altamente compresibles y tener baja resistencia al corte, lo que puede hacer que sean propensos a la licuefacción durante eventos sísmicos o a la deformación bajo cargas aplicadas, también tienen capacidad para retener humedad, lo que puede afectar la estabilidad de las obras construidas sobre este tipo de suelos. (Das B. , 2013)

### **2.2.6. Suelos arenosos (S)**

Los suelos arenosos tienen una baja resistencia al corte y son propensos a la erosión, considerándose un suelo inestable; sin embargo, posee buena permeabilidad permitiendo drenar agua. Caracterizados por ser permeables y escasa retención de agua, denominados suelos sueltos. Las propiedades físicas de las arenas encontramos la densidad relativa.

### **2.2.7. Estabilización de suelos**

Se llama así al procedimiento por el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que se logre aprovechar sus propiedades capaces de soportar los esfuerzos del tránsito y climatización severas.

### **2.2.8. Tipos de estabilización**

#### **A. Estabilización mecánica.**

Llamadas así a aquellas que logran mejorar un suelo sin necesidad de ejercerle una reacción química; como es la compactación generada en la subbase, base y carpetas asfálticas.

#### **B. Estabilización química**

Definida debido al uso de sustancias químicas cuya utilización involucra la sustitución de iones metálicos y variaciones en la constitución de los suelos.

- **Cal:** disminuye la plasticidad del suelo y es más económica.

- **Cemento portland:** aumenta la resistencia de los suelos y se usa principalmente para arenas y gravas finas. Productos asfálticos: es una emulsión utilizada para material triturado sin cohesión.
- **Cloruro de sodio:** impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- **Cloruro de calcio:** impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- **Polímeros:** utilizada principalmente en carpetas asfálticas brindando mayor resistencia, impermeabilizarlas y alargar su vida útil.
- **Escorias de fundición:** utilizadas principalmente en carpetas asfálticas brindando mayor resistencia, impermeabilizarlas y alargar su vida útil.

### **2.2.9. Propiedades de los suelos estabilizados**

Los suelos se estabilizan para mejorar las propiedades siguientes; estas dependen del tipo de estabilización utilizada y el suelo:

#### **A. Resistencia.**

Los suelos estabilizados con cemento aumentan su resistencia, esto es verificable con el ensayo de compresión no confinada. (Heber, Aguilar Paravicino, & Bravo Gutierréz, 2020, pág. 43)

#### **B. Compresibilidad.**

La compresibilidad se da en un suelo, al este disminuir la cantidad de espacios vacíos contenidos entre sus partículas, con la reducción de estos espacios, el suelo tendrá mayor resistencia mecánica. (Heber, Aguilar Paravicino, & Bravo Gutierréz, 2020, pág. 43)

#### **C. Permeabilidad.**

Esta propiedad se refiere a la capacidad del suelo para dejar pasar agua y aire entre sus partículas. (Heber, Aguilar Paravicino, & Bravo Gutierréz, 2020, pág. 43)

#### **D. Retracción y expansión.**

El suelo también tiene la capacidad de cambiar su volumen en función de la cantidad de agua que contenga, así como también el tipo al que pertenezca, es deseable que un suelo pueda mantenerse estable en condiciones naturales. (Heber, Aguilar Paravicino, & Bravo Gutiérrez, 2020, pág. 43)

### **E. Durabilidad.**

La capacidad para resistir el desgaste y la erosión debido a factores ambientales, principalmente.

## **2.2.10. Ensayos de laboratorio**

### **A. Contenido de Humedad – NTP 339.127 - ASTM D 2216**

La finalidad de este ensayo es encontrar la relación entre la cantidad de agua y sólidos, en una muestra de suelo.

*Referencia Normativa - ASTM D 2216.*

Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$w = \frac{MCWS - MCS}{MCS - MC} \times 100 = \frac{MW}{MS} \times 100$$

Donde:

**W:** es el contenido de humedad, (%)

**MCWS:** es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

**MCS:** es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos.

**MC:** es el peso del contenedor, en gramos.

**MS:** es el peso de las partículas sólidas, en gramos.

### **B. Análisis granulométrico. NTP 339.128 - ASTM D 422.**

El objetivo de este ensayo es establecer de forma porcentual los diferentes volúmenes que componen el suelo, diferenciados por el diámetro de sus partículas.

### C. Límites de consistencia. NTP 339.129 - ASTM D 4318.

La Aquellas cantidades de agua con la que algunos los suelos tienen la característica de deformarse. Atterberg consideró: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) y Límite de Contracción (LC). De los valores de LL y LP se puede obtener el Índice de plasticidad.

$$IP = LL - LP$$

**Tabla 3.**

*Índice de Plasticidad-Suelos Arcillosos Norma ASTM*

<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
IP>20	Suelos muy arcillosos
20>IP>10	Suelos arcillosos
10>IP>4	Suelos poco arcillosos
IP=0	Suelos exentos de arcilla

*Nota.* El presente cuadro muestra los índices de plasticidad aplicado a suelos arcillosos. Tomada del Manual de Carreteras, Suelos Y Pavimentos. Pag 27, Lima 2017.

### D. Clasificación de suelos mediante NTP 339.134 – SUCS y NTP 339.135 - AASHTO.

Permite clasificar a los suelos de acuerdo a la distribución granulométrica de sus partículas, calculadas en porcentaje. Los valores de LL e IP son usados en la clasificación AASHTO y en SUCS se hace uso de la carta de plasticidad, además de los porcentajes hallados en el análisis granulométrico.

### E. Ensayo de proctor modificado. NTP 339.141 - ASTM D 1557.

Ensayo que te permite determinar la humedad óptima de compactación y la máxima densidad seca. Este se usa siempre que el porcentaje de muestra retenido en el tamiz  $\frac{3}{4}$ " es menor o igual al 30%.

#### F. CBR (California Bearing Ratio). NTP 339.145 - ASTM D 1883.

Este ensayo mide la resistencia de un suelo, a la deformación, bajo cargas aplicadas. Durante el ensayo se aplican las cargas en la parte céntrica de la muestra de suelo compactada en un molde cilíndrico normalizado. (Das B. , 2013)

**Tabla 4.**

*CBR (California Bearing Ratio).*

N°. CBR	Clasificación General	Usos	Sistema de Clasificación	
			SUCS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH, CL, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre a regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub- base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, sub- base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Nota. El presente cuadro muestra el valor del CBR, Fuente. (Das B. , 2013)

#### G. Ensayo de compresión no confinada. NTP 339.167 - ASTM D 2166

Ensayo utilizado para determinar la resistencia a la compresión de un suelo, caracteriza su comportamiento mecánico bajo carga al suelo. En

el ensayo se aplica una carga axial a una muestra de suelo cilíndrica confinada lateralmente, la carga se aplica gradualmente y se mide la deformación de la muestra conforme la carga se incrementa. El ensayo muestra la fuerza máxima que puede soportar la muestra antes que se produzca una falla por compresión. (Das B. , 2013)

**Tabla 5.**

*Relación general de consistencia y esfuerzo de compresión no confinada.*

<b>Consistencia</b>	<b>qu (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Muy blanda	0-0.25
Blanda	0.25-0.50
Media	0.50-1.02
Firme	1.020-2.04
Muy firme	2.04-4.08
Dura	>4.08

*Nota.* Muestra los datos de resistencia a la compresión. Fuente (Juarez B, 2011)

### 2.2.11. *Biomasa de palma aceitera*

#### A. *Palma aceitera.* (JUNPALMA, 2021)

menciona que la palma aceitera científicamente conocida con el nombre de (*Elaeis Guineensis*) es un cultivo que se destina para la producción de aceites vegetales. Por sus requerimientos agroecológicos en el Perú lo cultivan en zonas tropicales. Se cosechan los racimos de fruto fresco (RFF) de la palma y se procesan para extraer el aceite crudo de palma (ACP).

#### Figura 4.

##### *Plantación de palma aceitera*



*Nota.* La figura representa los plantones de palma aceitera (*Elaeis Guineensis*). Tomada por tesistas marzo del 2022.

**Figura 5.***Racimo de palma aceitera*

*Nota.* La figura representa el racimo de palma aceitera (*Elaeis Guineensis*) después de ser cosechado. Tomada por tesisistas en marzo del 2022. Importancia Económica Del Aceite De Palma.

**B. Proceso de extracción de ACP empresa Oleaginosas Pucallpa S.A.**

En regiones como Ucayali, Loreto, San Martín y Huánuco existen 80 mil hectáreas en producción de las 116 mil hectáreas instaladas de palma aceitera.

En el 2021 el 1.8 % del Producto Bruto Interno de la Selva Peruana representa a dicha actividad económica, promoviendo 37 mil puestos de trabajo directos e indirectos anualmente. En el contexto local el departamento de Ucayali tiene 13 empresas del sector privado de extracción de aceite crudo de palma que procesan 85.000 a 90.000 TM de aceite crudo de palma (ACP) al año. (Charry, y otros, 2020).

(CARETAS, 2019, pág. 5) menciona que la empresa Oleaginosas Pucallpa S.A cuenta con 2000 hectáreas sembradas en producción y tiene una planta de extracción de aceite crudo de palma de 10 toneladas por

hora, diario procesan 100 toneladas de fruto fresco, acumulando 2600 toneladas al mes.

La extracción de aceite crudo de palma comienza cuando el fruto es recepcionado, luego pasa al esterilizado y cocinado, posterior pasa por una máquina que separa el escobajo de la pepa del fruto. Llegando a una prensa donde se obtiene el licor de prensa y la torta de prensa (fibra y almendra), el licor de prensa va a clarificado y se separa por diferencia de densidades y temperatura, saliendo agua lodosa, sólidos y el aceite crudo, pasa a almacenarse en tanques y la torta de prensa pasa a palmistería.

### **Figura 6.**

*Recepción de Materia Prima (RFF)*



*Nota.* La figura representa la materia prima (RFF) para ser procesada en la extractora de aceite crudo de palma, tomada por tesistas marzo del 2021.

### **Figura 7.**

*Proceso de esterilizado de los racimos de fruto fresco de palma aceitera*



*Nota.* La figura representa la materia prima (RFF) saliendo del esterilizador para pasar al desfrutado, tomado por caretas/Informe Especial/octubre 17,2019

### **Figura 8.**

*Aceite crudo de palma*



*Nota.* La figura representa el aceite crudo de palma saliendo del proceso de clarificado, tomado por caretas/Informe Especial/octubre 17,2019.

**Figura 9.**

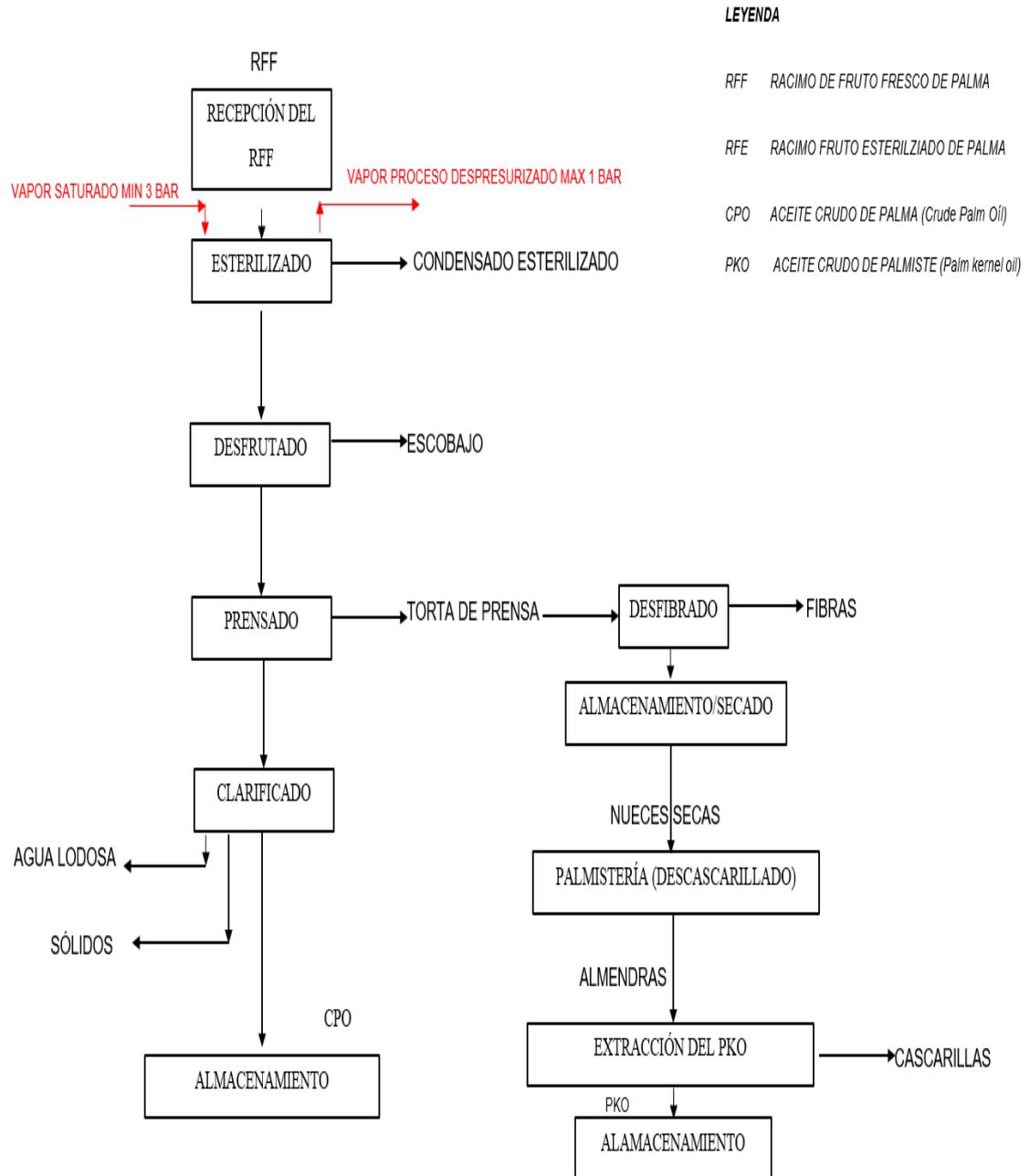
*Planta extractora de aceite crudo de palma (ACP)*



*Nota.* La figura representa la planta de extracción de aceite crudo de palma de la empresa OLEAGINOSAS PUCALLPA. S.A, Ucayali. Tomada por caretas/Informe Especial/octubre 17,2019.

**Figura 10.**

*Proceso de Extracción de CPO y PKO de la empresa Oleaginosas Pucallpa S.A.*



*Nota.* La figura representa el flujograma de producción de aceite crudo de palma. Información de Oleaginosas Pucallpa S.A

### **2.2.12. Residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA)**

#### **A. Procedencia.**

El residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA) proviene de la empresa Oleaginosas Pucallpa S. A. Ubicada en el departamento de Ucayali, provincia de Padre Abad, distrito de Neshuya, siendo el producto de la combustión de biomasa que es un combustible de origen vegetal y que está conformada por (82% de fibra y 18 % de cascarilla de palmiste) en el caldero. La planta extractora desecha 78 toneladas de (RCBPA) al mes y 936 toneladas anuales.

#### **Figura 11.**

*Almacenamiento de fibra*



*Nota.* La figura representa el almacenamiento de la fibra desecho del proceso de desfibrado de la torta de prensa. Tomada marzo del 2022

**Figura 12.**

*Cascarilla de palmiste*



*Nota.* La figura representa el almacenamiento de la cascarilla, desecho del proceso de extracción de aceite crudo de palmiste. Tomada marzo del 2022.

**Figura 13.**

*Alimentación del caldero con biomasa de palma aceitera.*



*Nota.* La figura representa el proceso de alimentación del caldero con biomasa de palma aceitera conformada con 82% de fibra y 18% de cascarilla de palmiste. Tomada en marzo del 2022.

**Figura 14.**

*Salida del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA).*



*Nota.* La figura representa La salida del RCBPA que ha pasado por el proceso de combustión completa. Tomada en marzo del 2022.

**Figura 15.**

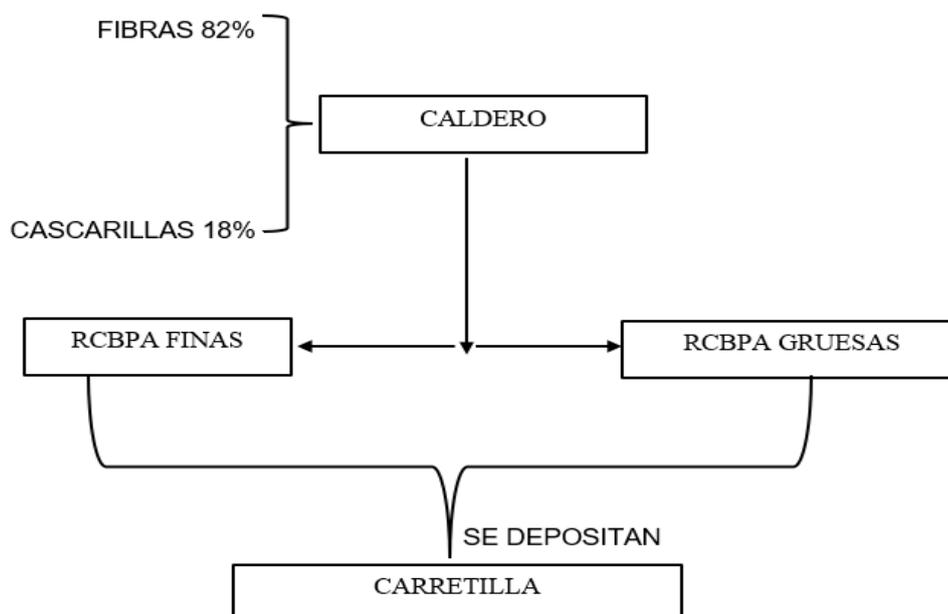
*Residuo de combustión de biomasa de palma aceitera.*



*Nota.* La figura representa el RCBPA finas recepcionado en una carretilla. Tomada en marzo del 2022.

**Figura 16.**

*Flujograma de proceso de RCBPA Empresa Oleaginosas Pucallpa S.A.*



*Nota.* La figura representa el Flujograma para la obtención del RCBPA. Fuente Oleaginosas Pucallpa. S.A.

## B. Definición.

El RCBPA, es un desecho industrial, procedente de la combustión de la biomasa, pulverizado en los hogares del caldero. (Santaella Valencia, 2001, pág. 49)

## C. Clasificación.

Según la Norma ASTM C-618-19 las cenizas volantes son clasificadas según sus componentes químicos, como cenizas volantes de carbón y puzolana natural cruda o calcinada.

- a. Clase F;** Cenizas volantes producidas a partir de combustión de antracitas y carbones bituminosos.
- b. Clase C;** Cenizas volantes producidas a partir de combustión de lignitos y carbones subbituminosos.
- c. Clase N;** Cenizas volantes producidas a partir de combustión de puzolana natural cruda o calcinada.

**Tabla 6.**

*Clasificación del residuo de combustión*

COMPUESTO	CLASE		
	N	F	C
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> min (%)	70		
CaO	Solo informar	18.0 mix	<18.0

*Nota:* Se muestra la clasificación del residuo de combustión. Fuente ASTM C-618-19.

## D. Características químicas y mineralógicas de los residuos de combustión.

El mayor porcentaje de los residuos de combustión es de material mineral (70-80 %), con una pequeña proporción cristalina y en forma de

partículas fundamentales vítreas. Estos estos son producto del proceso de combustión.

Los minerales más importantes que encontramos sílice ( $\text{SiO}_2$ ), alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) entre otros. Ensayo de Espectroscopía de dispersión de energía de rayos X para determinar la composición química mineralógica del residuo de combustión.

El ensayo tiene por objetivo realizar la caracterización mineralógica mediante la difracción de Rayos-X. Inicialmente se prepara las muestras y se colocan en un soporte adecuado, la muestra es irradiada con Rayos X de una determinada longitud de onda y se van ajustando los planos hasta producir la difracción. El método se basa en la interacción de los Rayos-X y la materia cristalina que produce la difracción identificando y cuantificando en fases cristalinas y amorfas del residuo de combustión. (Santaella Valencia, 2001).

**Tabla 7.**

*Composición química mineralógica del RCBPA.*

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD (%)</b>
<b><math>\text{SiO}_2</math></b>	86.84
<b><math>\text{CaO}</math></b>	5.95
<b><math>\text{Al}_2\text{O}_3</math></b>	0.60
<b><math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math></b>	0.94
<b><math>\text{MgO}</math></b>	1.02
<b><math>\text{MnO}</math></b>	1.65
<b>Otros</b>	3.00

*Nota:* Se representan los resultados obtenidos después del ensayo de energía de dispersión de rayos X. Realizada por tesisistas noviembre del 2022.

#### **E. Características físicas.**

El RCBPA, presenta características físicas como granulometría y contenido de humedad, entre otros.

#### **F. Granulometría del residuo de combustión.**

Determina el tamaño de partículas, cuyo diámetro es inferior a 250 micras. En una muestra el 60 al 90 % alcanza un tamaño de 75 micras, hasta tamaño mínimo de 1 micra. Esta distribución granulométrica es consecuencia del proceso térmico y el grado de pulverización.

#### **G. Contenido de humedad del residuo de combustión.**

Se determina sometiendo a la muestra a una temperatura de 105 °C hasta encontrar un peso constante, según la norma ASTM C-618-19. El control de calidad señala que el proceso de obtención del producto está bien hecho, cuando este contenido de humedad es menor o igual al 3%.

### **2.2.13. Mecanismo de reacción del residuo de combustión de Biomasa de Palma Aceitera.**

Los residuos de combustión son considerados como puzolanas artificiales, asociados a sub productos de plantas industriales y el resultado se debe a un tratamiento térmico entre (700-800°C).

Debido a su composición química, el residuo de combustión, posee propiedades cementantes, sin embargo, el contenido de CaO es tan solo 5.95 en comparación a un 65 % que contiene el cemento.

La actividad puzolánica del residuo de combustión se da cuando entra en contacto con el agua.

La composición mineralógica silícicos de la puzolana (sílice activa) son los responsables de la reactividad puzolánica. (M.Das, 2012, pág. 766)

**2.2.14. Aplicaciones del residuo de combustión de palma aceitera.**

Al igual que el cemento y la cal el residuo de combustión puede ser usado como estabilizante del suelo; ya que, al entrar en contacto con el agua se activan sus propiedades cementantes.

Una de las aplicaciones del residuo de combustión es en el mejoramiento del suelo y estabilización.

La aplicación del residuo de combustión es de un 20% en el proceso de estabilización de un suelo, tiene efectos sobre el incremento de la densidad seca compactada y disminuyen el óptimo contenido de humedad, también aumentan los valores de CBR del suelo de grano fino.

Tener en cuenta que algunos contenidos como el azufre presente en el suelo y al ser mezclados con las cenizas volantes pueden crear minerales expansivos disminuyendo la resistencia y durabilidad a largo plazo. (Fly Ash Soil Stabilization for Non-Uniform Subgrade Soils, Volume I: Engineering Properties and Construction Guidelines, 2005, pág. 20)

### 2.3. Marco conceptual

#### ***Biomasa de palma aceitera.***

Combustible de origen vegetal (82 % fibra y 18% cascarilla de palmiste)

#### ***Carretera no pavimentada.***

Superficie de rodadura compuesta por material gravoso o afirmado

#### ***Compactación.***

Proceso que se utiliza para reducir el tamaño de volumen a un suelo, para determinar la densidad máxima de compactación, se realiza el ensayo de compactación en las que se mide el suelo a diferentes niveles de compactación, según el procedimiento estandarizado.

#### ***CBR.***

Se mide la resistencia de un suelo a la deformación bajo cargas aplicada.

#### ***Ensayo de compresión no confinada.***

Usado en suelos arcillosos, para determinar los valores de resistencia al esfuerzo cortante. (Bowles, 1978, pág. 133)

#### ***Espectroscopía de dispersión de energía de rayos X.***

Ensayo realizado al residuo de combustión para determinar su composición química y mineralógica.

#### ***Mejoramiento de suelos.***

Modificar las características del suelo de fundación con la finalidad de cumplir con la normativa, en cuanto a parámetros de resistencia.

#### ***Residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA).***

Residuo del proceso de Combustión de Biomasa (cenizas volantes).

***Subrasante.***

Estrato terroso culminada de una vía que sirve de terreno de fundación estructural para los proyectos viales.

***Suelos arenosos(S).***

Suelos que poseen buena permeabilidad, permiten drenar agua. Son suelos sueltos.

***Suelos limosos (M).***

Suelos que poseen mínimo (limo orgánico) o nulo (limo inorgánico), tienen un comportamiento plástico.

***Floculante***

Sustancia que tiene la propiedad de aglutinar coloides debido a la atracción de sus partículas.

## 2.4. Sistemas de hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis principal

El residuo de combustión de biomasa de palma aceitera influirá positivamente en el mejoramiento de la subrasante de la Avenida Las Américas, Moche-La Libertad.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- El residuo de combustión de biomasa de palma aceitera reducirá los valores de las propiedades plásticas de la subrasante.
- El residuo de Combustión de biomasa de palma aceitera reducirá la capacidad de expansión de la subrasante.
- El residuo de combustión de biomasa de palma aceitera incrementará la capacidad de soporte de la subrasante.
- El residuo de Combustión de biomasa residual de palma aceitera mejorará la resistencia al esfuerzo cortante.

### 2.4.3. Variables.

**Variable (X)-Independiente.** Residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA), (porcentaje).

**Variable (Y)-Dependiente.** Mejoramiento de la subrasante, (constituyentes de la subrasante).

### 2.4.4. Operacionalización de las variables

#### Tabla 8.

*Operacionalización de las Variables*

Variable	Tipo	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (% De RCBPA)	INDEPENDIENTE	Residuo de proceso de combustión de la mezcla de un material fibroso más cascarilla (82% de fibra y 18% de cascarilla de palmiste)	% Óptimo de RCBPA, aplicado en la subrasante.		Ensayo de Proctor Modificado	ASTM D 1557
				5%, 10%, 15%, 20%,25%,30% de RCBPA	CBR	ASTM D 1883
					Ensayo de Compresión no confinada	ASTM D 2166
				Composición química del RCBPA	Espectroscopía de dispersión de energía de rayos X.	-

Variable	Tipo	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Mejoramiento de la subrasante (constituyentes de la subrasante)	<b>DEPENDIENTE</b>	Es un estrato terroso culminada de una vía que sirve de terreno de fundación estructural para los proyectos viales.	Se determina a través de ensayos correspondientes a evaluar las características físicas y mecánicas del suelo.	Físicas	Análisis Granulométrico por tamizado	ASTM D422
					Límites de consistencia	ASTM D4318
					Clasificación de suelos mediante SUCS- AASHTO	SUCS (ASTM D2487) AASHTO (ASTM D3282)
					Ensayo de Proctor Modificado	ASTM D 1557
				Mecánicas	CBR	ASTM D 1883
		Ensayo de Compresión no confinada	ASTM D 2166			

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

- De acuerdo al objetivo que persigue

Investigación Aplicada

- De acuerdo a los datos analizados

Investigación cuantitativa

- De acuerdo a la metodología de contrastación

- Descriptiva correlacional

#### 3.2. Población y muestra de estudio

##### 3.2.1. Población

La población está conformada por todas las subrasantes que pertenecen a las calles del Distrito de Moche.

#### Figura 17.

*Vista satelital de las calles del distrito de Moche.*



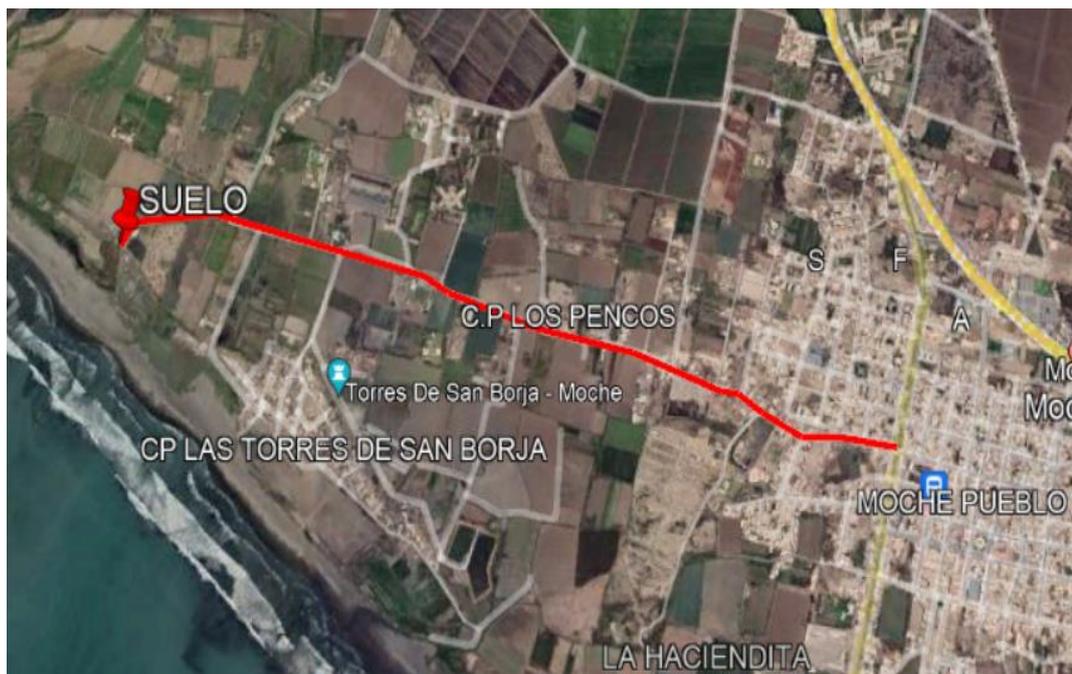
*Nota. Tomado Google Earth Pro, 2021.*

### 3.2.2. Muestra

El tramo de estudio es la subrasante ubicada en la avenida Las Américas del distrito de Moche, donde se tomaron 4 calicatas. Tiene las siguientes coordenadas UTM :71707408 m E-9096808 m S.

#### Figura 18.

Vista satelital de la avenida Las Américas, distrito de Moche, departamento La Libertad.



*Nota.* Tomado Google Earth Pro, 2021.

### 3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación del presente proyecto es pre-experimental; porque se manipula la variable independiente con un grado mínimo de control. La técnica utilizada tuvo el objetivo de medir la efectividad de los resultados (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2014)

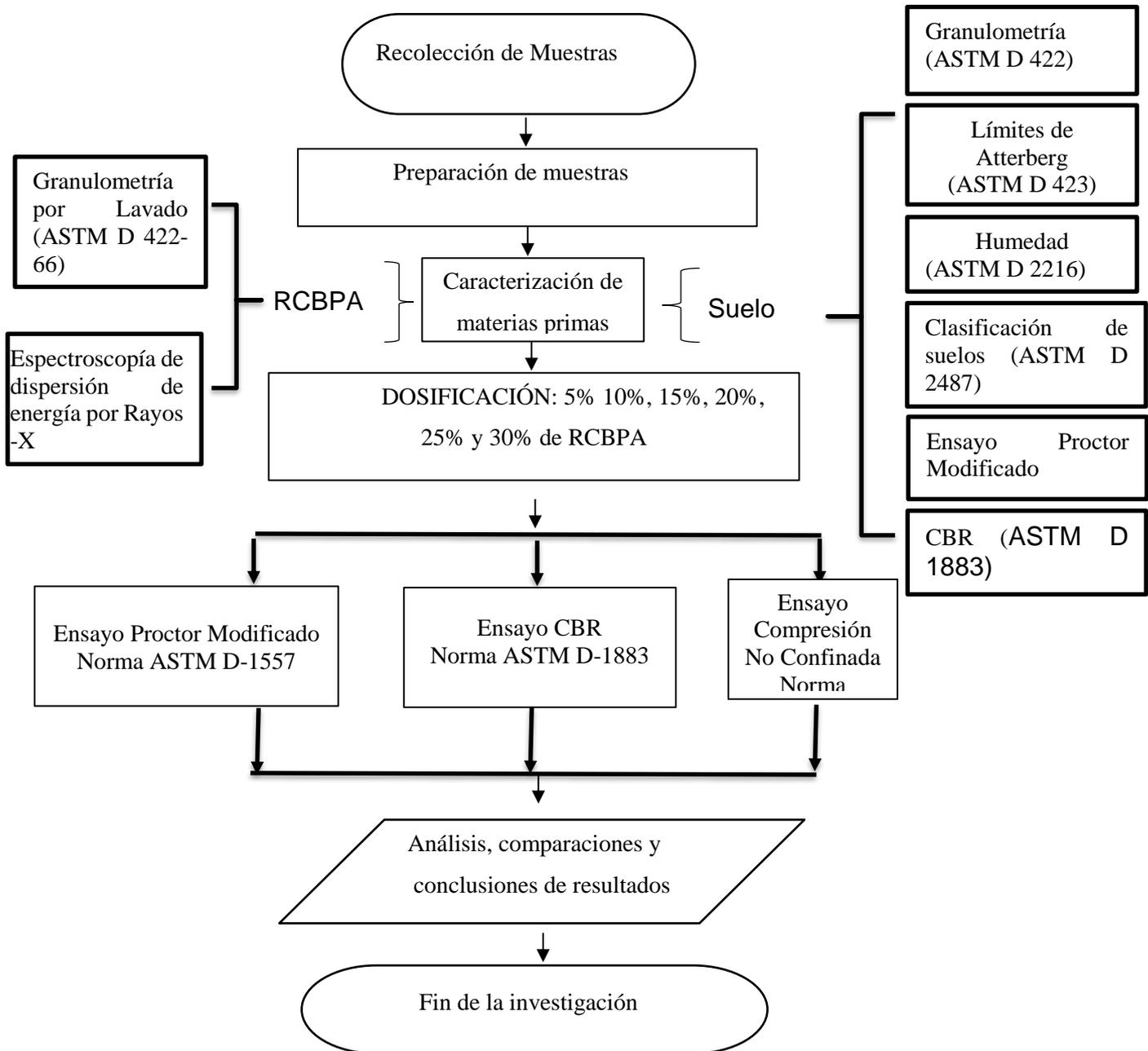
### 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

La técnica que se utilizó en la investigación fue OBSERVACIÓN DIRECTA y los instrumentos con los que se trabajó fueron las HOJAS DE FICHAS DE DATOS utilizados para recolectar la información de los ensayos realizados.

### 3.5. Procedimiento y análisis de datos

**Figura 19.**

*Esquema de procedimiento experimental*



El procedimiento de la presente investigación, inició con la recolección de muestras de suelo, el cual fue extraído realizándose calicatas in situ según figura según los procedimientos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones -, Manual de Ensayo de Materiales, estas muestras fueron llevadas al laboratorio siguiendo los lineamientos de la sección MTC E 104, del manual mencionado. El residuo de combustión de biomasa de palma aceitera fue extraído de la zona de empresa Oleaginosas Pucallpa S. A. Ubicada en el departamento de Ucayali, provincia de Padre Abad, distrito de Neshuya.

Se realizó la caracterización del suelo, en donde se realizaron los siguientes ensayos:

Para la muestra de suelo, se realizó primero el ensayo de análisis granulométrico de suelos de acuerdo a NTP 339.128 (99), la cual consiste inicialmente en seleccionar la cantidad de suelo a ensayar, se escoge un juego de tamices; y, una vez seca la muestra de suelo se coloca en la parte superior de la fila de tamices, se procede a mover según como la norma indica, posteriormente se pesa el material retenido en cada tamiz y se anota en porcentaje, respecto del total de la muestra. Los porcentajes encontrados sirven para clasificar el suelo.

Luego se realizó el ensayo de contenido de humedad natural mediante la norma NTP 339.127, la cual consistió en obtener la masa de un recipiente vacío, en donde se colocó una cierta cantidad de muestra de suelo y se volvió a tomar la masa de los dos elementos, posteriormente se llevó al horno para secado durante 16 horas a una temperatura de 110°C , pasado este tiempo se retiró , esperamos que enfríe y se volvió a tomar la masa de muestra más recipiente, estos datos se anotaron en la ficha de recolección de datos correspondiente para poder determinar el contenido de humedad.

Se continuó realizando el ensayo de Límites de Atterberg mediante la norma ASTM D 4318 que se divide en 2 etapas en la primera se determinó el límite líquido, que consistió en dosificar la muestra hasta que tenga una consistencia en donde al colocarla en la cuchara de Casagrande en una cierta cantidad de golpes se una, y esa unión colocarla en un recipiente previamente

pesado y finalmente colocarlo en una estufa durante 16 horas a 110°C y pesar nuevamente colocamos los datos en la ficha de recolección de datos; en la segunda parte se determinó el límite plástico el cual consistió en dosificar la muestra y hacer pequeñas bolitas las cuales se hicieron varillas de 10 cm de largo y 3 mm de diámetro, cuando se logró obtener esas medidas con la yema de los dedos se mantuvo hasta que se rompa para luego pasarlas a un recipiente metálico pesado previamente y colocarlo en la estufa de 110°C durante 16 horas.

Para el residuo de ceniza de la biomasa de la palma aceitera se realizó primero hidrometría mediante la norma ASTM D 422-66 la cual consistió en pesar 500gr de la muestra y por medio de la malla N° 200 se realizó el tamizado, se colocó bajo un caño a chorro con la yema de los dedos.

También se realizó el ensayo de espectroscopía de dispersión de energía de rayos X que consistió en tener una muestra de 10 mg colocados sobre una porta muestra recubiertas con nanopartículas de Oro y colocados en cámara de dispersión de rayos X, se realiza un barrido y el software emite un cuadro resumen con los óxidos presentes en el material.

Luego de la caracterización se realizaron las dosificaciones correspondientes que fueron de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de RCBPA al suelo para realizar los ensayos que determinaron sus resistencia y propiedades como fueron:

El ensayo de Proctor Modificado mediante la NTP 339.141 , que consistió en pesar un molde cilíndrico metálico de 6" de diámetro que previamente se tomaron sus medidas para determinar el volumen del molde, luego se agregó la muestra dosificada en 5 capas y en cada una se realizaron 25 golpes para compactarla, se repitió el pesado del molde con la muestra, y finalmente se tomó una pequeña muestra y colocarla en un recipiente metálico previamente pesado y ponerla en la estufa a 110°C durante 16 horas en donde se registraron los datos para determinar mediante graficas el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca. Se repitió el mismo procedimiento para las diferentes adiciones de RCBPA al suelo,

El ensayo de CBR mediante la NTP 339.145 , que consistió en ir añadiendo agua a la muestra alcanzando su óptimo contenido de humedad el cual se obtuvo en el ensayo de Proctor, se procedió a compactar en el molde de CBR estandarizado en 3 capas y cada una en diferentes cantidades de golpes a 12 golpes, a 25 golpes y a 6 golpes por medio de una maza de 2.5 Kg dejándola caer desde una altura de 305 mm, luego se enrazó el molde y se desmontó, se sumergió el molde en agua se colocó la placa perforada y el vástago con los pesos necesarios que ayuden a calcular la sobrecarga, se tomaron medidas diarias del microcomputador durante al menos 4 días, finalmente sacamos las muestras del agua y se aplicó la carga sobre el pistón de penetración en la prensa de CBR y se tomaron las lecturas reportadas. Se realizó el mismo procedimiento para las diferentes adiciones de RCBPA.

En el ensayo de compresión no confinada mediante la NTP 339.167, que consistió en la elaboración de pequeñas probetas cilíndricas de un diámetro de 30 mm para colocarlas en el equipo y aplicarles la carga hasta que se produzca la deformación axial a razón de 0.05plg/min, registrando valores de carga, deformación y tiempo. Se repitió el mismo procedimiento para la realización de probetas con los diferentes porcentajes de RCBPA.

Al finalizar los ensayos se realiza el análisis de datos los cuales fueron procesados mediante un análisis de varianza estadístico ANOVA

#### IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados de los ensayos realizados referente a la caracterización del suelo, las pruebas de compactación y compresión no confinada de suelo patrón y con adición de RCBP.

##### 4.1. Propuestas de investigación

**Tabla 9.**

*Resumen de ensayos de caracterización de suelos*

<b>Calicata</b>		<b>C-1</b>	<b>C-2</b>	<b>C-3</b>	<b>C-4</b>
<b>Tipo de suelo</b>		Arena limosa sin grava	Arena limosa sin grava	Arena limosa sin grava	Arena limosa sin grava
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	<b>SUCCS AASHTO</b>	SM A-2-4	SM A-6	SM A-6	SM A-6
	<b>Grava (%)</b>	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Arena (%)</b>	76.8	76.6	78	77.8
	<b>Finos (%)</b>	23.2	23.4	22	22.2
	<b>Límite Líquido</b>	30.1	31.8	28.7	29.9
<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>	<b>Límite Plástico</b>	23.2	24.9	21.8	24.6
	<b>Índice de Plasticidad</b>	6.9	6.9	6.9	5.3
	<b>Contenido de Humedad</b>	5.34%	5.17%	5.64%	5.57%

*Nota:* Los resultados de la caracterización mostraron que las 4 calicatas no presentan gravas, presentan un aproximado de 77% de arena, 23% de finos aproximadamente, presenta un límite líquido entre 29 y 31%, límite plástico entre

21 y 25%, y un índice de plasticidad de 6.9% y un contenido de humedad entre 5.1 y 5.6%.

**Tabla 10.**

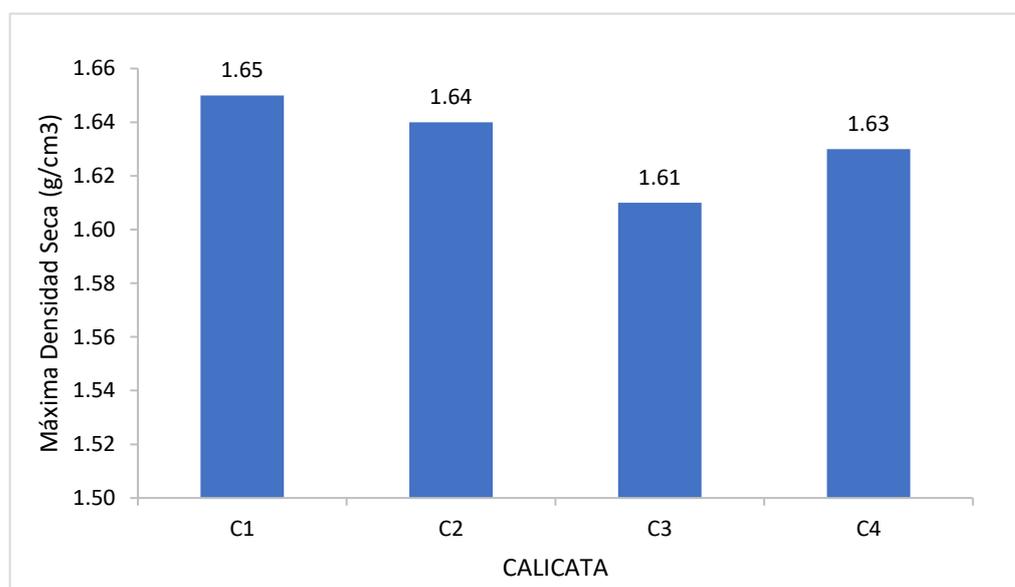
*Resultados del ensayo de Proctor Modificado de las muestras patrón*

CALICATA	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1	1.650	10.10
C-2	1.640	10.30
C-3	1.610	10.20
C-4	1.630	10.10

*Nota:* En la tabla se muestran los resultados obtenidos del ensayo Proctor Modificado, hecho a las 4 calicatas de la presente investigación, los valores para todas las calicatas son similares, tanto en su máxima densidad seca , como en su óptimo contenido de humedad.

**Figura 20.**

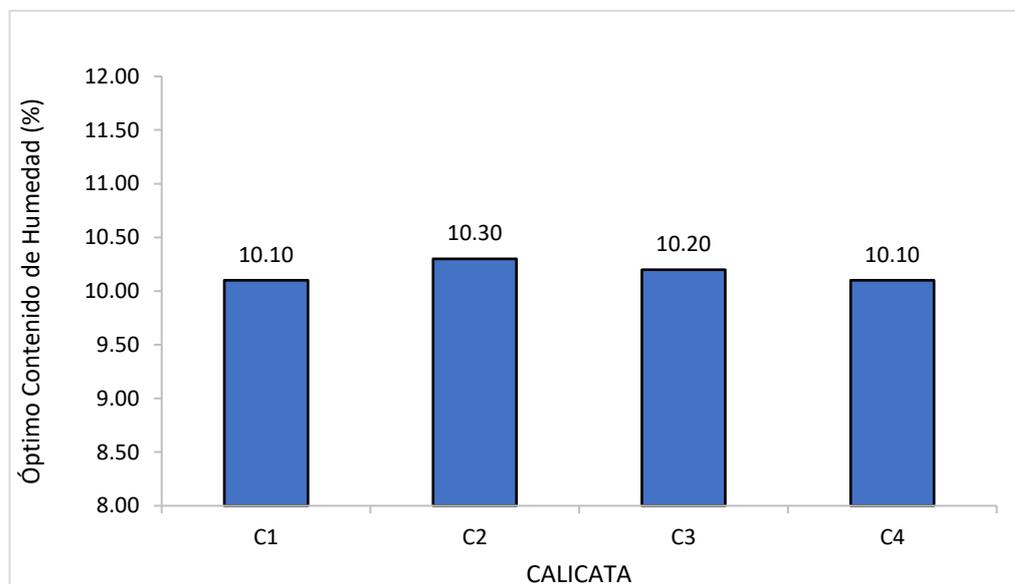
*Comparación de las máximas densidades secas de las muestras patrón.*



*Nota:* Los resultados de las máximas densidades secas de las muestras patrón muestran una similitud entre sus valores obtenidos, siendo un valor cercano a  $1.620 \text{ g/cm}^3$ .

**Figura 21.**

*Comparación de las humedades óptimas obtenidas de las muestras patrón.*



*Nota:* Los resultados del óptimo contenido de humedad de las muestras patrón, muestran una similitud entre sus valores obtenidos, siendo un valor cercano a 10.30%

**Tabla 11.**

*Resultados del ensayo de Proctor de las muestras con las dosificaciones de RCBPA*

DOSIFICACIÓN	MÁXIMA SECA ( $\text{g/cm}^3$ )	DENSIDAD	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
5%	1.670		10.00
10%	1.690		11.00
15%	1.700		12.00
20%	1.720		12.00

---

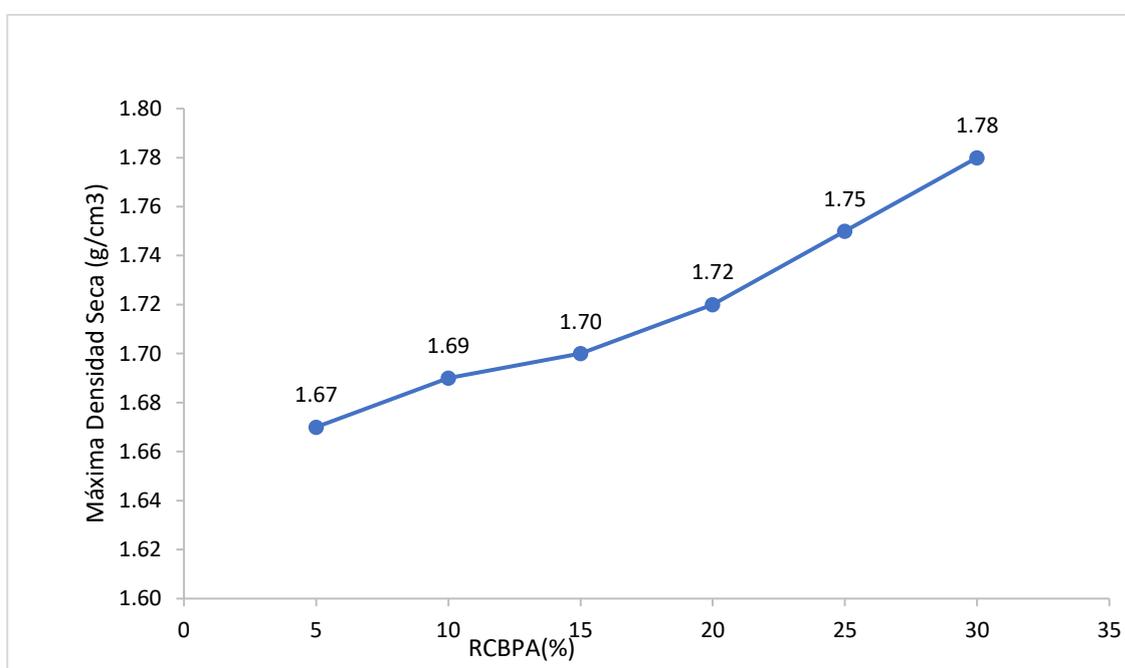
25%	1.750	15.00
30%	1.780	18.00

---

*Nota:* Los resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado del suelo con las diferentes dosificaciones de RCBPA muestran una tendencia ascendente en su máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad, en relación directa al porcentaje usado.

### Figura 22.

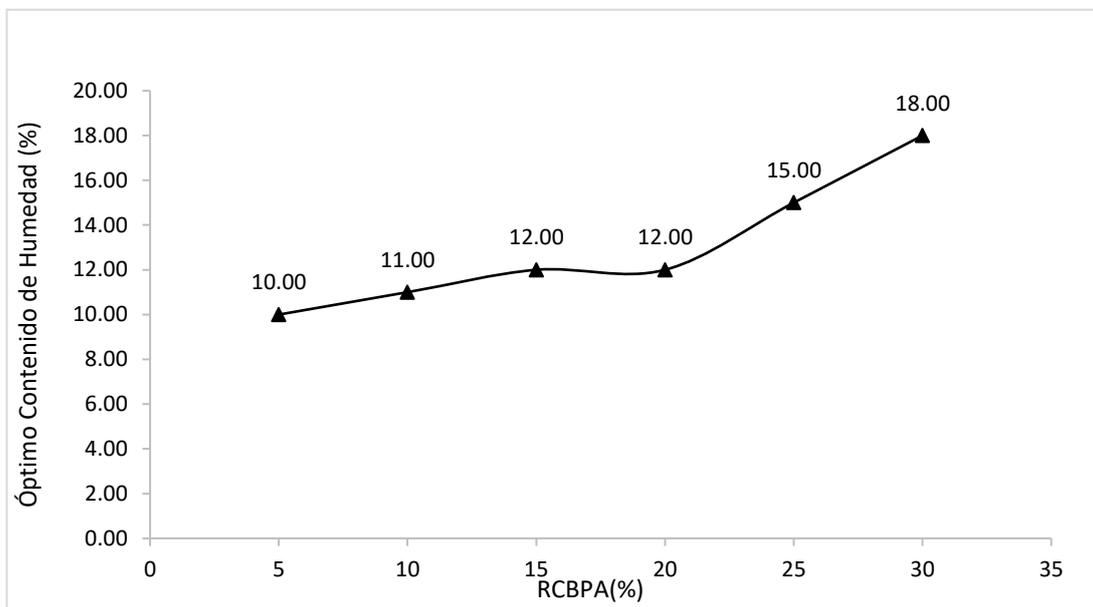
*Resultados de las máximas densidades secas obtenidas de las muestras con dosificaciones de RCBPA*



*Nota:* Los resultados de las máximas densidades secas de las muestras del suelo con las diferentes dosificaciones muestran una tendencia ascendente entre sus valores obtenidos, siendo un valor máximo de 1.780 g/cm<sup>3</sup>.

**Figura 23.**

*Resultados de las humedades óptimas obtenidas de las muestras con dosificaciones de RCBPA*



*Nota:* Los resultados del óptimo contenido de humedad de las muestras del suelo con las diferentes dosificaciones muestran una tendencia ascendente entre sus valores obtenidos, siendo un valor máximo de 18%

**Tabla 12.**

Valores obtenidos de las muestras patrón del ensayo de CBR.

DOSIFICACIÓN	CBR al 95%	CBR al 100%
<b>C1</b>	7	7.09
<b>C2</b>	7.5	7.8
<b>C3</b>	8	8.2
<b>C4</b>	6.8	7

Nota: La tabla anterior presenta los resultados obtenidos de las 4 calicatas donde se aprecia que los valores de CBR son similares en las cuatro muestras, tanto para los de 95% y 100%

**Tabla 13.**

*Resultados de los ensayos de CBR de las muestras con adiciones de RCBPA.*

<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>CBR al 95%</b>	<b>CBR al 100%</b>
SUELO-5%R1	8.5	9.1
SUELO-5%R2	8.8	9.2
SUELO-5%R3	8.7	9
SUELO-10%R1	9	11.2
SUELO-10%R2	9.1	11.3
SUELO-10%R3	9.4	11.6
SUELO-15%R1	13.8	18.2
SUELO-15%R2	14.2	18.3
SUELO-15%R3	14.2	18.4
SUELO-20%R1	22.5	25.3
SUELO-20%R2	22.9	26.7
SUELO-20%R3	22.5	26.5
SUELO-25%R1	27.3	33.2

SUELO-25%R2	27.3	33.3
SUELO-25%R3	27.4	33.5
SUELO-30%R1	26.2	28.1
SUELO-30%R2	26.2	28.2
SUELO-30%R3	26.1	28.1

*Nota* la tabla muestra los valores obtenidos de los ensayos de CBR con dosificaciones de RCBPA donde se muestra que los valores fueron incrementando hasta el 25% de RCBPA y luego los valores disminuyeron.

**Tabla 14.**

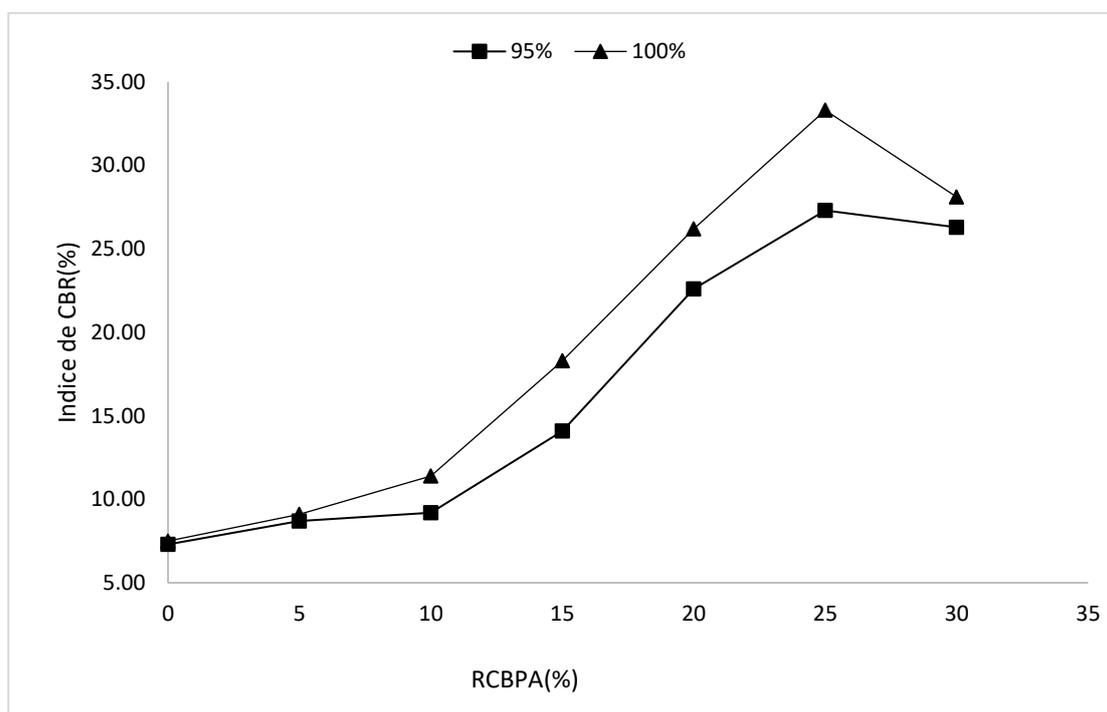
*Resultados promedio, de los ensayos de CBR de las muestras patrón y con adiciones de RCBPA.*

DOSIFICACIONES	CBR al	CBR al
	95%	100%
0	6.8	7
5	8.7	9.1
10	9.2	11.4
15	14.1	18.3
20	22.6	26.2
25	27.3	33.3
30	26.3	28.1

*Nota:* Se muestran los valores promedios de las muestras patrón y con adiciones de RCBPA donde se observa el ligero incremento de los valores de CBR y luego el descenso. El valor de las muestras patrón fueron de 7.5% al 100% de la MDS y el valor máximo alcanzado fue de 33.3% al 100% de la MDS, para aquellas muestras con adiciones del 25% de RCBPA.

**Figura 24.**

*Resultados de los ensayos de CBR obtenidos en la investigación*



*Nota:* la figura permite observar y analizar la tendencia de los valores promedios obtenidos de los ensayos de CBR, donde se observa claramente que los valores más altos de CBR se obtuvieron con 25% de RCBPA.

**Tabla 15.**

*Resultados de los ensayos de compresión simple de las muestras con adiciones de RCBPA.*

RCBPA (%)	ESFUERZO MAXIMO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.95

---

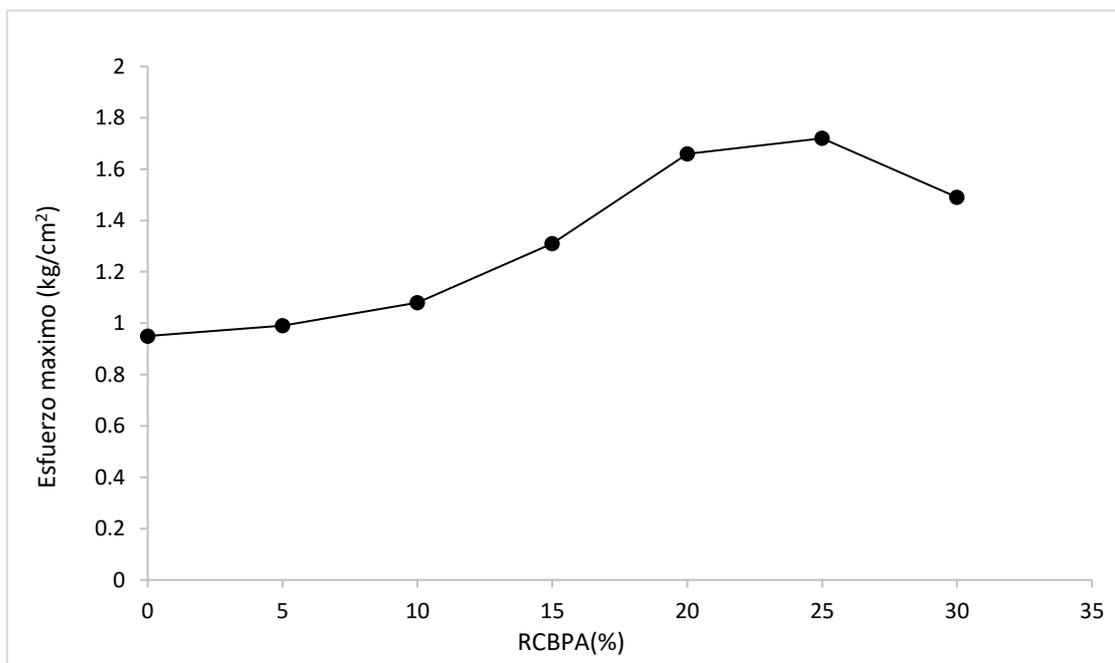
5	0.99
10	1.08
15	1.31
20	1.66
25	1.72
30	1.49

---

*Nota:* la tabla muestra los valores obtenidos de los ensayos de compresión simple, con dosificaciones de RCBPA donde se muestra que los valores fueron incrementando hasta el 25% de RCBPA y luego disminuye.

**Figura 25.**

*Resultados de los ensayos de compresión simple obtenidos en la investigación*



Nota: la figura permite observar y analizar la tendencia de los valores obtenidos de los ensayos de compresión simple, donde se observa claramente que el valor más alto del ensayo de compresión se obtuvo con 25% de RCBPA.

**Tabla 16.**

*Análisis de Energía de dispersión de rayos x del RCBPA.*

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	86.84
<b>CaO</b>	5.95
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.60
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.94
<b>MgO</b>	1.02
<b>MnO</b>	1.65
<b>Otros</b>	3.00

*Nota:* Se representan los resultados obtenidos después del ensayo de Energía de dispersión de rayos X (EDS).

#### 4.2. Análisis e interpretación de resultados

Los resultados de la caracterización de suelos realizada a las muestras extraídas de campo fueron las siguientes; no presentaron gravas, sugiere que el suelo es relativamente uniforme, encontramos un 77.3% de arenas indicando que el suelo es medianamente granular y que puede tener buena capacidad de drenaje. El contenido de finos fue de 22.7%, sugiere que el suelo puede ser susceptible a la erosión y puede ser menos estable que un suelo con menor porcentaje de finos.

El valor del límite líquido fue de 30.13% y el valor del límite plástico fue de 23.63, indican que el suelo es de consistencia media a alta.

El índice de plasticidad fue de 6.5 siendo esta la, diferencia entre el LL-LP, (presenta baja plasticidad).

El contenido de humedad fue de 5.43%, esto significa que, para lograr el grado de compacidad requerido según la obra, se necesitará adicionar más agua.

Según SUCS el suelo en investigación es de tipo SM lo que representa una arena limosa y según la AASHTO se clasifico como A-2 - 4 (arenas limosas)

De los ensayos realizados a las calicatas para determinar el CBR del suelo en estado natural, la calicata más desfavorable fue la C4, mostró valores de 6.8 para un 95% de la máxima densidad seca y un valor de 7 para un 100% de la máxima densidad seca.

Los resultados del ensayo de laboratorio para determinar la composición química y mineralógica del RCBPA mostraron un contenido CaO y SiO<sub>2</sub> en porcentajes de 5.95 y 86.84 respectivamente; estos dos componentes al entrar en contacto con el agua y el suelo activan sus propiedades cementantes.

Se determinó el valor de CBR de la muestra de suelo más desfavorable (C4) con adición del RCBPA en 5%,10%,15%,20%,25%,30%; en donde se observó que al adicionar el RCBPA en 25% a un suelo areno limoso (SM), se da un incremento de 6.8 a 27.3 para un 95% y de 7 a 33.3 para un 100%, esto significa

que el porcentaje óptimo de RCBPA con el cual se mejorará la capacidad portante del suelo, es el 25%.

En el ensayo de comprensión no confinada, que se realizó al suelo en estado natural se obtuvo un resultado 0.92 kg/cm<sup>2</sup> y a la muestra de suelo se le adicionó los porcentajes 5%,10%,15%,20%,25%,30% obteniendo una mayor resistencia al esfuerzo cortante la muestra con la adición del del 25 % de RCBPA cuyo valor fue de 1.72 kg/cm<sup>2</sup>. Esto significa que el suelo pasó de una consistencia media a una consistencia firme.

### 4.3. Docimasia de Hipótesis

**Tabla 17.**

*Análisis de varianza de un factor (variable independiente- Residuo de combustión de biomasa de palma aceitera (RCBPA))*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
5	3	27.3	9.1	0.01
10	3	34.1	11.3666667	0.04333333
15	3	54.9	18.3	0.01
20	3	78.5	26.1666667	0.57333333
25	3	100	33.3333333	0.02333333
30	3	84.4	28.1333333	0.00333333

**Tabla 18.**

*Análisis de varianza*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1414.09333	5	282.818667	<b>2558.15879</b>	9.9303E-18	<b>3.10587524</b>
Dentro de los grupos	1.32666667	12	0.11055556			
Total	1415.42	17				

Debido a que se cumple que el F experimental (2558.15) es mayor que el F teórico (3.10) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Concluyendo que la cantidad de RCBPA influye significativamente en la estabilización de suelo.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos se puede decir que el RCBPA mejoró considerablemente la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante de la Av. Las Américas, Moche-La Libertad, estudiados en la presente investigación:

Comparando los resultados obtenidos con antecedentes como Cañar en 2017, realizó un análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón. El uso de cenizas de carbón con la dosificación al 25% incrementó mejor respecto al valor inicial, sin embargo, según las consideraciones del estudio no reúne las condiciones necesarias como material de sub rasante. De forma similar la presente investigación mejoró la resistencia al esfuerzo cortante y se obtuvieron los mejores resultados con 25% de RCBPA se incrementó de un valor inicial de 0.92 kg/cm<sup>2</sup> a un valor de 1.72 kg/cm<sup>2</sup>. Esto significa que el suelo pasó de una consistencia media a una consistencia firme.

Al comparar los resultados obtenidos con los de la investigación de Terrones en 2018, que investigó la Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña de azúcar para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo-2018. Se obtuvieron que con la aplicación de 15% de CBCA se obtuvo un CBR de 22.267%. La presente investigación llegó a un valor máximo de 33.3% de CBR cuando se usó 25% de RCBPA como estabilizante de las muestras de suelos. con el cual se mejorará la capacidad portante del suelo.

Analizando la investigación con los antecedentes de Castro en 2017, su investigación obtuvo que sus resultados de CBR incrementaron de un 5% a un valor de 19.40 % con un porcentaje de 20% de ceniza de cáscara de arroz. Nuestra

investigación obtuvo los resultados siguientes con un 25% de RCBPA se incrementó de un valor de 7% a 33.3%. Por lo que no concuerda con la investigación del autor, por diferentes condiciones desde tipo de suelo, características físicas de la ceniza y dosificación (%). Pero sí se relacionan que ambos pueden usarse para mejorar las propiedades de los suelos de una forma económica, ambiental. Sin embargo, la técnica de aplicación requiere aún mayor investigación.

## VI. CONCLUSIONES

Los ensayos que se realizaron para determinar la caracterización del suelo mostraron: un 0% gravas, 77% de arenas y 23% de material fino. Los ensayos de consistencia mostraron valores de  $LL = 30.13\%$  y  $LP=23.63\%$  cuyo  $IP= 6.5$  clasificándose según SUCS como SM y según AASHTO como A-2-4.

Se determinó el contenido de humedad natural cuyo valor fue de 5.43 %. Con el ensayo Proctor Modificado se obtuvo la máxima densidad seca y el contenido de humedad óptimo, los cuales fueron  $1.78 \text{ g/cm}^3$  y 18%, respectivamente. La diferencia marcada entre el contenido de humedad natural y óptimo, significa que se debe adicionar agua para poder llegar a la máxima compactación.

Se realizó el ensayo CBR al suelo en estado natural cuyo resultado fue de 6.8% y 7% al 95% y 100% de máxima densidad seca, respectivamente. Posteriormente se realizó el mismo ensayo para la muestra con adición de los diferentes porcentajes de ceniza, de donde se obtuvo mayores valores con la adición del 25 % de RCBPA el cual se incrementó de un 7.0% al 100% de la MDS a un valor de 33.3% al 100% de la MDS, este porcentaje de RCBPA, también influyó incrementando la resistencia a la compresión de  $0.95 \text{ kg/cm}^2$  a  $1.72 \text{ kg/cm}^2$ .

Después del análisis de dispersión de energía de rayos X se concluyó que, el RCBPA presenta como compuesto principal óxido de silicio en 86.84% y como segundo compuesto óxido de calcio, con solo un 5.95%.

De todo lo mencionado se concluye que el porcentaje óptimo de ceniza con el cual se logra mejorar las propiedades de resistencia de la subrasante del tramo en estudio es el 25% de RCBPA.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener en consideración los resultados encontrados en esta investigación, sobre caracterización de suelos en el tramo de carretera en el distrito de Moche. Si bien es cierto no es un suelo arcilloso el cual representa un problema para las obras de infraestructura vial debido a su inestabilidad. Los suelos areno limosos sin el tratamiento correcto para mejorar sus propiedades mecánicas, también pueden ocasionar daños a las estructuras que irán sobre ellos, por lo tanto, se debe tener en consideración los materiales compatibles con la organización de sus partículas.

Siempre se debe tener en consideración los parámetros de resistencia indicados en las normas del MTC, y en caso no cumplir con las exigencias mínimas usar los procedimientos, metodologías y/o material que sea necesario para asegurar la correcta funcionalidad de la obra.

Es recomendable usar como agente estabilizante o de mejoramiento de suelos, un material cuyas propiedades favorezcan el mejoramiento del suelo y se activen al encontrar condiciones óptimas.

Es importante hacer un análisis de composición interna del material que se vaya a usar como estabilizante, ya que, de sus características dependerá su eficacia para mejorar las características de un suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se sugiere usar RCBPA en un porcentaje de 25%, ya que con esta cantidad se consigue mejores resultados en cuanto a parámetros de resistencias.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agreda S, R. M. (2022). *Estabilización de suelos con ceniza de cascara de arroz en capa de afirmado, C.P. Conache, distrito de Laredo, 2022*. Trujillo.
- C-618-19, N. A. (2020). *Ceniza volante de carbón y puzolana natural cruda o calcinada para su uso en hormigón*.
- Cañar Triviano, E. S. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos combinaciones con ceniza de carbón*. [Ecuador]: [Universidad Técnica de Ambato].
- CARETAS. (2019). *Reforestación Cara y Sello- INFORME ESPECIAL*. Pucallpa.
- Castro, A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. [Lima]: [Universidad Nacional de Ingeniería].
- Charry, A., Vélez Betancourt, A. F., Romero, M., Ivanova, J., Tristán Febres, M. C., Lema, S., . . . Jäger, M. (2020). *Estrategia integral para el fortalecimiento del plan de competitividad de la cadena de palma aceitera en Ucayali 2020-2030*. Cali, Colombia: Publicación CIAT No. 497.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Mexico: Limusa.
- Das, B. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico: CENGAGE Learning.
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de la ingeniería geotecnia*. Mexico: Cengage Learning Editores.
- Fly Ash Soil Stabilization for Non-Uniform Subgrade Soils, Volume I: Engineering Properties and Construction Guidelines*. (2005). LOWA: LOWA STATE UNIVERSITY.
- Heber, Aguilar Paravicino, H. O., & Bravo Gutiérrez, J. C. (2020). *"Evaluación De Ceniza de Fondo para la Estabilización De los Suelos Arcillosos*

*Provenientes de la Zona Ladrillera del Distrito De San Jerónimo-Cusco .*  
Cuzco: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO.

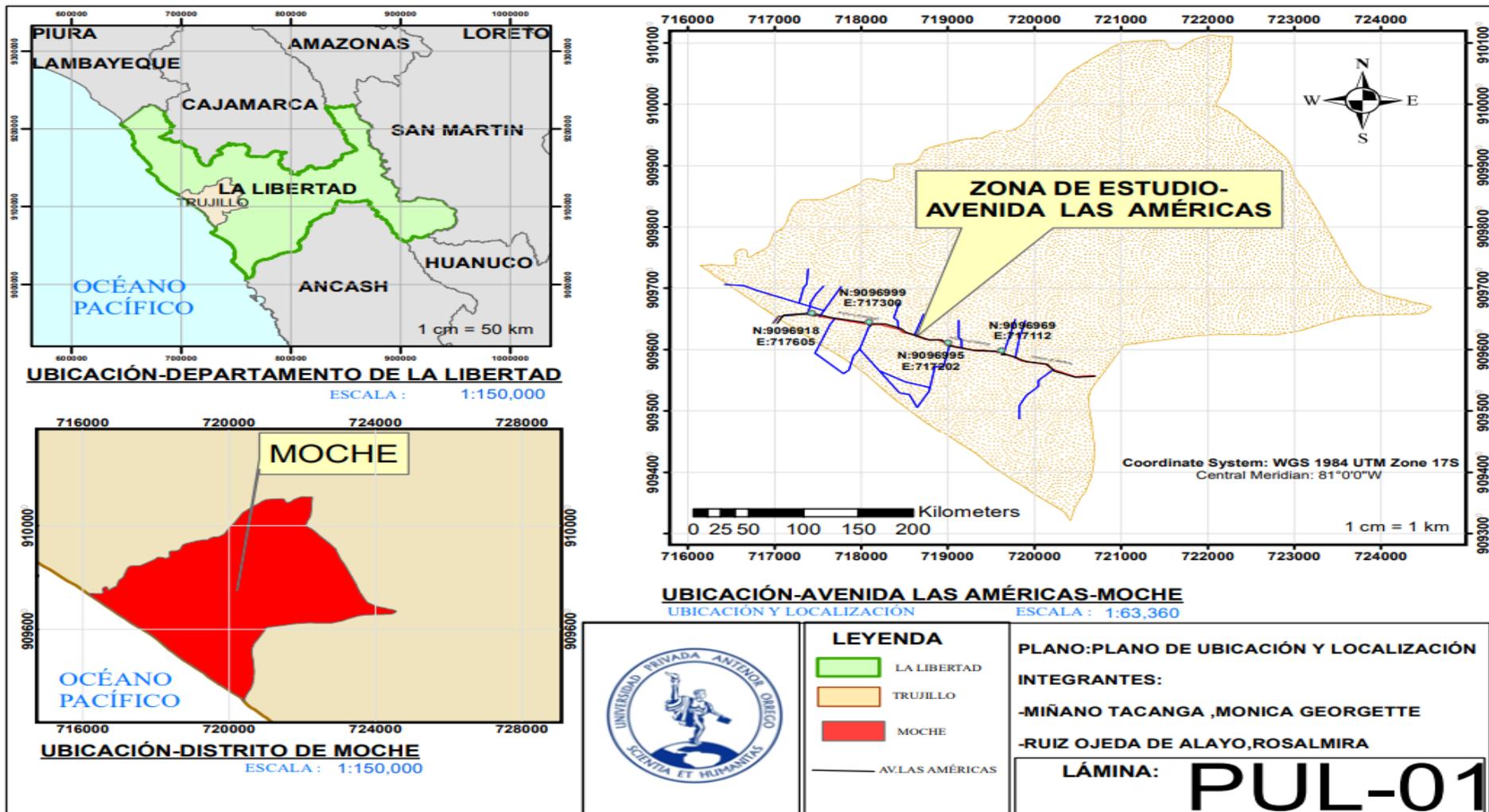
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw-Hill. Obtenido de <http://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigación.pdf>
- Infraestructure, F. A., & Capital Projects Centroamérica. (2019). Reporte global de competitividad. *Deloitte*.
- Juarez B, R. R. (2011). *Mecanica de suelos*. Mexico: Editorial LIMUSA.
- JUNPALMA. (2021). *Reporte Estadístico 2021*. Lima.
- M.Das, B. (2012). *Fundamento de Ingeniería de cimentaciones*. México: ISBN.
- Makusa, G. P. (2012). *SOIL STABILIZATION METHODS AND MATERIALS*. Luleå, Sweden: Luleå University of Technology.
- Mamadou, L., & Yesim, S. (2019). *Stabilization of clay soils usin fly ash*. Turquía: Universidad de Bursa.
- Mamani L, Y. A. (2017). *Estabilizacion de suelos arcillosos aplicando cenizas de madera de fondo, productos de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho*. Lima- Peru.
- Manuel, P. G. (2018). *Estabilizacion de un suelo con cal y ceniza volante*. Bogota - Colombia.
- Marco, M. A. (2020). *Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo – Trujillo, La libertad 2018*. Trujillo.
- Mendoza Aquino, M. (2020). *Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo – Trujillo, La libertad 2018*. Trujillo.
- Neyra, M. (2020). *Efecto de la Incorporación de las Cenizas de Caña de Azucar en Subrasantes Areno-Limosas*. Piura: Universidad de Piura.

- Rico, A., & Del Castillo, H. (1976). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres*. Mexico: LIMUSA.
- Santaella Valencia, L. E. (2001). *Caracterización Física, Química y Mineralógica de las Cenizas Volantes*. NUEVA GRANADA: Ciencia e Ingeniería Neogranadina.
- Shahram, P., Asadi, A., Bujang, H., & Mohammad , H. (2015). *Estabilización of clayey soil using ultrafine palm oil fuel ash (POFA) and cement*. Malasia: Universidad Putra, Malasia.
- Terrones, A. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Terzagui, K. (2010). *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. Madrid : EL ATENEIO.

**IX. ANEXOS**

**Anexo 1.**

*Plano de Ubicación y Localización*



Nota. Plano de Ubicación y localización. Tomada de ArcGIS, Realizada por tesistas,2023

## Anexo 2.

Certificado de ensayos realizados a las calicatas. (C1, C2, C3, C4)



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C1
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP: 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	5.34
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.800				100.00			
1 1/2"	37.500				100.00			
1"	25.000				100.00			
3/4"	19.000				100.00			
1/2"	12.500				100.00			
3/8"	9.500				100.00			
Nº4	4.750	101.2	20.2	20.2	79.8			
Nº10	2.000	120.0	24.0	44.2	55.8			
Nº16	1.100	119.0	23.8	68.0	32.0			
Nº30	0.600	26.0	5.2	73.2	26.8			
Nº40	0.425	6.3	1.3	74.5	25.5			
Nº50	0.297	5.5	1.1	75.6	24.4			
Nº100	0.149	4.5	0.9	76.5	23.5			
Nº200	0.075	1.5	0.3	76.8	23.2			
< Nº200	Fondo	116.0	23.2	100.0				
Total		500.0	100.0					

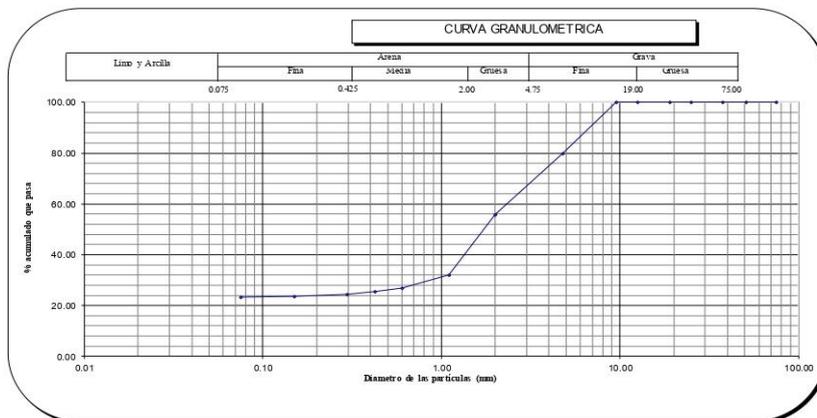
CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	0
Arena (%)	76.8
Finos (%)	23.2
D30	-
D60	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	30.1
LP	23.2
IP	6.9

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	SM
AASTHO	A-2.4



*Jorge*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP Nº 197384  
GRUPO IMG

#### Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).  
Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.


**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	: C1
<b>SOLICITANTES</b>	: MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	: MOCHE - LA LIBERTAD

DESCRIPCION	1	2	3
<b>PESO DEL RECIPIENTE g</b>	49.8	49.3	50.5
<b>PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA</b>	57.36	57.45	57.68
<b>PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g</b>	56.97	57.05	57.31
<b>PESO DEL AGUA g</b>	0.39	0.4	0.37
<b>PESO DE MUESTRA SECA g</b>	7.17	7.75	6.81
<b>HUMEDAD (%)</b>	5.44	5.16	5.43
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	5.34		

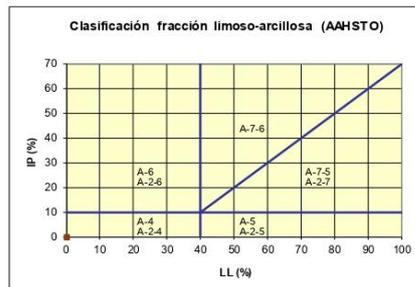
<b>Observaciones</b>
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas). Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.

  
 ing. Jorge Barrientes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

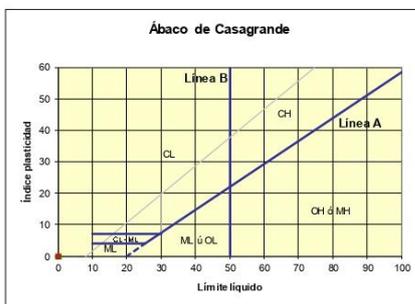
### CLASIFICACION DE SUELOS

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	: C1
<b>SOLICITANTES</b>	: MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	: MOCHE - LA LIBERTAD

#### Clasificación AASHTO



**Material granular**  
 Excelente a bueno como subgrado  
**A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
 Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)  
**Arena limosa con grava SM**

*Jorge Barrantes Villanueva*  
 ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 ZIP N° 197384  
 GRUPO IMG

#### Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).  
 Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C2
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP 339.128 (99)					OBSERVACIONES	Humedad natural	5.17
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000				100.00	<b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>  Grava (%) Arena (%) 76.6 Finos (%) 23.4 D30 - D60 - D10 - Cu - Cc -  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> LL 31.8 LP 24.9 IP 6.9 <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUCS SM AASTHO A-2-4		
2"	50.800				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	100.0	20.0	20.0	80.0			
N°10	2.000	111.0	22.2	42.2	57.8			
N°16	1.100	128.0	25.6	67.8	32.2			
N°30	0.600	24.0	4.8	72.6	27.4			
N°40	0.425	7.3	1.5	74.1	25.9			
N°50	0.297	6.5	1.3	75.4	24.6			
N°100	0.149	4.5	0.9	76.3	23.7			
N°200	0.075	1.5	0.3	76.6	23.4			
< N°200	Fondo	117.2	23.4	100.0				
Total		500.0	100.0					



  
 ing. Jorge Barrientos Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

#### Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).  
Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.

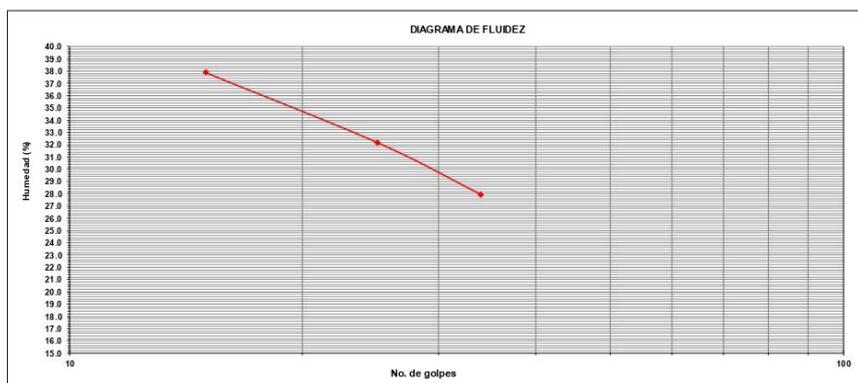

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C2
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	97.58	89.52	8.06	68.25	21.27	37.9	15
2	96.32	89.75	6.57	69.32	20.43	32.2	25
3	98.41	91.61	6.8	67.25	24.36	27.9	34
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	98.52	92.62	5.9	69.85	22.77	25.9	
2	99.16	93.38	5.78	68.41	24.97	23.1	
3	94.85	89.75	5.1	69.85	19.9	25.6	

  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

<b>Límite líquido</b>	<b>31.8</b>
<b>Límite plástico</b>	<b>24.9</b>
<b>Índice de plasticidad</b>	<b>6.9</b>



<b>Observaciones</b>
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en Mab (muestras alteradas en bolsas). Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.


**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	: C2
<b>SOLICITANTES</b>	: MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	: MOCHE - LA LIBERTAD

DESCRIPCION	1	2	3
<b>PESO DEL RECIPIENTE g</b>	50.1	49.7	50.2
<b>PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA</b>	56.63	56.53	56.78
<b>PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g</b>	56.31	56.19	56.46
<b>PESO DEL AGUA g</b>	0.32	0.34	0.32
<b>PESO DE MUESTRA SECA g</b>	6.21	6.49	6.26
<b>HUMEDAD (%)</b>	5.15	5.24	5.11
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	5.17		

<b>Observaciones</b>
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas). Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.

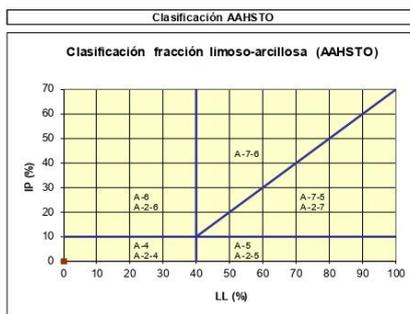
  
 ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



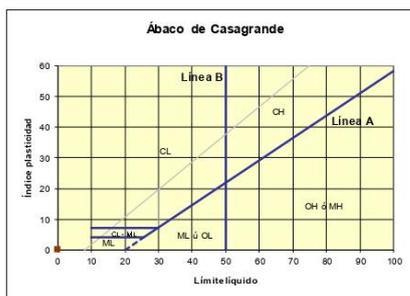
**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

### CLASIFICACION DE SUELOS

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C2
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD



**Materia granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)  
**Arena limosa con grava SM**

*JMV*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
RIP N° 197384  
GRUPO IMG

#### Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en Mab (muestras alteradas en bolsas).  
Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C3
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP: 388.128 (89)					OBSERVACIONES	Humedad natural	5.64
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000				100.00			
2"	50.800				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
Nº4	4.750	120.0	24.0	24.0	76.0			
Nº10	2.000	100.0	20.0	44.0	56.0			
Nº16	1.100	122.1	24.4	68.4	31.6			
Nº30	0.600	24.0	4.8	73.2	26.8			
Nº40	0.425	6.2	1.2	74.5	25.5			
Nº50	0.297	6.5	1.3	75.8	24.2			
Nº100	0.149	3.5	0.7	76.5	23.5			
Nº200	0.075	7.5	1.5	78.0	22.0			
< Nº200	Fondo	110.2	22.0	100.0				
Total		500.0	100.0					

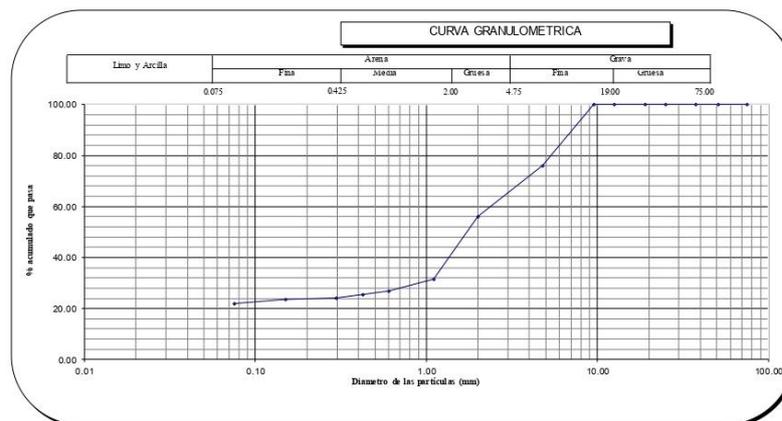
CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	78.0
Arena (%)	22.0
Finos (%)	-
D30	-
D60	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	28.7
LP	21.8
IP	6.9

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	SM
AASHTO	A-2-4



  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP Nº 197384  
 GRUPO IMG

### Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).  
Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.

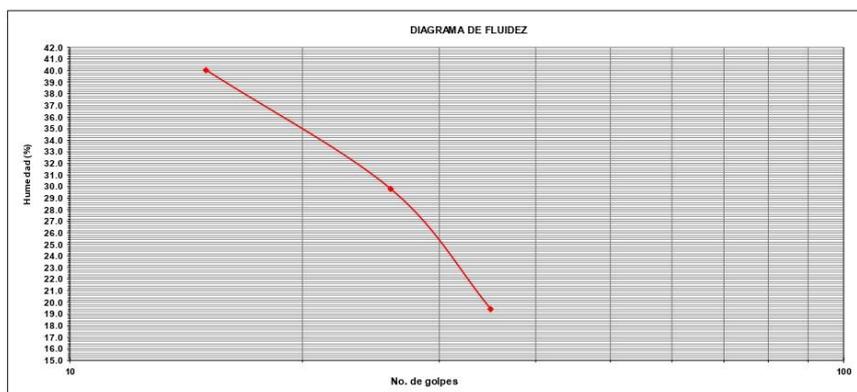

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C3
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	98.25	89.75	8.5	68.52	21.23	40.0	15
2	96.58	90.42	6.16	69.72	20.7	29.8	26
3	94.75	90.61	4.14	69.28	21.33	19.4	35
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	98.15	92.45	5.7	67.41	25.04	22.8	
2	96.85	91.98	4.87	69.85	22.13	22.0	
3	94.76	90.41	4.35	69.32	21.09	20.6	

  
 ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

<b>Limite liquido</b>	<b>28.7</b>
<b>Limite plastico</b>	<b>21.8</b>
<b>Indice de plasticidad</b>	<b>6.9</b>



<b>Observaciones</b>
Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas). Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.


**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	: C3
<b>SOLICITANTES</b>	: MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	: MOCHE - LA LIBERTAD

DESCRIPCION	1	2	3
<b>PESO DEL RECIPIENTE g</b>	50.2	50.3	50.3
<b>PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA</b>	56.52	56.44	56.61
<b>PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g</b>	56.21	56.07	56.29
<b>PESO DEL AGUA g</b>	0.31	0.37	0.32
<b>PESO DE MUESTRA SECA g</b>	6.01	5.77	5.99
<b>HUMEDAD (%)</b>	5.16	6.41	5.34
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	5.64		

<b>Observaciones</b>
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas). Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.

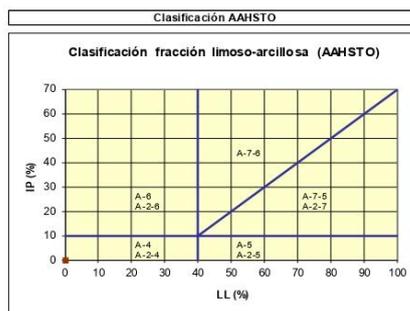
  
 ing. Jorge Bustos Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



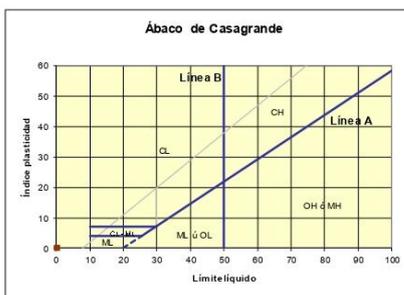
**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

### CLASIFICACION DE SUELOS

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C3
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)  
**Arena limosa con grava SM**

*JMV*  
ing. Jorge Fuentes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

#### Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).  
Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C4
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP: 388.128 (89)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	5.57
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.800				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
Nº4	4.750	120.0	24.0	24.0	76.0			
Nº10	2.000	123.0	24.6	48.6	51.4			
Nº16	1.100	113.6	22.7	71.3	28.7			
Nº30	0.600	8.7	1.7	73.1	26.9			
Nº40	0.425	6.2	1.2	74.3	25.7			
Nº50	0.297	6.5	1.3	75.6	24.4			
Nº100	0.149	7.5	1.5	77.1	22.9			
Nº200	0.075	3.5	0.7	77.8	22.2			
< Nº200	Fondo	111.0	22.2	100.0				
Total		500.0	100.0					

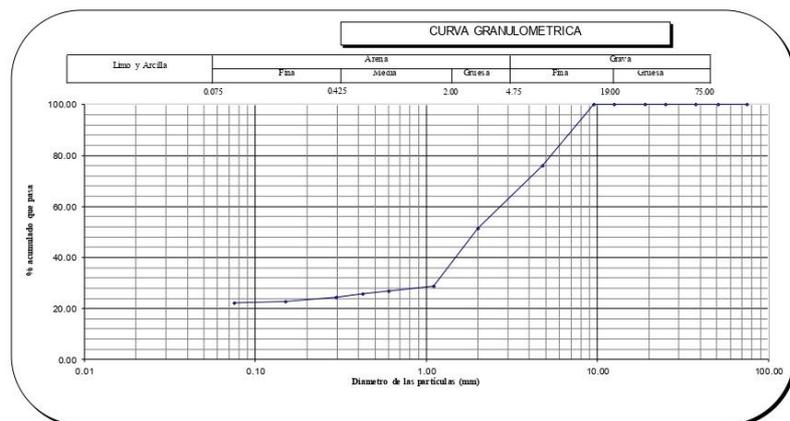
CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	0
Arena (%)	77.8
Finos (%)	22.2
D30	-
D60	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	29.9
LP	24.6
IP	5.3

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	SM
AASHTO	A-2-4



*Jorge*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

### Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas).  
Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.

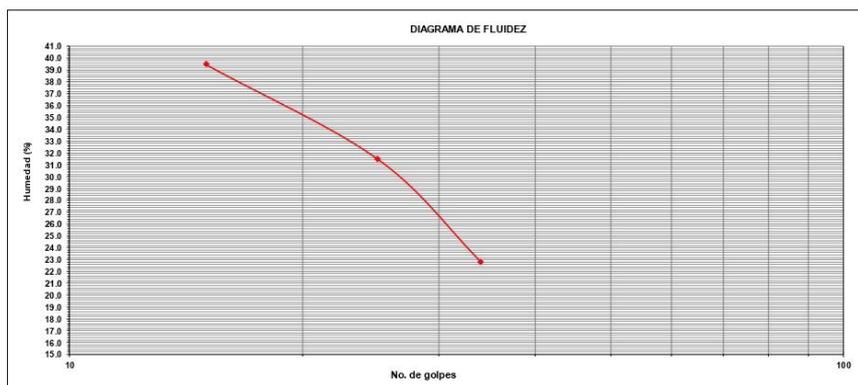

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	C4
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	97.42	89.61	7.81	69.83	19.78	39.5	15
2	94.15	87.75	6.4	67.42	20.33	31.5	25
3	98.27	92.68	5.59	68.15	24.53	22.8	34
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	96.31	90.85	5.46	68.53	22.32	24.5	
2	95.86	90.77	5.09	67.43	23.34	21.8	
3	92.08	86.94	5.14	68.17	18.77	27.4	

  
 ing. Jorge Bustarries Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

<b>Limite liquido</b>	<b>29.9</b>
<b>Limite plastico</b>	<b>24.6</b>
<b>Indice de plasticidad</b>	<b>5.3</b>



<b>Observaciones</b>
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas). Muestra ligeramente humeda sin presencia de material organico.


**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	: C4
<b>SOLICITANTES</b>	: MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	: MOCHE - LA LIBERTAD

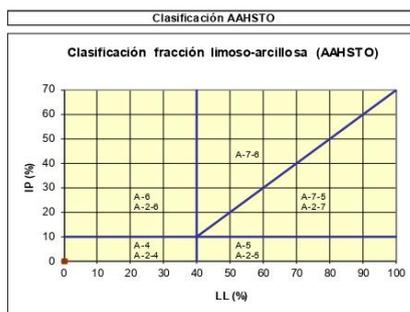
DESCRIPCION	1	2	3
<b>PESO DEL RECIPIENTE g</b>	50.3	50.2	50.2
<b>PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA</b>	56.58	56.41	56.66
<b>PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g</b>	56.23	56.1	56.32
<b>PESO DEL AGUA g</b>	0.35	0.31	0.34
<b>PESO DE MUESTRA SECA g</b>	5.93	5.9	6.12
<b>HUMEDAD (%)</b>	5.90	5.25	5.56
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	5.57		

<b>Observaciones</b>
Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en en Mab (muestras alteradas en bolsas). Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.

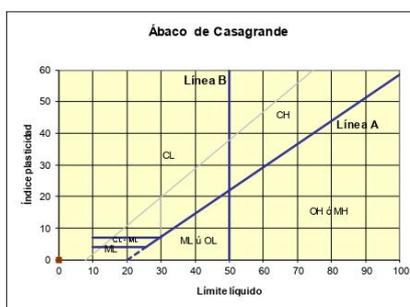
  
 ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 ZIP N° 197384  
 GRUPO IMG


**CLASIFICACION DE SUELOS**

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	: C4
<b>SOLICITANTES</b>	: MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	: MOCHE - LA LIBERTAD



**Material granular**  
 Excelente a bueno como subgrado  
**A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
 Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)  
**Arena limosa con grava SM**

  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**Observaciones**

Muestra extraída por el solicitante y traídas al laboratorio en Mab (muestras alteradas en bolsas).  
 Muestra ligeramente húmeda sin presencia de material orgánico.



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )

PROYECTO	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C1
SOLICITANTES	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
UBICACIÓN	:	MOCHE - LA LIBERTAD

Volumen molde:	98.91	cm <sup>3</sup>	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

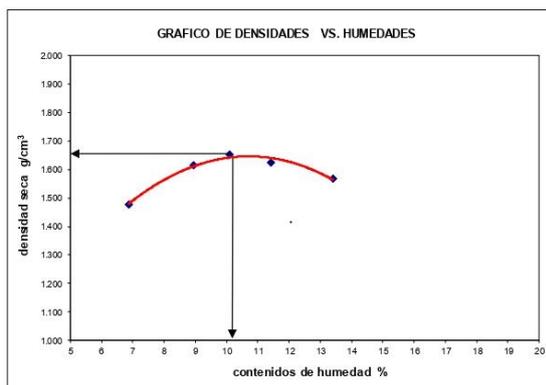
**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3716.00	3734.00	3740.00	3739.00	3736.00
Peso del suelo húmedo	g	156.00	174.00	180.00	179.00	176.00
Humedad calculada	%	6.86	8.95	10.09	11.42	13.40
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.577	1.759	1.820	1.810	1.779
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.476	1.615	1.653	1.624	1.569

1.650

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5
Recipiente #						
Rec + suelo húmedo	g	152.41	159.78	163.25	174.3	182.49
Rec + suelo seco	g	147.21	153.85	155.42	165.93	172.14
Peso del recipiente	g	69.58	69.35	69.75	70.42	70.45
Peso del suelo seco	g	77.63	84.50	85.67	95.51	101.69
Peso del agua	g	5.20	5.93	7.83	8.37	10.35
Contenido de Humedad	%	6.70	7.02	9.14	8.76	10.18
Humedad promedio	%	6.86	8.95	10.09	11.42	13.40



Densidad Máxima:  
1.650 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
10.10 %

*Jorge*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN Mochi  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )

PROYECTO	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	C2
SOLICITANTES	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
UBICACIÓN	:	MOCHE - LA LIBERTAD

Volumen molde:	98.91	cm <sup>3</sup>	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

**DATOS PARA LA CURVA**

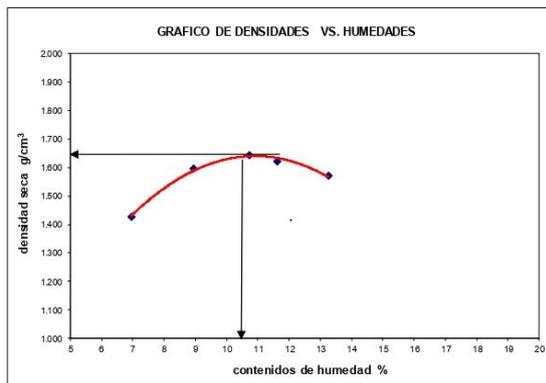
Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3711.00	3732.00	3740.00	3739.00	3736.00
Peso del suelo húmedo	g	151.00	172.00	180.00	179.00	176.00
Humedad calculada	%	6.95	8.95	10.74	11.63	13.25
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.527	1.739	1.820	1.810	1.779
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.427	1.596	1.643	1.621	1.571

1.640

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5
Recipiente #						
Rec + suelo húmedo	g	149.52	153.71	158.28	166.3	169.78
Rec + suelo seco	g	144.25	148.35	150.97	158.63	160.28
Peso del recipiente	g	70.12	69.45	70.28	71.95	71.45
Peso del suelo seco	g	74.13	78.90	80.69	86.68	88.83
Peso del agua	g	5.27	5.36	7.31	7.67	9.50
Contenido de Humedad	%	7.11	6.79	9.06	8.85	10.69
Humedad promedio	%	6.95	8.95	10.74	11.63	13.25

10



Densidad Máxima:  
1.640 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
10.30 %

*Jov*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDA AL LABORATORIO EN Mdb  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	C3
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

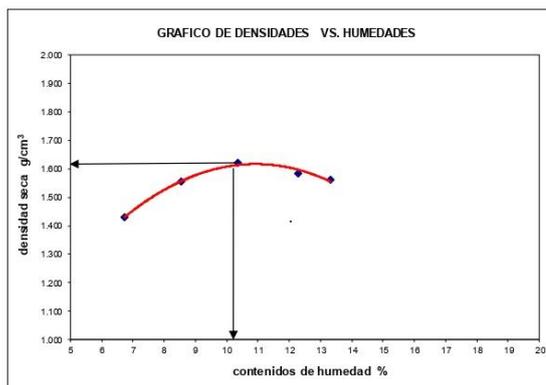
			Peso del martillo:	4.5 Kg
			Altura de caída:	18 plg
Volumen molde: 98.91	cm <sup>3</sup>		# de capas:	5
Peso molde: 3560	g		Golpes por capa:	25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3711.00	3727.00	3737.00	3736.00	3735.00
Peso del suelo húmedo	g	151.00	167.00	177.00	176.00	175.00
Humedad calculada	%	6.74	8.54	10.36	12.27	13.33
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.527	1.688	1.790	1.779	1.769
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.430	1.555	1.622	1.585	1.561

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	150.42	155.74	162.87	169.78	173.41	177.85	185.94	191.74	197.52	206.74
Rec + suelo seco	g	145.12	150.75	155.47	162.23	163.38	167.96	172.84	178.69	182.75	190.62
Peso del recipiente	g	70.58	72.36	70.48	72.16	69.21	69.73	69.85	68.37	70.45	71.26
Peso del suelo seco	g	74.54	78.39	84.99	90.07	94.17	98.23	102.99	110.32	112.30	119.36
Peso del agua	g	5.30	4.99	7.40	7.55	10.03	9.89	13.10	13.05	14.77	16.12
Contenido de Humedad	%	7.11	6.37	8.71	8.38	10.65	10.07	12.72	11.83	13.15	13.51
Humedad promedio	%	6.74		8.54		10.36		12.27		13.33	



  
 ing. Jorge Burnardes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 C/P N° 197384  
 GRUPO IMG

**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN MAB  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	C4
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

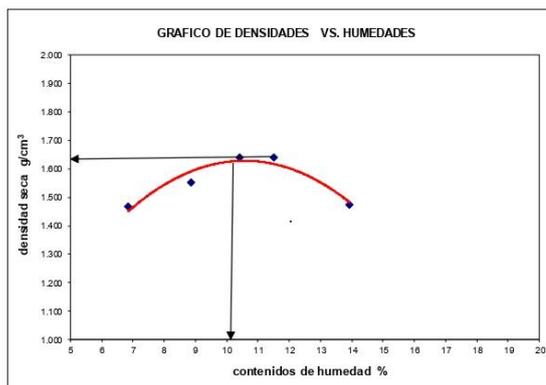
Volumen molde:	98.91	cm <sup>3</sup>	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3715.00	3727.00	3739.00	3741.00	3726.00
Peso del suelo húmedo	g	155.00	167.00	179.00	181.00	166.00
Humedad calculada	%	6.85	8.86	10.40	11.49	13.93
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.567	1.688	1.810	1.830	1.678
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.467	1.551	1.639	1.641	1.473

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	145.67	150.27	156.70	161.74	167.85	174.63	182.07	188.43	196.65	201.55
Rec + suelo seco	g	140.31	145.61	149.75	154.32	158.95	164.75	170.76	175.85	180.73	185.94
Peso del recipiente	g	69.76	69.35	70.43	71.51	72.75	70.45	69.52	69.37	69.41	70.82
Peso del suelo seco	g	70.55	76.26	79.32	82.81	86.20	94.30	101.24	106.48	111.32	115.12
Peso del agua	g	5.36	4.66	6.95	7.42	8.90	9.88	11.31	12.58	15.92	15.61
Contenido de Humedad	%	7.60	6.11	8.76	8.96	10.32	10.48	11.17	11.81	14.30	13.56
Humedad promedio	%		6.85		8.86		10.40		11.49		13.93



**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN MAB  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	SUELO - 5%RCBPA
SOLICITANTE	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
UBICACIÓN	:	MOCHE - LA LIBERTAD

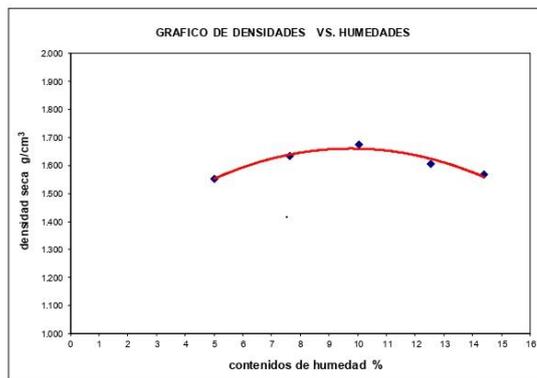
		Peso del martillo:	4.5 Kg
		Altura de caída:	18 plg
Volumen molde: 940.40	cm <sup>3</sup>	# de capas:	5
Peso molde: 3560	g	Golpes por capa:	25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5093.00	5215.00	5292.00	5260.00	5245.00
Peso del suelo húmedo	g	1533.00	1655.00	1732.00	1700.00	1685.00
Humedad calculada	%	5.01	7.62	10.03	12.55	14.39
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.630	1.760	1.842	1.808	1.792
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.552	1.635	1.674	1.606	1.566

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	104.8	105.07	91.56	91.54	103.22	103.06	107.28	107.29	108.28	108.29
Rec + suelo seco	g	103.43	103.13	90.04	90.07	100.25	100.21	103.15	103.14	103.53	103.45
Peso del recipiente	g	70.27	70.17	70.43	70.43	71.25	71.20	70.17	70.15	70.17	70.15
Peso del suelo seco	g	33.16	32.96	19.61	19.64	29.00	29.01	32.98	32.99	33.36	33.30
Peso del agua	g	1.37	1.94	1.52	1.47	2.97	2.85	4.13	4.15	4.75	4.84
Contenido de Humedad	%	4.13	5.89	7.75	7.48	10.24	9.82	12.52	12.58	14.24	14.53
Humedad promedio	%	5.01		7.62		10.03		12.55		14.39	



Densidad Máxima:  
1.670 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
10.00 %

*Jorge*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN MAB  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACETERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 10% RCBPA
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

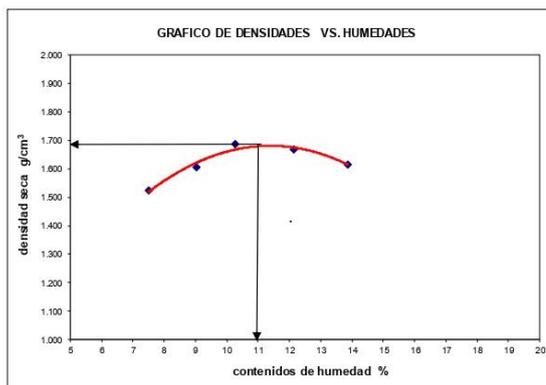
			Peso del martillo:	4.5 Kg
			Altura de caída:	18 plg
Volumen molde:	98.91	cm <sup>3</sup>	# de capas:	5
Peso molde:	3560	g	Golpes por capa:	25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3722.00	3733.00	3744.00	3745.00	3742.00
Peso del suelo húmedo	g	162.00	173.00	184.00	185.00	182.00
Humedad calculada	%	7.50	9.03	10.28	12.13	13.87
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.638	1.749	1.860	1.870	1.840
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.524	1.604	1.687	1.668	1.616

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	142.1	149.57	154.69	160.38	172.48	185.26	189.65	193.42	197.41	208.61
Rec + suelo seco	g	140.25	140.62	147.85	152.72	163.19	174.35	176.65	179.96	181.27	192.31
Peso del recipiente	g	69.52	68.35	69.72	70.45	71.42	69.85	69.41	69.07	70.54	68.54
Peso del suelo seco	g	70.73	72.27	78.13	82.27	91.77	104.50	107.24	110.89	110.73	123.77
Peso del agua	g	1.85	8.95	6.84	7.66	9.29	10.91	13.00	13.46	16.14	16.30
Contenido de Humedad	%	2.62	12.38	8.75	9.31	10.12	10.44	12.12	12.14	14.58	13.17
Humedad promedio	%		7.50		9.03		10.28		12.13		13.87



**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN MAB  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACETERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 15% RCBPA
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

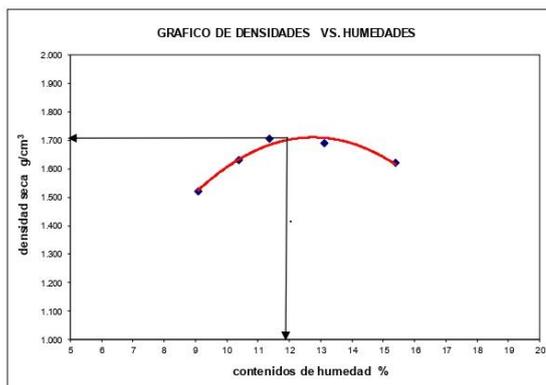
Volumen molde:	98.91	cm <sup>3</sup>	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3724.00	3738.00	3748.00	3749.00	3745.00
Peso del suelo húmedo	g	164.00	178.00	188.00	189.00	185.00
Humedad calculada	%	9.08	10.39	11.37	13.11	15.39
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.658	1.800	1.901	1.911	1.870
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.520	1.630	1.707	1.689	1.621

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	143.15	149.84	152.75	161.08	168.59	171.58	179.62	185.62	195.84	205.17
Rec + suelo seco	g	136.68	143.39	145.09	152.18	158.75	161.07	167.11	172.05	178.92	186.95
Peso del recipiente	g	68.15	69.38	67.85	70.24	71.39	69.52	69.88	70.42	69.36	68.12
Peso del suelo seco	g	68.53	74.01	77.24	81.94	87.36	91.55	97.23	101.63	109.56	118.83
Peso del agua	g	6.47	6.45	7.66	8.90	9.84	10.51	12.51	13.57	16.92	18.22
Contenido de Humedad	%	9.44	8.72	9.92	10.86	11.26	11.48	12.87	13.36	15.44	15.33
Humedad promedio	%	9.08		10.39		11.37		13.11		15.39	



  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN MAB  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 20% RCBPA
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

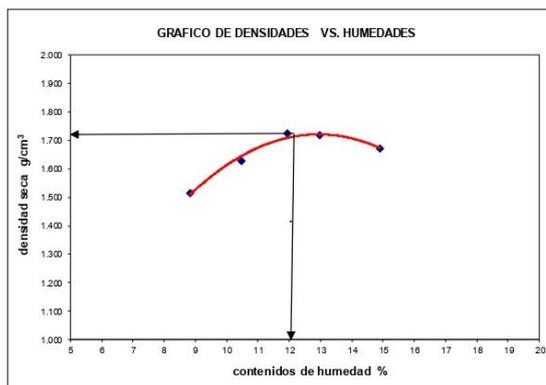
Volumen molde:	98.91	cm <sup>3</sup>	Peso del martillo:	4.5	Kg
Peso molde:	3560	g	Altura de caída:	18	plg
			# de capas:	5	
			Golpes por capa:	25	

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3723.00	3738.00	3751.00	3752.00	3750.00
Peso del suelo húmedo	g	163.00	178.00	191.00	192.00	190.00
Humedad calculada	%	8.82	10.47	11.95	12.97	14.89
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.648	1.800	1.931	1.941	1.921
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.514	1.629	1.725	1.718	1.672

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	146.82	150.27	155.75	160.75	163.57	172.58	178.49	184.21	189.75	196.54
Rec + suelo seco	g	140.45	143.85	147.76	151.91	153.54	161.76	165.71	171.73	173.82	180.61
Peso del recipiente	g	69.52	69.78	69.31	69.72	70.45	70.31	71.85	70.48	70.84	69.37
Peso del suelo seco	g	70.93	74.07	78.45	82.19	83.09	91.45	93.86	101.25	102.98	111.24
Peso del agua	g	6.37	6.42	7.99	8.84	10.03	10.82	12.78	12.48	15.93	15.93
Contenido de Humedad	%	8.98	8.67	10.18	10.76	12.07	11.83	13.62	12.33	15.47	14.32
Humedad promedio	%	8.82	10.47	11.95	12.97	14.89					



**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN MAB  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 25% RCBPA
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

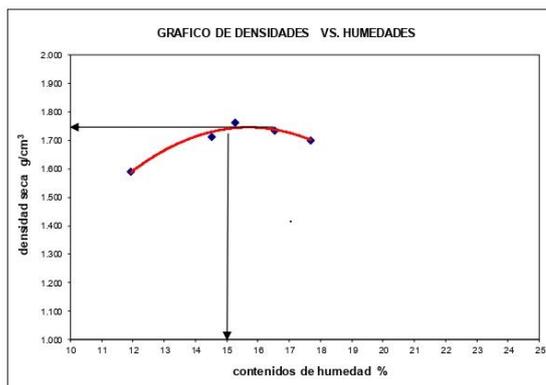
			Peso del martillo:	4.5 Kg
			Altura de caída:	18 plg
Volumen molde:	98.91	cm <sup>3</sup>	# de capas:	5
Peso molde:	3560	g	Golpes por capa:	25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3736.00	3754.00	3761.00	3760.00	3758.00
Peso del suelo húmedo	g	176.00	194.00	201.00	200.00	198.00
Humedad calculada	%	11.93	14.51	15.26	16.54	17.67
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.779	1.961	2.032	2.022	2.002
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.590	1.713	1.763	1.735	1.701

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	150.75	156.89	162.78	168.37	177.45	180.68	189.07	194.75	198.77	201.54
Rec + suelo seco	g	142.41	147.36	151.28	155.84	163.71	165.86	172.07	177.09	179.37	181.85
Peso del recipiente	g	69.81	70.35	70.41	71.23	72.58	69.86	69.41	70.24	70.15	69.87
Peso del suelo seco	g	72.60	77.01	80.87	84.61	91.13	96.00	102.66	106.85	109.22	111.98
Peso del agua	g	8.34	9.53	11.50	12.53	13.74	14.82	17.00	17.66	19.40	19.69
Contenido de Humedad	%	11.49	12.38	14.22	14.81	15.08	15.44	16.56	16.53	17.76	17.58
Humedad promedio	%		11.93	14.51	15.26	16.54	17.67				



**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN MAB  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 30% RCBPA
<b>SOLICITANTES</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

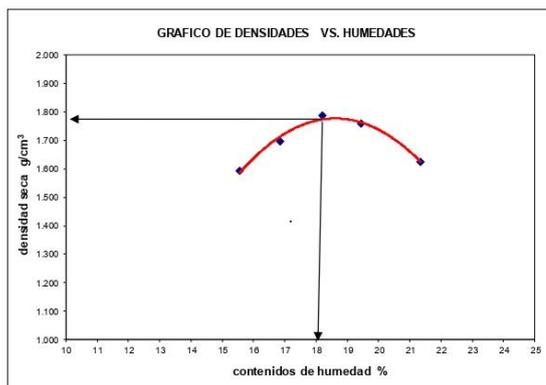
			Peso del martillo:	4.5 Kg
			Altura de caída:	18 plg
Volumen molde:	98.91	cm <sup>3</sup>	# de capas:	5
Peso molde:	3560	g	Golpes por capa:	25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3742.00	3756.00	3769.00	3768.00	3755.00
Peso del suelo húmedo	g	182.00	196.00	209.00	208.00	195.00
Humedad calculada	%	15.56	16.84	18.20	19.43	21.34
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.840	1.982	2.113	2.103	1.971
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.592	1.696	1.788	1.761	1.625

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	152.07	156.27	163.74	168.55	173.29	178.41	185.16	190.48	195.64	204.19
Rec + suelo seco	g	140.92	145.05	149.92	154.94	157.36	161.87	166.91	171.08	173.62	180.55
Peso del recipiente	g	70.51	71.64	70.84	70.95	69.38	71.42	72.48	71.81	70.85	69.32
Peso del suelo seco	g	70.41	73.41	79.08	83.99	87.98	90.45	94.43	99.27	102.77	111.23
Peso del agua	g	11.15	11.22	13.82	13.61	15.93	16.54	18.25	19.40	22.02	23.64
Contenido de Humedad	%	15.84	15.28	17.48	16.20	18.11	18.29	19.33	19.54	21.43	21.25
Humedad promedio	%		15.56	16.84		18.20		19.43		21.34	



ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**OBSERVACIONES:**

MUESTRA EXTRAÍDA POR EL INGENIERO ANALISTA Y TRAÍDAS AL LABORATORIO EN MAB  
MUESTRA INALTERADA RECOLECTADA A 1.50M PROFUNDIDAD  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO


**INDICE DE CBR DE SUELOS**  
**ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	C1
<b>SOLICITADO</b>	:	MARINO TACANGA MONICA GEORGETTE RUZO, JEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LALIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11529	11762	11968
Peso suelo húmedo (g)	3602	3827	4047
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.80	1.91
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.54</b>	<b>1.64</b>	<b>1.73</b>
Contenido de humedad(%)	10.23	10.27	10.32

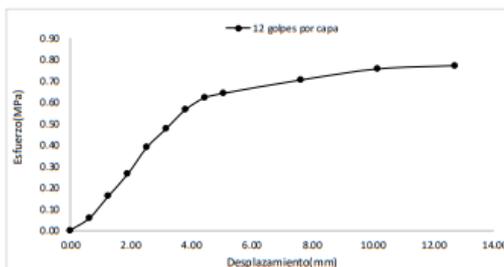
*Jorge Barrantes Villanueva*  
 ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

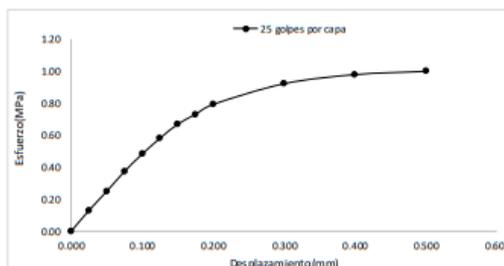
Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	97.26	91.08	90.46
Rec + suelo seco g	95.22	89.73	88.94
Peso del recipiente g	75.35	76.48	74.16
Peso del suelo seco g	19.87	13.25	14.78
Peso del agua g	2.04	1.35	1.51
Contenido de Humedad %	10.27	10.19	10.28
Humedad promedio %	10.23	10.27	10.32

**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.31	0.001932	0.16
0.075	1.91	0.51	0.001932	0.26
0.100	2.54	0.75	0.001932	0.39
0.125	3.18	0.92	0.001932	0.48
0.150	3.81	1.09	0.001932	0.56
0.175	4.45	1.20	0.001932	0.62
0.200	5.08	1.24	0.001932	0.64
0.300	7.62	1.36	0.001932	0.70
0.400	10.16	1.46	0.001932	0.76
0.500	12.70	1.49	0.001932	0.77


**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

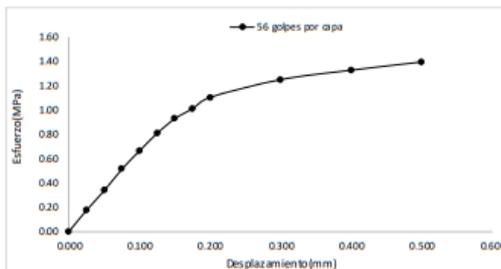
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.25	0.001932	0.13
0.050	1.27	0.48	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.72	0.001932	0.37
0.100	2.54	0.93	0.001932	0.48
0.125	3.18	1.12	0.001932	0.58
0.150	3.81	1.29	0.001932	0.67
0.175	4.45	1.41	0.001932	0.73
0.200	5.08	1.53	0.001932	0.79
0.300	7.62	1.78	0.001932	0.92
0.400	10.16	1.89	0.001932	0.98
0.500	12.70	1.93	0.001932	1.00



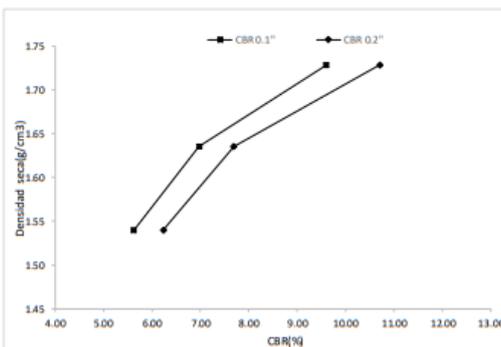


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.65	0.001932	0.34
0.075	1.91	0.99	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.28	0.001932	0.66
0.125	3.18	1.56	0.001932	0.81
0.150	3.81	1.79	0.001932	0.93
0.175	4.45	1.95	0.001932	1.01
0.200	5.08	2.13	0.001932	1.10
0.300	7.62	2.41	0.001932	1.25
0.400	10.16	2.56	0.001932	1.33
0.500	12.70	2.69	0.001932	1.39



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.39	6.9	<b>5.63</b>
12	0.2	0.64	10.3	<b>6.23</b>
25	0.1	0.48	6.9	<b>6.98</b>
25	0.2	0.79	10.3	<b>7.69</b>
56	0.1	0.66	6.9	<b>9.60</b>
56	0.2	1.10	10.3	<b>10.70</b>



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.54	5.63	6.23
25	1.64	6.98	7.69
56	1.73	9.60	10.70

M.D.S	1.650	g/cm <sup>3</sup>
95(M.D.S)	1.57	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	7	%
CBR AL 100% MDS	7.09	%

*Jov*  
Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
 ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.	:	:
<b>MUESTRA</b>	:	R2	:	:
<b>SOLICITADO</b>	:	MÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE	:	:
	:	RUIZ OJEDA ROSALMIRA	:	:
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD	:	:

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11526	11845	12105
Peso suelo húmedo (g)	3599	3910	4184
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.84	1.97
<b>Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.54</b>	<b>1.67</b>	<b>1.78</b>
Contenido de humedad(%)	10.32	10.32	10.44

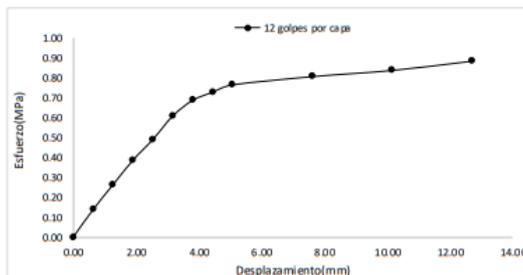
  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 ZIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

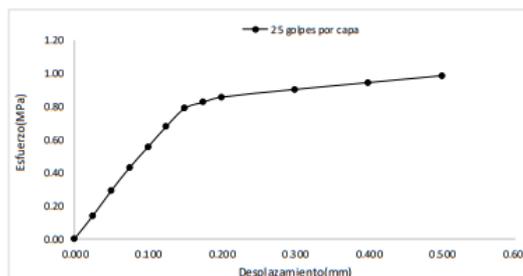
Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	91.62	95.16	97.34	92.53	96.15	95.68
Rec + suelo seco g	89.55	92.71	94.85	90.62	93.91	93.25
Peso del recipiente g	69.52	68.95	70.69	72.15	72.43	69.98
Peso del suelo seco g	20.03	23.76	24.16	18.47	21.48	23.27
Peso del agua g	2.07	2.45	2.49	1.91	2.24	2.43
Contenido de Humedad %	10.33	10.31	10.31	10.34	10.43	10.44
Humedad promedio %	10.32		10.32		10.44	

**Ensayo de CBR**
**12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.27	0.001932	0.14
0.050	1.27	0.51	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.75	0.001932	0.39
0.100	2.54	0.95	0.001932	0.49
0.125	3.18	1.18	0.001932	0.61
0.150	3.81	1.33	0.001932	0.69
0.175	4.45	1.41	0.001932	0.73
0.200	5.08	1.48	0.001932	0.77
0.300	7.62	1.56	0.001932	0.81
0.400	10.16	1.62	0.001932	0.84
0.500	12.70	1.71	0.001932	0.89

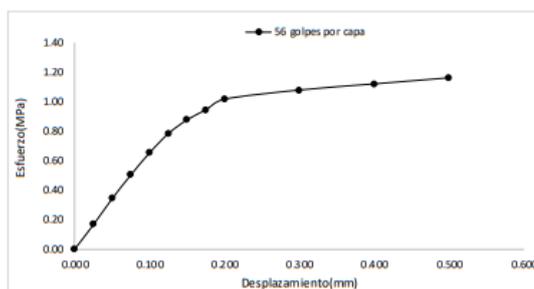

**Ensayo de CBR**
**25 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.27	0.001932	0.14
0.050	1.27	0.56	0.001932	0.29
0.075	1.91	0.83	0.001932	0.43
0.100	2.54	1.07	0.001932	0.55
0.125	3.18	1.31	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.52	0.001932	0.79
0.175	4.45	1.59	0.001932	0.82
0.200	5.08	1.65	0.001932	0.85
0.300	7.62	1.74	0.001932	0.90
0.400	10.16	1.82	0.001932	0.94
0.500	12.70	1.90	0.001932	0.98

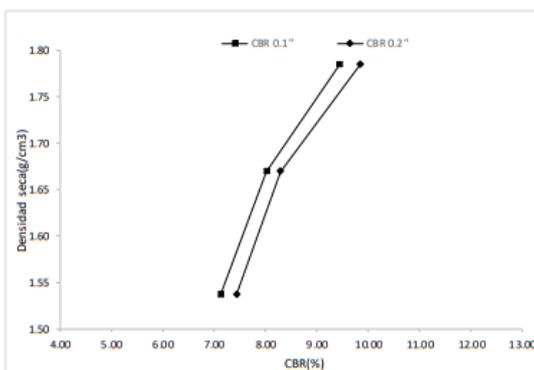




Ensayo de CBR				
56 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.050	1.27	0.66	0.001932	0.34
0.075	1.91	0.97	0.001932	0.50
0.100	2.54	1.26	0.001932	0.65
0.125	3.18	1.51	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.69	0.001932	0.87
0.175	4.45	1.82	0.001932	0.94
0.200	5.08	1.96	0.001932	1.01
0.300	7.62	2.08	0.001932	1.08
0.400	10.16	2.16	0.001932	1.12
0.500	12.70	2.24	0.001932	1.16



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.49	6.9	7.13
12	0.2	0.77	10.3	7.44
25	0.1	0.55	6.9	8.03
25	0.2	0.85	10.3	8.29
56	0.1	0.65	6.9	9.45
56	0.2	1.01	10.3	9.85



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.54	7.13	7.44
25	1.67	8.03	8.29
56	1.78	9.45	9.85

M.D.S	1.640	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.56	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	7.5	%
CBR AL 100% MDS	7.8	%

  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
 ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.		
<b>MUESTRA</b>	:	R3		
<b>SOLICITADO</b>	:	MIRANO TACANGA, MONICA GEORGETTE	:	:
	:	RUIZOJEDA, ROSALMIRA	:	:
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD		

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11372	11763	12094
Peso suelo húmedo (g)	3445	3828	4173
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.62	1.80	1.97
<b>Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.47</b>	<b>1.64</b>	<b>1.78</b>
Contenido de humedad(%)	10.29	10.28	10.38

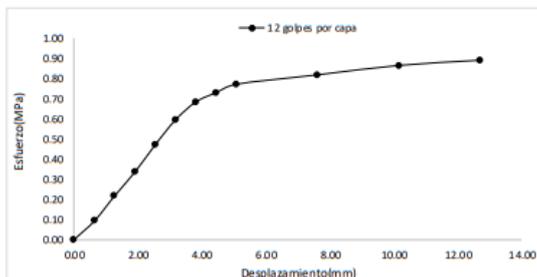
  
 Ing. Jorge Barantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

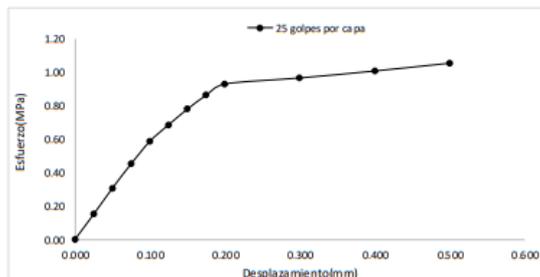
Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	97.63	98.15	96.28	97.45	98.71	99.25
Rec + suelo seco g	95.64	95.72	94.12	95.16	96.31	96.98
Peso del recipiente g	76.25	72.15	73.04	72.96	73.15	75.14
Peso del suelo seco g	19.39	23.57	21.08	22.2	23.16	21.84
Peso del agua g	1.99	2.43	2.16	2.29	2.4	2.27
Contenido de Humedad %	10.26	10.31	10.25	10.32	10.36	10.39
Humedad promedio %	10.29		10.28		10.38	

**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.18	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.42	0.001932	0.22
0.075	1.91	0.65	0.001932	0.34
0.100	2.54	0.91	0.001932	0.47
0.125	3.18	1.15	0.001932	0.60
0.150	3.81	1.32	0.001932	0.68
0.175	4.45	1.41	0.001932	0.73
0.200	5.08	1.49	0.001932	0.77
0.300	7.62	1.58	0.001932	0.82
0.400	10.16	1.67	0.001932	0.86
0.500	12.70	1.72	0.001932	0.89


**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.29	0.001932	0.15
0.050	1.27	0.59	0.001932	0.31
0.075	1.91	0.87	0.001932	0.45
0.100	2.54	1.13	0.001932	0.58
0.125	3.18	1.32	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.50	0.001932	0.78
0.175	4.45	1.66	0.001932	0.86
0.200	5.08	1.79	0.001932	0.93
0.300	7.62	1.86	0.001932	0.96
0.400	10.16	1.94	0.001932	1.00
0.500	12.70	2.03	0.001932	1.05

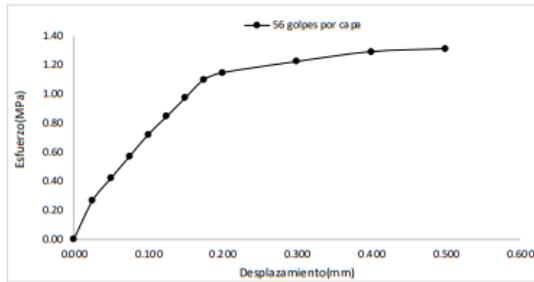




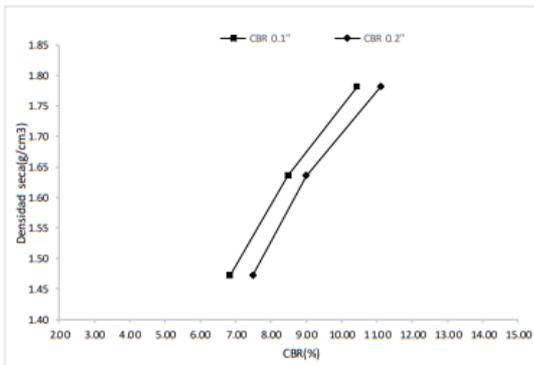
**Ensayo de CBR**

56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.51	0.001932	0.26
0.050	1.27	0.81	0.001932	0.42
0.075	1.91	1.10	0.001932	0.57
0.100	2.54	1.39	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.63	0.001932	0.84
0.150	3.81	1.88	0.001932	0.97
0.175	4.45	2.12	0.001932	1.10
0.200	5.08	2.21	0.001932	1.14
0.300	7.62	2.36	0.001932	1.22
0.400	10.16	2.49	0.001932	1.29
0.500	12.70	2.53	0.001932	1.31



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.47	6.9	<b>6.83</b>
12	0.2	0.77	10.3	<b>7.49</b>
25	0.1	0.58	6.9	<b>8.48</b>
25	0.2	0.93	10.3	<b>9.00</b>
56	0.1	0.72	6.9	<b>10.43</b>
56	0.2	1.14	10.3	<b>11.11</b>



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.47	6.83	7.49
25	1.64	8.48	9.00
56	1.78	10.43	11.11

M.D.S	1.610	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.53	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	8	%
CBR AL 100% MDS	8.2	%

*Jorge Barrantes Villanueva*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG


**INDICE DE CBR DE SUELOS**  
**ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	R4
<b>SOLICITADO</b>	:	Miñano Tacanga, Monica Georgette
	:	Ruizojeda, Rosalmyra
<b>UBICACIÓN</b>	:	Moché - La Libertad

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11362	11752	12074
Peso suelo húmedo (g)	3435	3817	4153
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.62	1.80	1.96
<b>Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.46</b>	<b>1.63</b>	<b>1.78</b>
Contenido de humedad(%)	10.50	10.26	10.18

  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

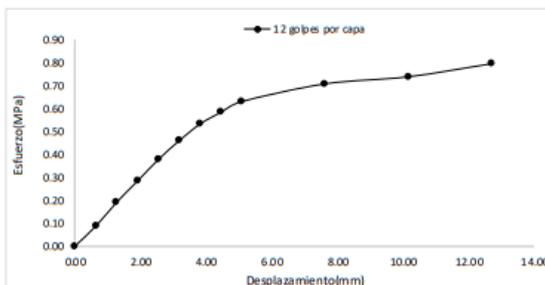
**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	98.15	96.74	98.06	99.63	98.42	97.18
Rec + suelo seco	g	95.99	94.75	95.84	97.17	96.32	95.57
Peso del recipiente	g	76.15	75.06	74.16	73.24	75.82	79.65
Peso del suelo seco	g	19.84	19.69	21.68	23.93	20.5	15.92
Peso del agua	g	2.16	1.99	2.22	2.46	2.1	1.61
Contenido de Humedad	%	10.89	10.11	10.24	10.28	10.24	10.11
Humedad promedio	%	10.50		10.26		10.18	

**Ensayo de CBR**

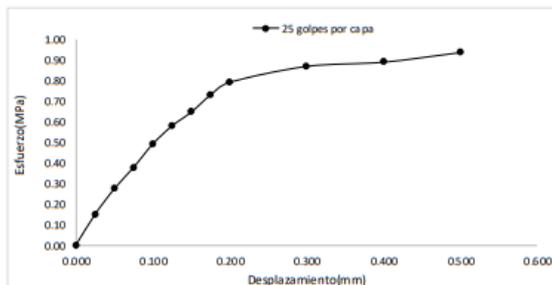
12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.17	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.37	0.001932	0.19
0.075	1.91	0.55	0.001932	0.28
0.100	2.54	0.73	0.001932	0.38
0.125	3.18	0.89	0.001932	0.46
0.150	3.81	1.03	0.001932	0.53
0.175	4.45	1.13	0.001932	0.58
0.200	5.08	1.22	0.001932	0.63
0.300	7.62	1.37	0.001932	0.71
0.400	10.16	1.43	0.001932	0.74
0.500	12.70	1.54	0.001932	0.80


**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

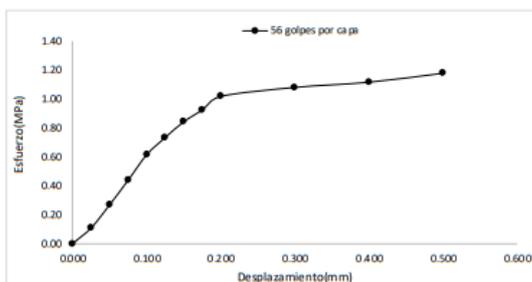
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.29	0.001932	0.15
0.050	1.27	0.53	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.73	0.001932	0.38
0.100	2.54	0.95	0.001932	0.49
0.125	3.18	1.12	0.001932	0.58
0.150	3.81	1.25	0.001932	0.65
0.175	4.45	1.41	0.001932	0.73
0.200	5.08	1.53	0.001932	0.79
0.300	7.62	1.68	0.001932	0.87
0.400	10.16	1.72	0.001932	0.89
0.500	12.70	1.81	0.001932	0.94





**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

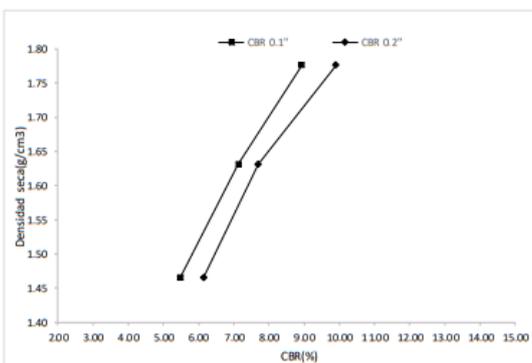
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.21	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.85	0.001932	0.44
0.100	2.54	1.19	0.001932	0.62
0.125	3.18	1.42	0.001932	0.73
0.150	3.81	1.63	0.001932	0.84
0.175	4.45	1.79	0.001932	0.93
0.200	5.08	1.97	0.001932	1.02
0.300	7.62	2.09	0.001932	1.08
0.400	10.16	2.16	0.001932	1.12
0.500	12.70	2.28	0.001932	1.18



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.38	6.9	<b>5.48</b>
12	0.2	0.63	10.3	<b>6.13</b>
25	0.1	0.49	6.9	<b>7.13</b>
25	0.2	0.79	10.3	<b>7.69</b>
56	0.1	0.62	6.9	<b>8.93</b>
56	0.2	1.02	10.3	<b>9.90</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1"	CBR 0.2"
12	1.46	5.48	6.13
25	1.63	7.13	7.69
56	1.78	8.93	9.90

M.D.S	1.630	g/cm <sup>3</sup>
99%(M.D.S)	1.55	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	6.8	%
CBR AL 100% MDS	7	%



  
 ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 5%RCBPAR1
<b>SOLICITADO</b>	:	MÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALBA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11603	11950	12296
Peso suelo húmedo (g)	3676	4015	4375
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.73	1.89	2.06
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.50	1.64	1.79
Contenido de humedad(%)	15.28	15.26	15.42

*Jon*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

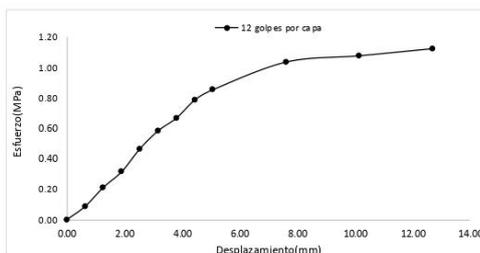
**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	96.56	88.86	89.56	103.25	89.28	88.32
Rec + suelo seco g	94.52	86.72	87.31	101.05	86.98	85.97
Peso del recipiente g	81.1	72.78	72.55	86.65	72.12	70.68
Peso del suelo seco g	13.42	13.94	14.76	14.4	14.86	15.29
Peso del agua g	2.04	2.14	2.25	2.2	2.3	2.35
Contenido de Humedad %	15.20	15.35	15.24	15.28	15.48	15.37
Humedad promedio %	15.28		15.26		15.42	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

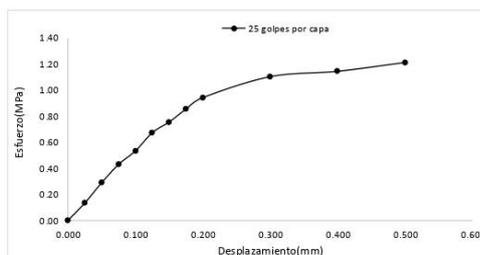
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.17	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.41	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
0.100	2.54	0.90	0.001932	0.47
0.125	3.18	1.13	0.001932	0.58
0.150	3.81	1.29	0.001932	0.67
0.175	4.45	1.52	0.001932	0.79
0.200	5.08	1.65	0.001932	0.85
0.300	7.62	2.00	0.001932	1.04
0.400	10.16	2.08	0.001932	1.08
0.500	12.70	2.17	0.001932	1.12



**Ensayo de CBR**

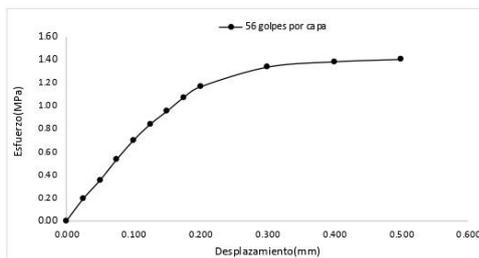
25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.26	0.001932	0.13
0.050	1.27	0.56	0.001932	0.29
0.075	1.91	0.83	0.001932	0.43
0.100	2.54	1.03	0.001932	0.53
0.125	3.18	1.30	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.65	0.001932	0.85
0.200	5.08	1.82	0.001932	0.94
0.300	7.62	2.13	0.001932	1.10
0.400	10.16	2.21	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.34	0.001932	1.21

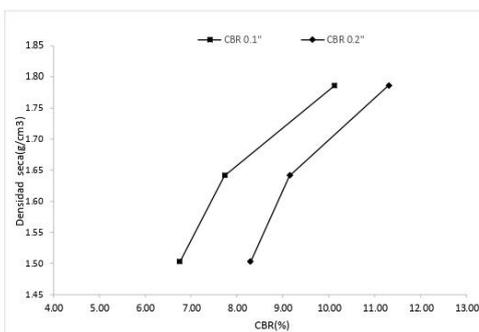


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.37	0.001932	0.19
0.050	1.27	0.68	0.001932	0.35
0.075	1.91	1.03	0.001932	0.53
0.100	2.54	1.35	0.001932	0.70
0.125	3.18	1.62	0.001932	0.84
0.150	3.81	1.84	0.001932	0.95
0.175	4.45	2.07	0.001932	1.07
0.200	5.08	2.25	0.001932	1.16
0.300	7.62	2.58	0.001932	1.34
0.400	10.16	2.67	0.001932	1.38
0.500	12.70	2.71	0.001932	1.40



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.47	6.9	6.75
12	0.2	0.85	10.3	8.29
25	0.1	0.53	6.9	7.73
25	0.2	0.94	10.3	9.15
56	0.1	0.70	6.9	10.13
56	0.2	1.16	10.3	11.31



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.50	6.75	8.29
25	1.64	7.73	9.15
56	1.79	10.13	11.31

M.D.S	1.670	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.59	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	8.5	%
CBR AL 100% MDS	9.1	%

*Jov*  
 ing. Jorge Bararites Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 ZIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 9#RCBPA R2
<b>SOLICITADO</b>	:	Miñano Tacana, Monica Georgette Ruiz Ojeda, Rosalmaria
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11670	12023	12226
Peso suelo húmedo (g)	3743	4088	4305
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.76	1.93	2.03
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.53	1.67	1.76
Contenido de humedad(%)	15.58	15.20	15.22

*J. Villanueva*  
Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

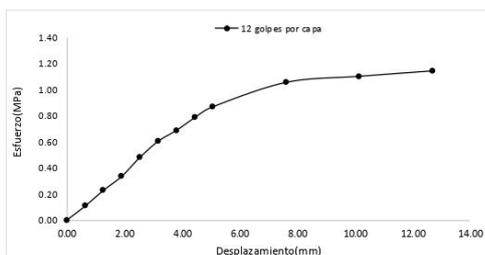
**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	87.69	80.78	79.45
Rec + suelo seco g	85.75	78.75	77.48
Peso del recipiente g	73.24	65.78	64.54
Peso del suelo seco g	12.51	12.97	12.94
Peso del agua g	1.94	2.03	1.97
Contenido de Humedad %	15.51	15.65	15.22
Humedad promedio %	15.58	15.20	15.22

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

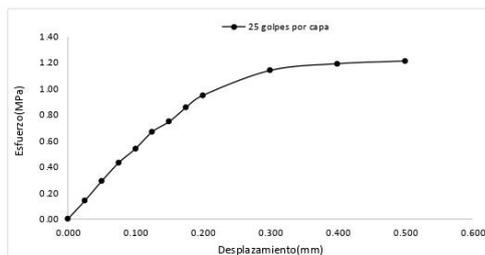
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.21	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.65	0.001932	0.34
0.100	2.54	0.93	0.001932	0.48
0.125	3.18	1.17	0.001932	0.61
0.150	3.81	1.33	0.001932	0.69
0.175	4.45	1.52	0.001932	0.79
0.200	5.08	1.68	0.001932	0.87
0.300	7.62	2.04	0.001932	1.06
0.400	10.16	2.13	0.001932	1.10
0.500	12.70	2.21	0.001932	1.14



**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.27	0.001932	0.14
0.050	1.27	0.56	0.001932	0.29
0.075	1.91	0.83	0.001932	0.43
0.100	2.54	1.04	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.29	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.44	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.65	0.001932	0.85
0.200	5.08	1.83	0.001932	0.95
0.300	7.62	2.20	0.001932	1.14
0.400	10.16	2.30	0.001932	1.19
0.500	12.70	2.34	0.001932	1.21

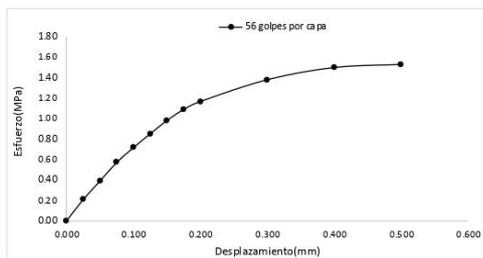




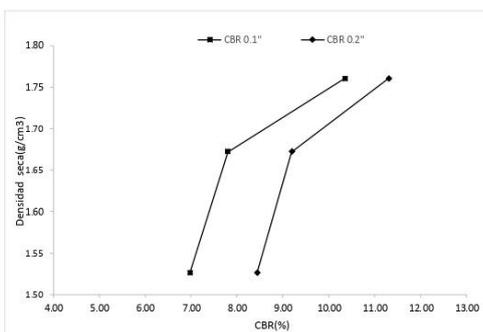
**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.40	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.75	0.001932	0.39
0.075	1.91	1.10	0.001932	0.57
0.100	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.64	0.001932	0.85
0.150	3.81	1.89	0.001932	0.98
0.175	4.45	2.10	0.001932	1.09
0.200	5.08	2.25	0.001932	1.16
0.300	7.62	2.66	0.001932	1.38
0.400	10.16	2.89	0.001932	1.50
0.500	12.70	2.95	0.001932	1.53



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.48	6.9	6.98
12	0.2	0.87	10.3	8.44
25	0.1	0.54	6.9	7.80
25	0.2	0.95	10.3	9.20
56	0.1	0.71	6.9	10.35
56	0.2	1.16	10.3	11.31



GOLPES	DENSIDAD (g/cm³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.53	6.98	8.44
25	1.67	7.80	9.20
56	1.76	10.35	11.31

M.D.S	1.670	g/cm³
95%(M.D.S)	1.59	g/cm³
CBR AL 95% MDS	8.8	%
CBR AL 100% MDS	9.2	%

*Jorge*  
ing. Jorge *Barrantes Villanueva*  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - %RCBPA R3
<b>SOLICITADO</b>	:	MÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE
<b>UBICACIÓN</b>	:	RUIZ QUEDA, ROSALMIRA MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11603	11950	12246
Peso suelo húmedo (g)	3676	4015	4325
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.73	1.89	2.04
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.53	1.67	1.80
Contenido de humedad (%)	13.15	13.15	13.15

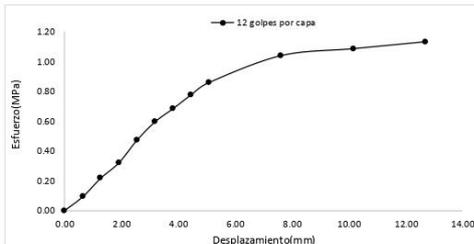
*Jov*  
Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.54	88.53	89.1
Rec + suelo seco g	96.37	85.85	86
Peso del recipiente g	79.99	65.31	62.4
Peso del suelo seco g	16.38	20.54	23.6
Peso del agua g	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad %	13.25	13.05	13.14
Humedad promedio %	13.15	13.15	13.15

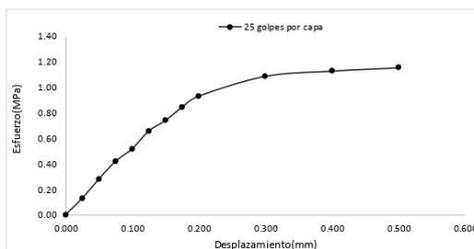
**Ensayo de CBR** 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.18	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.42	0.001932	0.22
0.075	1.91	0.62	0.001932	0.32
0.100	2.54	0.91	0.001932	0.47
0.125	3.18	1.15	0.001932	0.60
0.150	3.81	1.32	0.001932	0.68
0.175	4.45	1.50	0.001932	0.78
0.200	5.08	1.66	0.001932	0.86
0.300	7.62	2.01	0.001932	1.04
0.400	10.16	2.10	0.001932	1.09
0.500	12.70	2.19	0.001932	1.13



**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

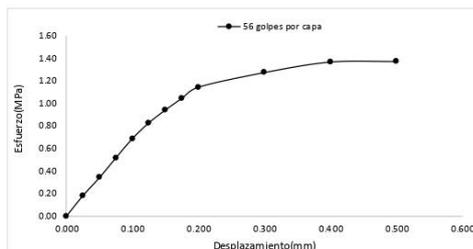
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.25	0.001932	0.13
0.050	1.27	0.54	0.001932	0.28
0.075	1.91	0.81	0.001932	0.42
0.100	2.54	1.00	0.001932	0.52
0.125	3.18	1.27	0.001932	0.66
0.150	3.81	1.43	0.001932	0.74
0.175	4.45	1.63	0.001932	0.84
0.200	5.08	1.80	0.001932	0.93
0.300	7.62	2.10	0.001932	1.09
0.400	10.16	2.18	0.001932	1.13
0.500	12.70	2.23	0.001932	1.15



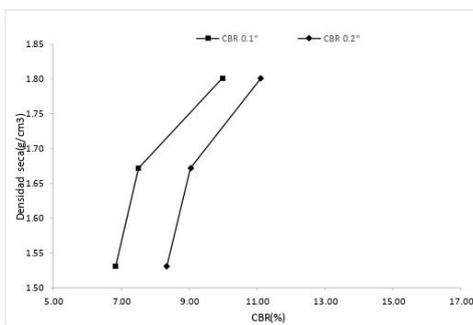


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.66	0.001932	0.34
0.075	1.91	1.00	0.001932	0.52
0.100	2.54	1.33	0.001932	0.69
0.125	3.18	1.60	0.001932	0.83
0.150	3.81	1.82	0.001932	0.94
0.175	4.45	2.02	0.001932	1.05
0.200	5.08	2.21	0.001932	1.14
0.300	7.62	2.46	0.001932	1.27
0.400	10.16	2.64	0.001932	1.37
0.500	12.70	2.65	0.001932	1.37



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.47	6.9	6.83
12	0.2	0.86	10.3	8.34
25	0.1	0.52	6.9	7.50
25	0.2	0.93	10.3	9.05
56	0.1	0.69	6.9	9.98
56	0.2	1.14	10.3	11.11



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.53	6.83	8.34
25	1.67	7.50	9.05
56	1.80	9.98	11.11

M.D.S	1.670	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.59	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	8.7	%
CBRAL 100% MDS	9	%

*Jov*  
 ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 10% RCBPA - R1
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11441	11859	12217
Peso suelo húmedo (g)	3514	3924	4296
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.66	1.85	2.02
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.50	1.67	1.83
Contenido de humedad(%)	10.34	10.39	10.71

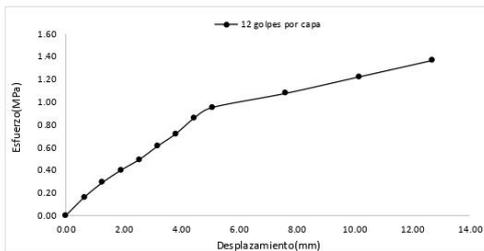
*Jorge*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	97.36	98.16	99.62
Rec + suelo seco g	94.75	95.35	96.93
Peso del recipiente g	69.45	68.25	70.48
Peso del suelo seco g	25.3	27.1	26.45
Peso del agua g	2.61	2.81	2.69
Contenido de Humedad %	10.32	10.37	10.61
Humedad promedio %	10.34	10.39	10.71

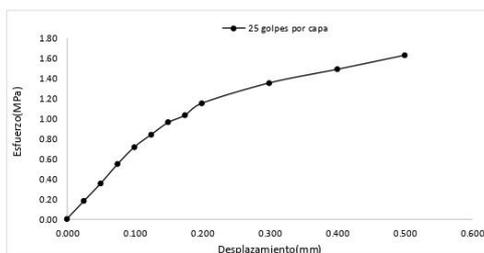
**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.56	0.001932	0.29
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
0.100	2.54	0.95	0.001932	0.49
0.125	3.18	1.18	0.001932	0.61
0.150	3.81	1.39	0.001932	0.72
0.175	4.45	1.66	0.001932	0.86
0.200	5.08	1.84	0.001932	0.95
0.300	7.62	2.08	0.001932	1.08
0.400	10.16	2.36	0.001932	1.22
0.500	12.70	2.64	0.001932	1.37



**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.68	0.001932	0.35
0.075	1.91	1.05	0.001932	0.54
0.100	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.62	0.001932	0.84
0.150	3.81	1.85	0.001932	0.96
0.175	4.45	1.99	0.001932	1.03
0.200	5.08	2.22	0.001932	1.15
0.300	7.62	2.61	0.001932	1.35
0.400	10.16	2.87	0.001932	1.49
0.500	12.70	3.14	0.001932	1.63

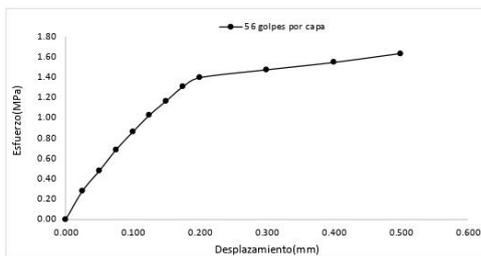




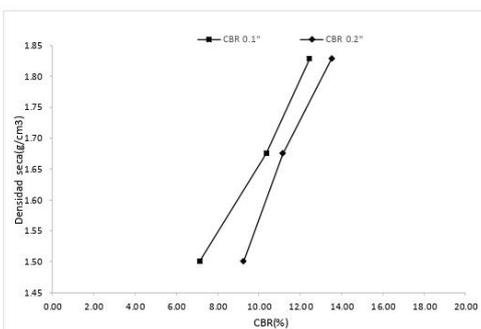
**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.54	0.001932	0.28
0.050	1.27	0.92	0.001932	0.48
0.075	1.91	1.32	0.001932	0.68
0.100	2.54	1.66	0.001932	0.86
0.125	3.18	1.98	0.001932	1.02
0.150	3.81	2.25	0.001932	1.16
0.175	4.45	2.52	0.001932	1.30
0.200	5.08	2.69	0.001932	1.39
0.300	7.62	2.84	0.001932	1.47
0.400	10.16	2.98	0.001932	1.54
0.500	12.70	3.15	0.001932	1.63



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.49	6.9	7.13
12	0.2	0.95	10.3	9.25
25	0.1	0.71	6.9	10.35
25	0.2	1.15	10.3	11.16
56	0.1	0.86	6.9	12.45
56	0.2	1.39	10.3	13.52



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.50	7.13	9.25
25	1.67	10.35	11.16
56	1.83	12.45	13.52

M.D.S	1.690	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.61	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	9	%
CBRAL 100% MDS	11.2	%

*Jov*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 10% RCBPA - R2
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11361	11956	12308
Peso suelo húmedo (g)	3434	4021	4387
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.62	1.89	2.07
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.72	1.87
Contenido de humedad(%)	10.67	10.42	10.44

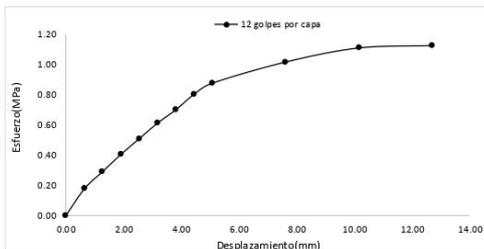
*Jov*  
Ing. Jorge Barrientes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	97.41	97.42	98.61
Rec + suelo seco g	94.78	94.78	95.95
Peso del recipiente g	69.75	70.42	69.88
Peso del suelo seco g	25.03	24.36	25.47
Peso del agua g	2.63	2.64	2.51
Contenido de Humedad %	10.51	10.84	10.40
Humedad promedio %	10.67	10.42	10.44

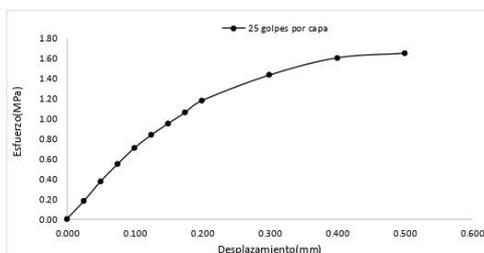
**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.56	0.001932	0.29
0.075	1.91	0.78	0.001932	0.40
0.100	2.54	0.98	0.001932	0.51
0.125	3.18	1.18	0.001932	0.61
0.150	3.81	1.35	0.001932	0.70
0.175	4.45	1.55	0.001932	0.80
0.200	5.08	1.69	0.001932	0.87
0.300	7.62	1.96	0.001932	1.01
0.400	10.16	2.14	0.001932	1.11
0.500	12.70	2.17	0.001932	1.12



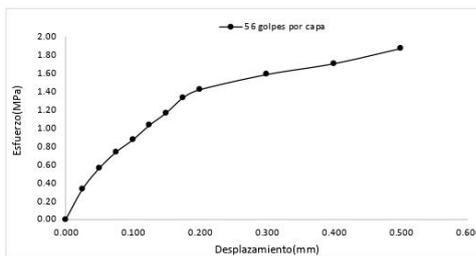
**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.72	0.001932	0.37
0.075	1.91	1.05	0.001932	0.54
0.100	2.54	1.36	0.001932	0.70
0.125	3.18	1.61	0.001932	0.83
0.150	3.81	1.83	0.001932	0.95
0.175	4.45	2.04	0.001932	1.06
0.200	5.08	2.27	0.001932	1.17
0.300	7.62	2.76	0.001932	1.43
0.400	10.16	3.09	0.001932	1.60
0.500	12.70	3.18	0.001932	1.65

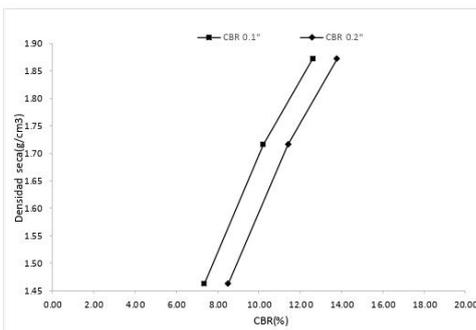


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.64	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.08	0.001932	0.56
0.075	1.91	1.42	0.001932	0.73
0.100	2.54	1.68	0.001932	0.87
0.125	3.18	1.99	0.001932	1.03
0.150	3.81	2.25	0.001932	1.16
0.175	4.45	2.57	0.001932	1.33
0.200	5.08	2.74	0.001932	1.42
0.300	7.62	3.06	0.001932	1.58
0.400	10.16	3.29	0.001932	1.70
0.500	12.70	3.61	0.001932	1.87



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.51	6.9	7.35
12	0.2	0.87	10.3	8.49
25	0.1	0.70	6.9	10.20
25	0.2	1.17	10.3	11.41
56	0.1	0.87	6.9	12.60
56	0.2	1.42	10.3	13.77



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.46	7.35	8.49
25	1.72	10.20	11.41
56	1.87	12.60	13.77

M.D.S	1.690	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.61	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	9.1	%
CBRAL 100% MDS	11.3	%

  
 Ing. Jorge Barrientes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 10% RCBPA - R3
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11296	11817	12298
Peso suelo húmedo (g)	3369	3882	4377
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.59	1.83	2.06
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.44	1.65	1.85
Contenido de humedad(%)	10.57	10.76	11.21

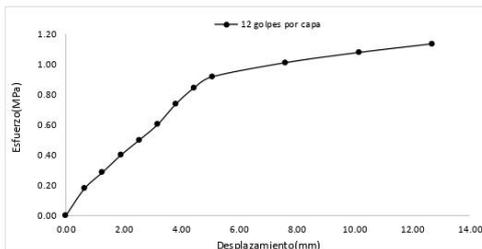
*Jov*  
ing. Jorge Barrientes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CÓDIGO N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.16	97.42	99.27
Rec + suelo seco g	95.31	94.52	96.35
Peso del recipiente g	68.24	67.19	69.24
Peso del suelo seco g	27.07	27.33	27.11
Peso del agua g	2.85	2.9	2.82
Contenido de Humedad %	10.53	10.61	10.77
Humedad promedio %	10.57	10.76	11.21

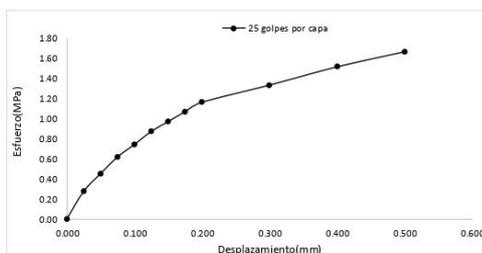
**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.55	0.001932	0.28
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
0.100	2.54	0.96	0.001932	0.50
0.125	3.18	1.16	0.001932	0.60
0.150	3.81	1.42	0.001932	0.73
0.175	4.45	1.63	0.001932	0.84
0.200	5.08	1.77	0.001932	0.92
0.300	7.62	1.95	0.001932	1.01
0.400	10.16	2.08	0.001932	1.08
0.500	12.70	2.19	0.001932	1.13



**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.53	0.001932	0.27
0.050	1.27	0.87	0.001932	0.45
0.075	1.91	1.19	0.001932	0.62
0.100	2.54	1.43	0.001932	0.74
0.125	3.18	1.68	0.001932	0.87
0.150	3.81	1.87	0.001932	0.97
0.175	4.45	2.06	0.001932	1.07
0.200	5.08	2.24	0.001932	1.16
0.300	7.62	2.57	0.001932	1.33
0.400	10.16	2.92	0.001932	1.51
0.500	12.70	3.21	0.001932	1.66

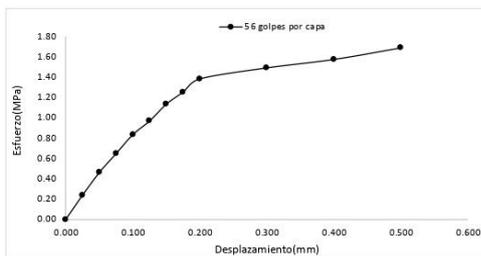




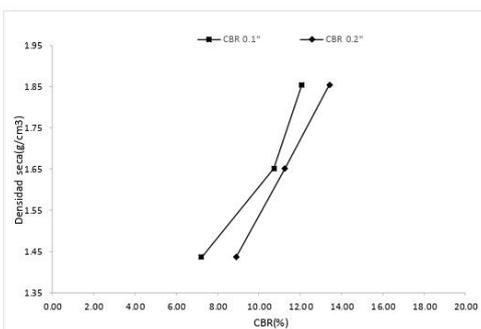
**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.89	0.001932	0.46
0.075	1.91	1.25	0.001932	0.65
0.100	2.54	1.61	0.001932	0.83
0.125	3.18	1.87	0.001932	0.97
0.150	3.81	2.19	0.001932	1.13
0.175	4.45	2.42	0.001932	1.25
0.200	5.08	2.67	0.001932	1.38
0.300	7.62	2.88	0.001932	1.49
0.400	10.16	3.04	0.001932	1.57
0.500	12.70	3.26	0.001932	1.69



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.50	6.9	7.20
12	0.2	0.92	10.3	8.89
25	0.1	0.74	6.9	10.73
25	0.2	1.16	10.3	11.26
56	0.1	0.83	6.9	12.08
56	0.2	1.38	10.3	13.42



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.44	7.20	8.89
25	1.65	10.73	11.26
56	1.85	12.08	13.42

M.D.S	1.690	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.61	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	9.4	%
CBRAL 100% MDS	11.6	%

*Jorge Barurdes Villanueva*  
ing. Jorge Barurdes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 15% RCBPA - R1
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11618	12208	12581
Peso suelo húmedo (g)	3691	4273	4660
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.74	2.01	2.20
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.79	1.95
Contenido de humedad(%)	12.38	12.29	12.67

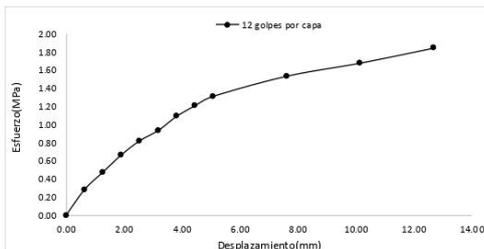
*Jon*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	96.15	97.46	98.32
Rec + suelo seco g	93.22	94.25	95.16
Peso del recipiente g	69.52	68.34	69.42
Peso del suelo seco g	23.7	25.91	25.74
Peso del agua g	2.93	3.21	3.16
Contenido de Humedad %	12.36	12.39	12.28
Humedad promedio %	12.38	12.29	12.67

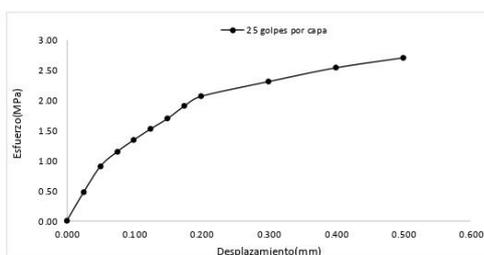
**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.28
0.050	1.27	0.92	0.001932	0.48
0.075	1.91	1.29	0.001932	0.67
0.100	2.54	1.59	0.001932	0.82
0.125	3.18	1.81	0.001932	0.94
0.150	3.81	2.11	0.001932	1.09
0.175	4.45	2.34	0.001932	1.21
0.200	5.08	2.54	0.001932	1.31
0.300	7.62	2.97	0.001932	1.54
0.400	10.16	3.25	0.001932	1.68
0.500	12.70	3.57	0.001932	1.85



**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

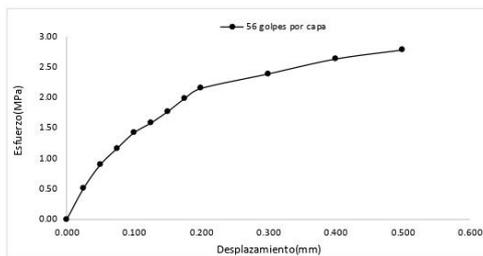
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.91	0.001932	0.47
0.050	1.27	1.74	0.001932	0.90
0.075	1.91	2.21	0.001932	1.14
0.100	2.54	2.59	0.001932	1.34
0.125	3.18	2.94	0.001932	1.52
0.150	3.81	3.27	0.001932	1.69
0.175	4.45	3.67	0.001932	1.90
0.200	5.08	3.98	0.001932	2.06
0.300	7.62	4.45	0.001932	2.30
0.400	10.16	4.89	0.001932	2.53
0.500	12.70	5.21	0.001932	2.70



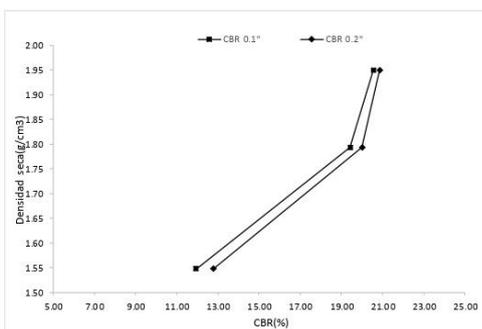


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.98	0.001932	0.51
0.050	1.27	1.73	0.001932	0.90
0.075	1.91	2.25	0.001932	1.16
0.100	2.54	2.74	0.001932	1.42
0.125	3.18	3.05	0.001932	1.58
0.150	3.81	3.41	0.001932	1.77
0.175	4.45	3.82	0.001932	1.98
0.200	5.08	4.15	0.001932	2.15
0.300	7.62	4.61	0.001932	2.39
0.400	10.16	5.08	0.001932	2.63
0.500	12.70	5.37	0.001932	2.78



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.82	6.9	11.93
12	0.2	1.31	10.3	12.76
25	0.1	1.34	6.9	19.43
25	0.2	2.06	10.3	20.00
56	0.1	1.42	6.9	20.55
56	0.2	2.15	10.3	20.85



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.55	11.93	12.76
25	1.79	19.43	20.00
56	1.95	20.55	20.85

M.D.S	1.700	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.62	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	13.8	%
CBRAL 100% MDS	18.2	%

  
 Ing. Jorge Barantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHÉ - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 15% RCBPA - R2
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHÉ - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11721	12204	12568
Peso suelo húmedo (g)	3794	4269	4647
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.79	2.01	2.19
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.59	1.79	1.95
Contenido de humedad(%)	12.53	12.22	12.39

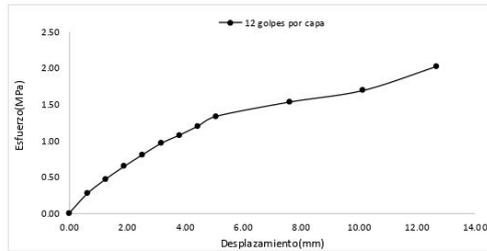
*Jov*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.54	88.53	89.10
Rec + suelo seco g	96.47	85.95	86.16
Peso del recipiente g	79.99	65.31	62.40
Peso del suelo seco g	16.48	20.64	23.76
Peso del agua g	2.07	2.58	2.94
Contenido de Humedad %	12.56	12.50	12.37
Humedad promedio %	12.53	12.22	12.39

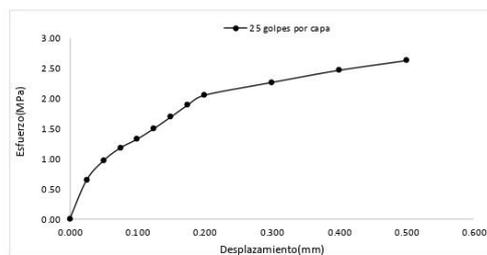
**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.53	0.001932	0.27
0.050	1.27	0.91	0.001932	0.47
0.075	1.91	1.25	0.001932	0.65
0.100	2.54	1.56	0.001932	0.81
0.125	3.18	1.86	0.001932	0.96
0.150	3.81	2.08	0.001932	1.08
0.175	4.45	2.32	0.001932	1.20
0.200	5.08	2.58	0.001932	1.34
0.300	7.62	2.96	0.001932	1.53
0.400	10.16	3.27	0.001932	1.69
0.500	12.70	3.91	0.001932	2.02



**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.24	0.001932	0.64
0.050	1.27	1.86	0.001932	0.96
0.075	1.91	2.27	0.001932	1.17
0.100	2.54	2.55	0.001932	1.32
0.125	3.18	2.89	0.001932	1.50
0.150	3.81	3.26	0.001932	1.69
0.175	4.45	3.64	0.001932	1.88
0.200	5.08	3.96	0.001932	2.05
0.300	7.62	4.37	0.001932	2.26
0.400	10.16	4.76	0.001932	2.46
0.500	12.70	5.07	0.001932	2.62

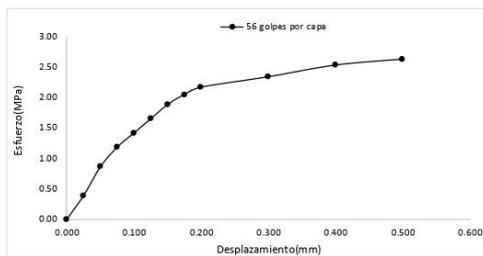




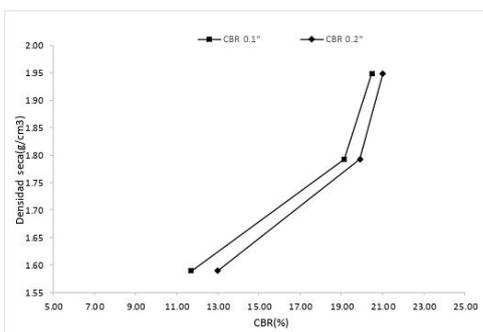
**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.75	0.001932	0.39
0.050	1.27	1.66	0.001932	0.86
0.075	1.91	2.28	0.001932	1.18
0.100	2.54	2.73	0.001932	1.41
0.125	3.18	3.18	0.001932	1.65
0.150	3.81	3.63	0.001932	1.88
0.175	4.45	3.95	0.001932	2.04
0.200	5.08	4.18	0.001932	2.16
0.300	7.62	4.51	0.001932	2.33
0.400	10.16	4.88	0.001932	2.53
0.500	12.70	5.07	0.001932	2.62



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.81	6.9	11.70
12	0.2	1.34	10.3	12.97
25	0.1	1.32	6.9	19.13
25	0.2	2.05	10.3	19.90
56	0.1	1.41	6.9	20.48
56	0.2	2.16	10.3	21.01



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.59	11.70	12.97
25	1.79	19.13	19.90
56	1.95	20.48	21.01

M.D.S	1.700	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.62	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	14.2	%
CBRAL 100% MDS	18.3	%

*Jorge*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 15% RCBPA - R3
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA, MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA, ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11604	12199	12564
Peso suelo húmedo (g)	3677	4264	4643
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.73	2.01	2.19
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.79	1.95
Contenido de humedad(%)	12.35	12.18	12.41

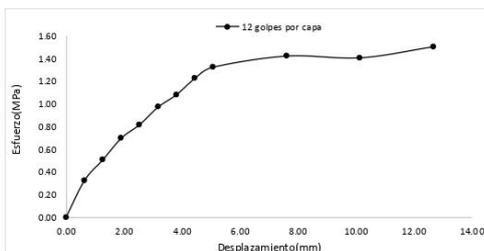
*Jon*  
Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.16	96.47	97.32
Rec + suelo seco g	94.88	93.45	94.18
Peso del recipiente g	68.24	69.07	70.42
Peso del suelo seco g	26.64	24.38	25.99
Peso del agua g	3.28	3.02	2.86
Contenido de Humedad %	12.31	12.39	12.08
Humedad promedio %	12.35	12.18	12.41

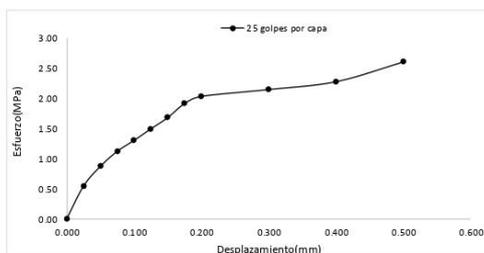
**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.63	0.001932	0.33
0.050	1.27	0.98	0.001932	0.51
0.075	1.91	1.35	0.001932	0.70
0.100	2.54	1.58	0.001932	0.82
0.125	3.18	1.88	0.001932	0.97
0.150	3.81	2.09	0.001932	1.08
0.175	4.45	2.37	0.001932	1.23
0.200	5.08	2.56	0.001932	1.33
0.300	7.62	2.75	0.001932	1.42
0.400	10.16	2.72	0.001932	1.41
0.500	12.70	2.91	0.001932	1.51



**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.05	0.001932	0.54
0.050	1.27	1.68	0.001932	0.87
0.075	1.91	2.16	0.001932	1.12
0.100	2.54	2.51	0.001932	1.30
0.125	3.18	2.88	0.001932	1.49
0.150	3.81	3.24	0.001932	1.68
0.175	4.45	3.69	0.001932	1.91
0.200	5.08	3.92	0.001932	2.03
0.300	7.62	4.14	0.001932	2.14
0.400	10.16	4.39	0.001932	2.27
0.500	12.70	5.02	0.001932	2.60

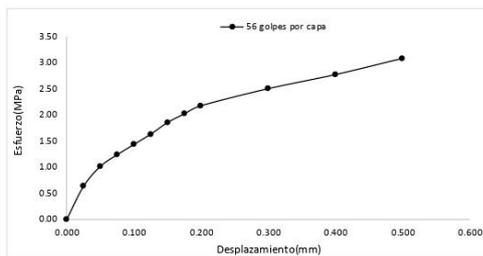




**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

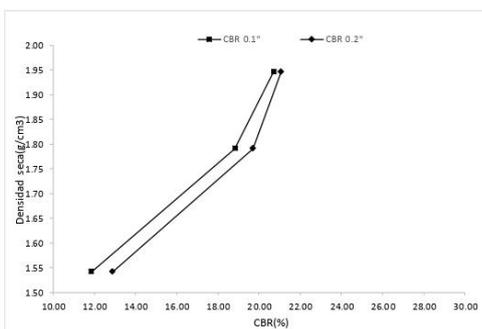
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.22	0.001932	0.63
0.050	1.27	1.95	0.001932	1.01
0.075	1.91	2.38	0.001932	1.23
0.100	2.54	2.76	0.001932	1.43
0.125	3.18	3.14	0.001932	1.63
0.150	3.81	3.57	0.001932	1.85
0.175	4.45	3.89	0.001932	2.01
0.200	5.08	4.19	0.001932	2.17
0.300	7.62	4.82	0.001932	2.49
0.400	10.16	5.34	0.001932	2.76
0.500	12.70	5.94	0.001932	3.07



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.82	6.9	11.85
12	0.2	1.33	10.3	12.86
25	0.1	1.30	6.9	18.83
25	0.2	2.03	10.3	19.70
56	0.1	1.43	6.9	20.70
56	0.2	2.17	10.3	21.06

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.54	11.85	12.86
25	1.79	18.83	19.70
56	1.95	20.70	21.06

M.D.S	1.700	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.62	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	14.2	%
CBRAL 100% MDS	18.4	%



*Jov*  
ing. Jorge Barrientes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 20% R1
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11854	12154	12578
Peso suelo húmedo (g)	3927	4219	4657
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.99	2.19
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.72	1.90
Contenido de humedad(%)	15.28	15.26	15.42

*Jorge*  
ing. Jorge Barnades Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

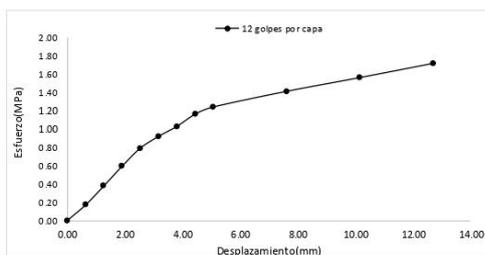
**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	96.56	88.86	89.56
Rec + suelo seco g	94.52	86.72	87.31
Peso del recipiente g	81.1	72.78	72.55
Peso del suelo seco g	13.42	13.94	14.4
Peso del agua g	2.04	2.14	2.25
Contenido de Humedad %	15.20	15.35	15.24
Humedad promedio %	15.28	15.26	15.42

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

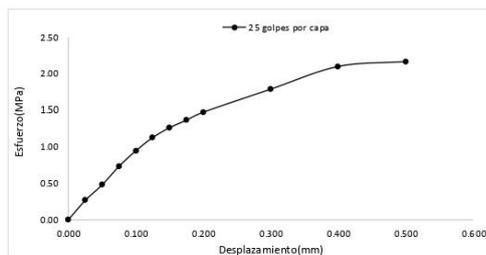
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.33	0.001932	0.17
0.050	1.27	0.73	0.001932	0.38
0.075	1.91	1.15	0.001932	0.60
0.100	2.54	1.53	0.001932	0.79
0.125	3.18	1.78	0.001932	0.92
0.150	3.81	1.99	0.001932	1.03
0.175	4.45	2.25	0.001932	1.16
0.200	5.08	2.40	0.001932	1.24
0.300	7.62	2.73	0.001932	1.41
0.400	10.16	3.02	0.001932	1.56
0.500	12.70	3.32	0.001932	1.72



**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.51	0.001932	0.26
0.050	1.27	0.92	0.001932	0.48
0.075	1.91	1.41	0.001932	0.73
0.100	2.54	1.82	0.001932	0.94
0.125	3.18	2.17	0.001932	1.12
0.150	3.81	2.43	0.001932	1.26
0.175	4.45	2.63	0.001932	1.36
0.200	5.08	2.84	0.001932	1.47
0.300	7.62	3.45	0.001932	1.79
0.400	10.16	4.05	0.001932	2.10
0.500	12.70	4.18	0.001932	2.16

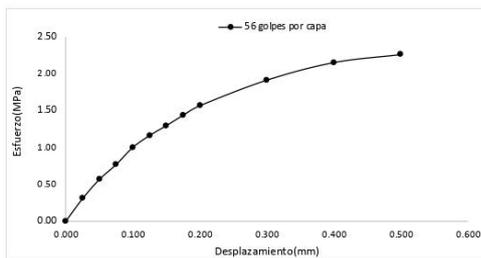




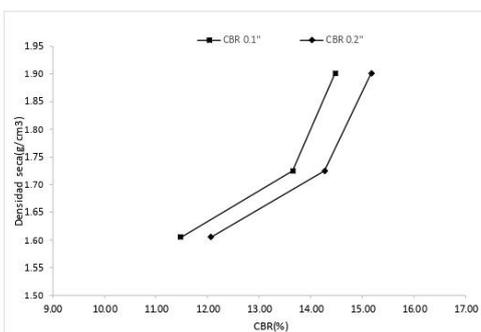
**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.59	0.001932	0.31
0.050	1.27	1.09	0.001932	0.56
0.075	1.91	1.48	0.001932	0.77
0.100	2.54	1.93	0.001932	1.00
0.125	3.18	2.24	0.001932	1.16
0.150	3.81	2.50	0.001932	1.29
0.175	4.45	2.77	0.001932	1.43
0.200	5.08	3.02	0.001932	1.56
0.300	7.62	3.69	0.001932	1.91
0.400	10.16	4.15	0.001932	2.15
0.500	12.70	4.36	0.001932	2.26



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.79	6.9	11.48
12	0.2	1.24	10.3	12.06
25	0.1	0.94	6.9	13.65
25	0.2	1.47	10.3	14.27
56	0.1	1.00	6.9	14.48
56	0.2	1.56	10.3	15.18



GOLPES	DENSIDAD (g/cm³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.60	11.48	12.06
25	1.72	13.65	14.27
56	1.90	14.48	15.18

M.D.S	1.720	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.63	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	22.5	%
CBR AL 100% MDS	25.3	%

*Jorge Barrutes Villanueva*  
ing. Jorge Barrutes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 20% R2
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11791	12142	12672
Peso suelo húmedo (g)	3864	4207	4751
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.98	2.24
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.57	1.72	1.94
Contenido de humedad(%)	15.58	15.20	15.22

*Jov*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

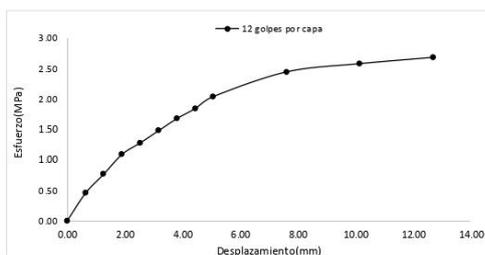
**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	87.69	80.78	79.45
Rec + suelo seco g	85.75	78.75	77.48
Peso del recipiente g	73.24	65.78	64.54
Peso del suelo seco g	12.51	12.97	13.12
Peso del agua g	1.94	2.03	1.97
Contenido de Humedad %	15.51	15.65	15.17
Humedad promedio %	15.58	15.20	15.22

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

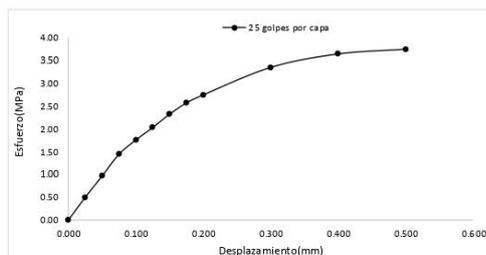
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.88	0.001932	0.46
0.050	1.27	1.48	0.001932	0.77
0.075	1.91	2.11	0.001932	1.09
0.100	2.54	2.47	0.001932	1.28
0.125	3.18	2.86	0.001932	1.48
0.150	3.81	3.24	0.001932	1.68
0.175	4.45	3.56	0.001932	1.84
0.200	5.08	3.94	0.001932	2.04
0.300	7.62	4.72	0.001932	2.44
0.400	10.16	4.98	0.001932	2.58
0.500	12.70	5.18	0.001932	2.68



**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

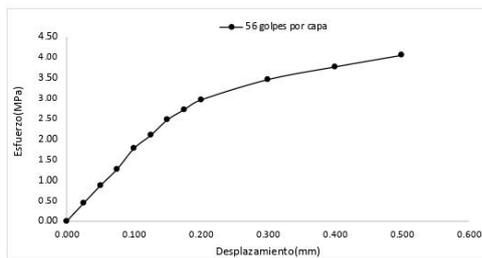
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.96	0.001932	0.50
0.050	1.27	1.86	0.001932	0.96
0.075	1.91	2.78	0.001932	1.44
0.100	2.54	3.38	0.001932	1.75
0.125	3.18	3.91	0.001932	2.02
0.150	3.81	4.47	0.001932	2.31
0.175	4.45	4.95	0.001932	2.56
0.200	5.08	5.29	0.001932	2.74
0.300	7.62	6.45	0.001932	3.34
0.400	10.16	7.02	0.001932	3.63
0.500	12.70	7.22	0.001932	3.74



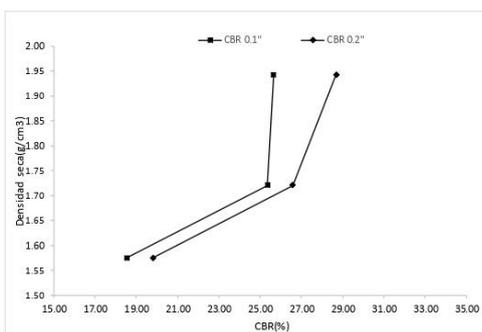


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.84	0.001932	0.43
0.050	1.27	1.67	0.001932	0.86
0.075	1.91	2.45	0.001932	1.27
0.100	2.54	3.42	0.001932	1.77
0.125	3.18	4.04	0.001932	2.09
0.150	3.81	4.77	0.001932	2.47
0.175	4.45	5.25	0.001932	2.72
0.200	5.08	5.71	0.001932	2.96
0.300	7.62	6.67	0.001932	3.45
0.400	10.16	7.27	0.001932	3.76
0.500	12.70	7.82	0.001932	4.05



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.28	6.9	18.53
12	0.2	2.04	10.3	19.80
25	0.1	1.75	6.9	25.35
25	0.2	2.74	10.3	26.58
56	0.1	1.77	6.9	25.65
56	0.2	2.96	10.3	28.69



GOLPES	DENSIDAD (g/cm³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.57	18.53	19.80
25	1.72	25.35	26.58
56	1.94	25.65	28.69

M.D.S	1.720	g/cm³
95%(M.D.S)	1.63	g/cm³
CBR AL 95% MDS	22.9	%
CBR AL 100% MDS	26.7	%

  
 ing. Jorge Barrientes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 20% R3
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE
	:	RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11730	12066	12446
Peso suelo húmedo (g)	3803	4131	4525
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.95	2.13
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.72	1.88
Contenido de humedad (%)	13.15	13.15	13.15

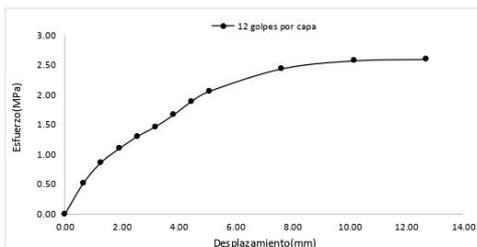
*JMV*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.54	88.53	89.1
Rec + suelo seco g	96.37	85.85	86
Peso del recipiente g	79.99	65.31	62.4
Peso del suelo seco g	16.38	20.54	23.6
Peso del agua g	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad %	13.25	13.05	13.14
Humedad promedio %	13.15	13.15	13.15

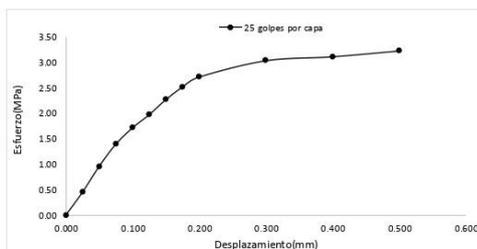
**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.99	0.001932	0.51
0.050	1.27	1.67	0.001932	0.86
0.075	1.91	2.12	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.51	0.001932	1.30
0.125	3.18	2.83	0.001932	1.46
0.150	3.81	3.21	0.001932	1.66
0.175	4.45	3.65	0.001932	1.89
0.200	5.08	3.98	0.001932	2.06
0.300	7.62	4.71	0.001932	2.44
0.400	10.16	4.97	0.001932	2.57
0.500	12.70	5.02	0.001932	2.60



**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

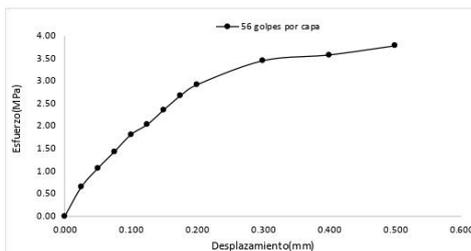
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.87	0.001932	0.45
0.050	1.27	1.85	0.001932	0.96
0.075	1.91	2.69	0.001932	1.39
0.100	2.54	3.31	0.001932	1.71
0.125	3.18	3.81	0.001932	1.97
0.150	3.81	4.38	0.001932	2.27
0.175	4.45	4.86	0.001932	2.52
0.200	5.08	5.24	0.001932	2.71
0.300	7.62	5.86	0.001932	3.03
0.400	10.16	6.01	0.001932	3.11
0.500	12.70	6.23	0.001932	3.22



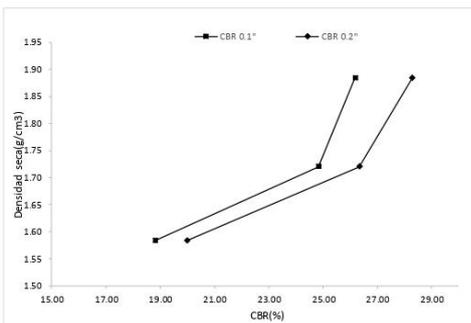


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.25	0.001932	0.65
0.050	1.27	2.05	0.001932	1.06
0.075	1.91	2.76	0.001932	1.43
0.100	2.54	3.49	0.001932	1.81
0.125	3.18	3.93	0.001932	2.03
0.150	3.81	4.56	0.001932	2.36
0.175	4.45	5.16	0.001932	2.67
0.200	5.08	5.63	0.001932	2.91
0.300	7.62	6.66	0.001932	3.45
0.400	10.16	6.91	0.001932	3.58
0.500	12.70	7.30	0.001932	3.78



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.30	6.9	18.83
12	0.2	2.06	10.3	20.00
25	0.1	1.71	6.9	24.83
25	0.2	2.71	10.3	26.33
56	0.1	1.81	6.9	26.18
56	0.2	2.91	10.3	28.29



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.58	18.83	20.00
25	1.72	24.83	26.33
56	1.88	26.18	28.29

M.D.S	1.720	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.63	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	22.5	%
CBRAL 100% MDS	26.5	%

  
 Ing. Jorge Bustamante Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	SUELO - 25% R1
SOLICITADO	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE
	:	RUIZ OJEDA ROSALMIRA
UBICACIÓN	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11761	12128	12292
Peso suelo húmedo (g)	3834	4193	4371
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.81	1.98	2.06
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.75	1.82
Contenido de humedad (%)	13.15	13.15	13.15

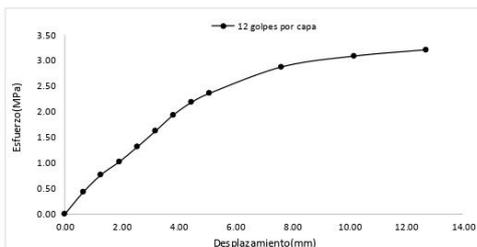
*JMV*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.54	88.53	89.1
Rec + suelo seco g	96.37	85.85	86
Peso del recipiente g	79.99	65.31	62.4
Peso del suelo seco g	16.38	20.54	23.6
Peso del agua g	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad %	13.25	13.05	13.14
Humedad promedio %	13.15	13.15	13.15

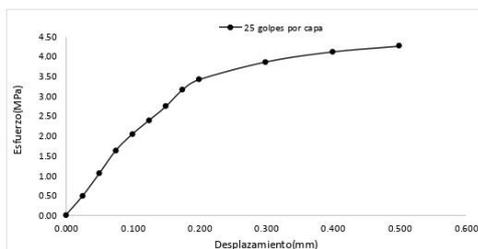
**Ensayo de CBR** 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.82	0.001932	0.42
0.050	1.27	1.48	0.001932	0.77
0.075	1.91	1.97	0.001932	1.02
0.100	2.54	2.53	0.001932	1.31
0.125	3.18	3.13	0.001932	1.62
0.150	3.81	3.74	0.001932	1.94
0.175	4.45	4.22	0.001932	2.18
0.200	5.08	4.56	0.001932	2.36
0.300	7.62	5.56	0.001932	2.88
0.400	10.16	5.97	0.001932	3.09
0.500	12.70	6.21	0.001932	3.21



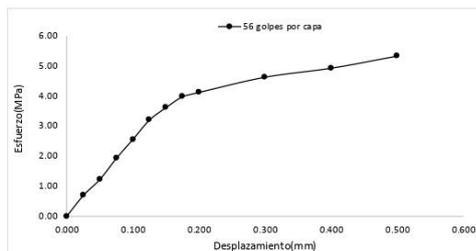
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.93	0.001932	0.48
0.050	1.27	2.02	0.001932	1.05
0.075	1.91	3.15	0.001932	1.63
0.100	2.54	3.95	0.001932	2.04
0.125	3.18	4.62	0.001932	2.39
0.150	3.81	5.29	0.001932	2.74
0.175	4.45	6.1	0.001932	3.16
0.200	5.08	6.6	0.001932	3.42
0.300	7.62	7.46	0.001932	3.86
0.400	10.16	7.95	0.001932	4.11
0.500	12.70	8.23	0.001932	4.26

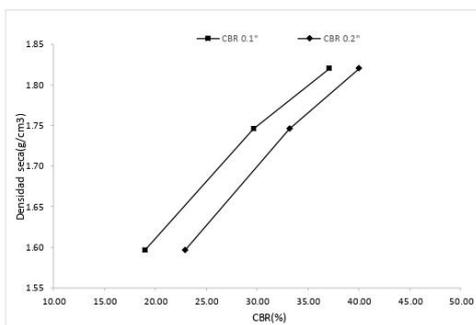




Ensayo de CBR				
56 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.33	0.001932	0.69
0.050	1.27	2.36	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.72	0.001932	1.93
0.100	2.54	4.94	0.001932	2.56
0.125	3.18	6.18	0.001932	3.20
0.150	3.81	6.98	0.001932	3.61
0.175	4.45	7.68	0.001932	3.98
0.200	5.08	7.96	0.001932	4.12
0.300	7.62	8.94	0.001932	4.63
0.400	10.16	9.52	0.001932	4.93
0.500	12.70	10.3	0.001932	5.33



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.31	6.9	18.98
12	0.2	2.36	10.3	22.92
25	0.1	2.04	6.9	29.63
25	0.2	3.42	10.3	33.17
56	0.1	2.56	6.9	37.06
56	0.2	4.12	10.3	40.00



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.60	18.98	22.92
25	1.75	29.63	33.17
56	1.82	37.06	40.00

M.D.S	1.750	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.66	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	27.3	%
CBRAL 100% MDS	33.2	%

  
 ing. Jorge Barantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 OIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 25% R2
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE
	:	RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11820	12209	12452
Peso suelo húmedo (g)	3893	4274	4531
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.83	2.01	2.13
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.59	1.75	1.85
Contenido de humedad(%)	15.28	15.26	15.42

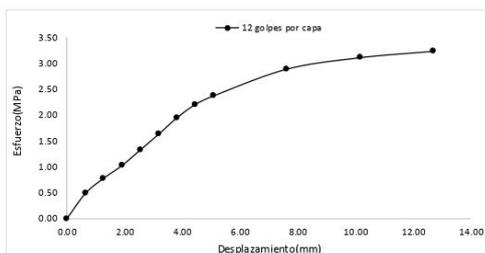
*Jov*  
ing. Jorge Barantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	96.56	88.86	89.56
Rec + suelo seco g	94.52	86.72	87.31
Peso del recipiente g	81.1	72.78	72.55
Peso del suelo seco g	13.42	13.94	14.76
Peso del agua g	2.04	2.14	2.25
Contenido de Humedad %	15.20	15.35	15.28
Humedad promedio %	15.28	15.26	15.42

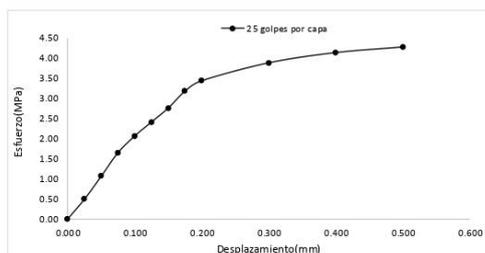
**Ensayo de CBR** 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.50	0.001932	0.78
0.075	1.91	1.98	0.001932	1.02
0.100	2.54	2.56	0.001932	1.33
0.125	3.18	3.15	0.001932	1.63
0.150	3.81	3.76	0.001932	1.95
0.175	4.45	4.26	0.001932	2.20
0.200	5.08	4.58	0.001932	2.37
0.300	7.62	5.58	0.001932	2.89
0.400	10.16	6.01	0.001932	3.11
0.500	12.70	6.25	0.001932	3.23



**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

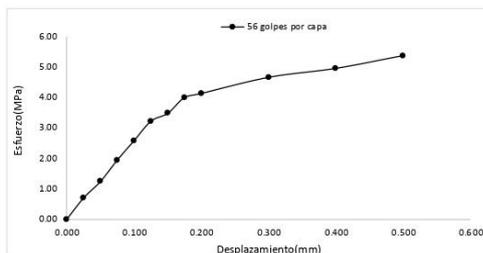
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.95	0.001932	0.49
0.050	1.27	2.05	0.001932	1.06
0.075	1.91	3.18	0.001932	1.65
0.100	2.54	3.98	0.001932	2.06
0.125	3.18	4.65	0.001932	2.41
0.150	3.81	5.32	0.001932	2.75
0.175	4.45	6.13	0.001932	3.17
0.200	5.08	6.63	0.001932	3.43
0.300	7.62	7.49	0.001932	3.88
0.400	10.16	7.98	0.001932	4.13
0.500	12.70	8.25	0.001932	4.27





**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

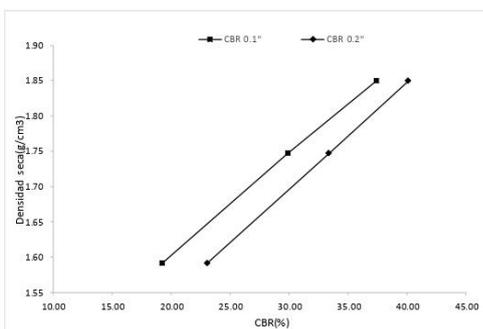
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.35	0.001932	0.70
0.050	1.27	2.39	0.001932	1.24
0.075	1.91	3.75	0.001932	1.94
0.100	2.54	4.98	0.001932	2.58
0.125	3.18	6.21	0.001932	3.21
0.150	3.81	6.71	0.001932	3.47
0.175	4.45	7.72	0.001932	4.00
0.200	5.08	7.97	0.001932	4.13
0.300	7.62	8.99	0.001932	4.65
0.400	10.16	9.56	0.001932	4.95
0.500	12.70	10.37	0.001932	5.37



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.33	6.9	19.20
12	0.2	2.37	10.3	23.02
25	0.1	2.06	6.9	29.86
25	0.2	3.43	10.3	33.32
56	0.1	2.58	6.9	37.36
56	0.2	4.13	10.3	40.05

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1"	CBR 0.2"
12	1.59	19.20	23.02
25	1.75	29.86	33.32
56	1.85	37.36	40.05

M.D.S	1.750	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.66	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	27.3	%
CBRAL 100% MDS	33.3	%



  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 OIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 25% R3
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE
		RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11845	12208	12474
Peso suelo húmedo (g)	3918	4273	4553
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.85	2.01	2.14
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.60</b>	<b>1.75</b>	<b>1.86</b>
Contenido de humedad(%)	15.58	15.20	15.22

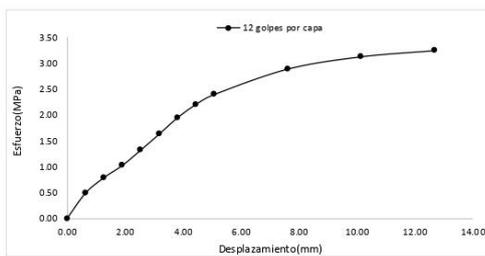
*JMV*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	87.69	80.78	79.45
Rec + suelo seco g	85.75	78.75	77.48
Peso del recipiente g	73.24	65.78	64.54
Peso del suelo seco g	12.51	12.97	13.12
Peso del agua g	1.94	2.03	1.97
Contenido de Humedad %	15.51	15.65	15.22
Humedad promedio %	15.58	15.20	15.22

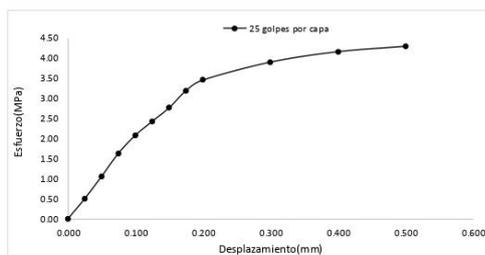
**Ensayo de CBR** 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.95	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.52	0.001932	0.79
0.075	1.91	1.98	0.001932	1.02
0.100	2.54	2.55	0.001932	1.32
0.125	3.18	3.15	0.001932	1.63
0.150	3.81	3.76	0.001932	1.95
0.175	4.45	4.26	0.001932	2.20
0.200	5.08	4.63	0.001932	2.40
0.300	7.62	5.58	0.001932	2.89
0.400	10.16	6.04	0.001932	3.13
0.500	12.70	6.27	0.001932	3.25



**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

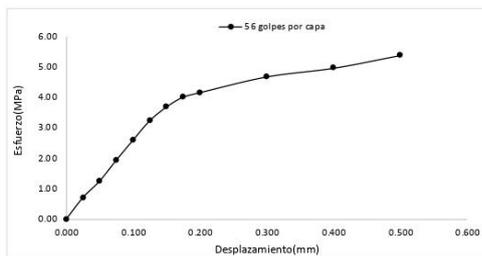
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.97	0.001932	0.50
0.050	1.27	2.04	0.001932	1.06
0.075	1.91	3.15	0.001932	1.63
0.100	2.54	4.01	0.001932	2.08
0.125	3.18	4.68	0.001932	2.42
0.150	3.81	5.33	0.001932	2.76
0.175	4.45	6.15	0.001932	3.18
0.200	5.08	6.66	0.001932	3.45
0.300	7.62	7.52	0.001932	3.89
0.400	10.16	8.02	0.001932	4.15
0.500	12.70	8.28	0.001932	4.29



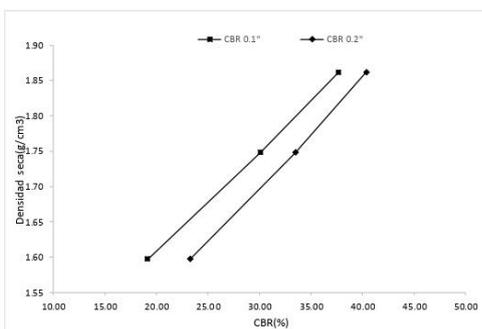


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.37	0.001932	0.71
0.050	1.27	2.42	0.001932	1.25
0.075	1.91	3.75	0.001932	1.94
0.100	2.54	5.02	0.001932	2.60
0.125	3.18	6.25	0.001932	3.23
0.150	3.81	7.12	0.001932	3.69
0.175	4.45	7.75	0.001932	4.01
0.200	5.08	8.03	0.001932	4.16
0.300	7.62	9.03	0.001932	4.67
0.400	10.16	9.58	0.001932	4.96
0.500	12.70	10.39	0.001932	5.38



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.32	6.9	19.13
12	0.2	2.40	10.3	23.27
25	0.1	2.08	6.9	30.08
25	0.2	3.45	10.3	33.47
56	0.1	2.60	6.9	37.66
56	0.2	4.16	10.3	40.35



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.60	19.13	23.27
25	1.75	30.08	33.47
56	1.86	37.66	40.35

M.D.S	1.750	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.66	g/cm <sup>3</sup>
CBRAL 95% MDS	27.4	%
CBRAL 100% MDS	33.5	%

  
 Ing. Jorge Barrientes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 C/P N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTMD 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITEIRA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 30% R1
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11958	12293	12632
Peso suelo húmedo (g)	4031	4358	4711
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.90	2.05	2.22
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.64	1.78	1.93
Contenido de humedad(%)	15.57	15.24	15.19

*Jorge*  
ing. Jorge Barnantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

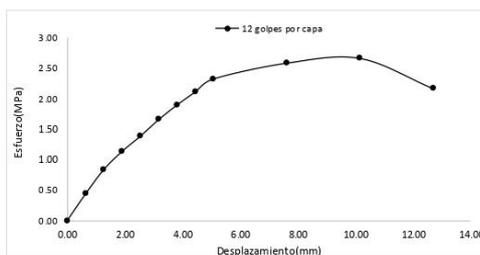
**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	87.68	80.77	79.4
Rec + suelo seco g	85.74	78.74	77.44
Peso del recipiente g	73.23	65.76	64.44
Peso del suelo seco g	12.51	12.98	13
Peso del agua g	1.94	2.03	1.96
Contenido de Humedad %	15.51	15.64	15.08
Humedad promedio %	15.57	15.24	15.19

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

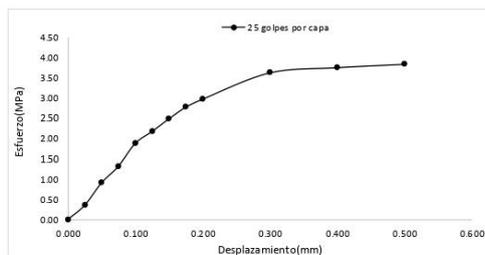
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.85	0.001932	0.44
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.20	0.001932	1.14
0.100	2.54	2.68	0.001932	1.39
0.125	3.18	3.21	0.001932	1.66
0.150	3.81	3.67	0.001932	1.90
0.175	4.45	4.09	0.001932	2.12
0.200	5.08	4.50	0.001932	2.33
0.300	7.62	5.00	0.001932	2.59
0.400	10.16	5.15	0.001932	2.67
0.500	12.70	4.19	0.001932	2.17



**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.35
0.050	1.27	1.75	0.001932	0.91
0.075	1.91	2.54	0.001932	1.31
0.100	2.54	3.63	0.001932	1.88
0.125	3.18	4.2	0.001932	2.17
0.150	3.81	4.8	0.001932	2.48
0.175	4.45	5.36	0.001932	2.77
0.200	5.08	5.74	0.001932	2.97
0.300	7.62	7	0.001932	3.62
0.400	10.16	7.25	0.001932	3.75
0.500	12.70	7.41	0.001932	3.84





**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTMD 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 30% R2
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11975	12292	12629
Peso suelo húmedo (g)	4048	4357	4708
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.91	2.05	2.22
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.78	1.93
Contenido de humedad(%)	15.57	15.24	15.19

*J. Villanueva*  
ing. Jorge Barnantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

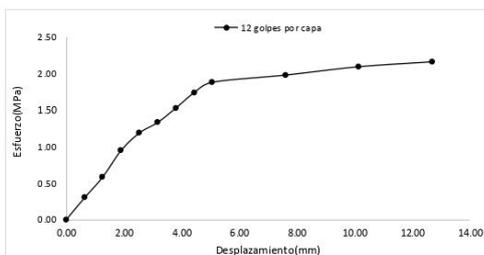
**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	87.68	80.77	79.4
Rec + suelo seco g	85.74	78.74	77.44
Peso del recipiente g	73.23	65.76	64.44
Peso del suelo seco g	12.51	12.98	13
Peso del agua g	1.94	2.03	1.96
Contenido de Humedad %	15.51	15.64	15.08
Humedad promedio %	15.57	15.24	15.19

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

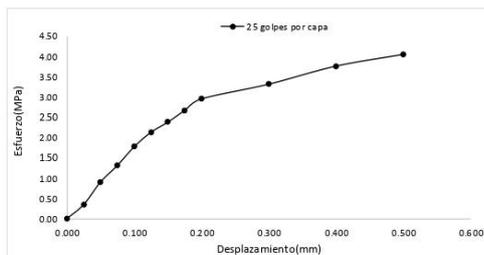
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.58	0.001932	0.30
0.050	1.27	1.13	0.001932	0.58
0.075	1.91	1.83	0.001932	0.95
0.100	2.54	2.29	0.001932	1.19
0.125	3.18	2.57	0.001932	1.33
0.150	3.81	2.95	0.001932	1.53
0.175	4.45	3.36	0.001932	1.74
0.200	5.08	3.63	0.001932	1.88
0.300	7.62	3.82	0.001932	1.98
0.400	10.16	4.04	0.001932	2.09
0.500	12.70	4.17	0.001932	2.16



**Ensayo de CBR**

25 golpes por capa

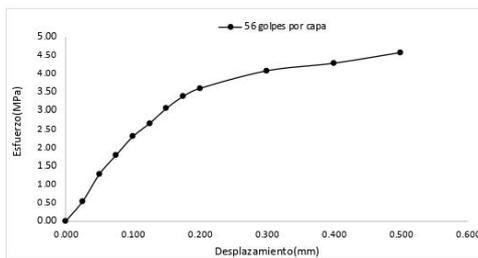
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.67	0.001932	0.35
0.050	1.27	1.74	0.001932	0.90
0.075	1.91	2.53	0.001932	1.31
0.100	2.54	3.42	0.001932	1.77
0.125	3.18	4.11	0.001932	2.13
0.150	3.81	4.59	0.001932	2.38
0.175	4.45	5.15	0.001932	2.67
0.200	5.08	5.7	0.001932	2.95
0.300	7.62	6.4	0.001932	3.31
0.400	10.16	7.26	0.001932	3.76
0.500	12.70	7.82	0.001932	4.05



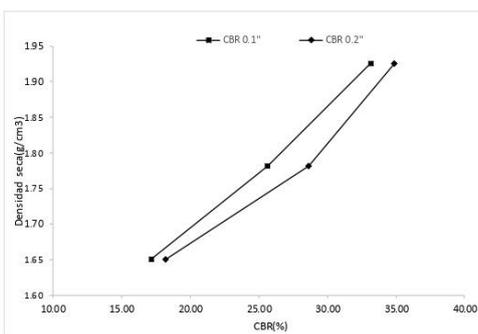


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.03	0.001932	0.53
0.050	1.27	2.45	0.001932	1.27
0.075	1.91	3.45	0.001932	1.79
0.100	2.54	4.42	0.001932	2.29
0.125	3.18	5.11	0.001932	2.64
0.150	3.81	5.89	0.001932	3.05
0.175	4.45	6.52	0.001932	3.37
0.200	5.08	6.94	0.001932	3.59
0.300	7.62	7.86	0.001932	4.07
0.400	10.16	8.26	0.001932	4.28
0.500	12.70	8.82	0.001932	4.57



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.19	6.9	17.18
12	0.2	1.88	10.3	18.24
25	0.1	1.77	6.9	25.65
25	0.2	2.95	10.3	28.64
56	0.1	2.29	6.9	33.16
56	0.2	3.59	10.3	34.88



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.65	17.18	18.24
25	1.78	25.65	28.64
56	1.93	33.16	34.88

M.D.S	1.780	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.69	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	26.5	%
CBR AL 100% MDS	28.2	%

  
 -----  
 Ing. Jorge Barrios Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE - LA LIBERTAD.
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO - 30% R3
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEOGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	MOCHE - LA LIBERTAD

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11978	12288	12609
Peso suelo húmedo (g)	4051	4353	4688
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.91	2.05	2.21
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.78	1.92
Contenido de humedad (%)	15.88	15.44	15.32

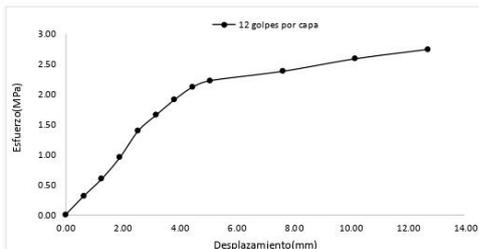
*Jov*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo g	88.65	81.75	80.51	99.53	99.48	98.89
Rec + suelo seco g	86.62	79.73	78.48	97.52	97.21	96.8
Peso del recipiente g	74.28	66.54	65.44	84.4	82.32	83.23
Peso del suelo seco g	12.34	13.19	13.04	13.12	14.89	13.57
Peso del agua g	2.03	2.02	2.03	2.01	2.27	2.09
Contenido de Humedad %	16.45	15.31	15.57	15.32	15.25	15.40
Humedad promedio %	15.88		15.44		15.32	

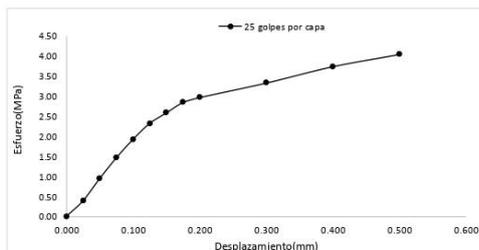
**Ensayo de CBR 12 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.60	0.001932	0.31
0.050	1.27	1.15	0.001932	0.60
0.075	1.91	1.84	0.001932	0.95
0.100	2.54	2.68	0.001932	1.39
0.125	3.18	3.20	0.001932	1.66
0.150	3.81	3.68	0.001932	1.90
0.175	4.45	4.09	0.001932	2.12
0.200	5.08	4.30	0.001932	2.23
0.300	7.62	4.60	0.001932	2.38
0.400	10.16	5.00	0.001932	2.59
0.500	12.70	5.30	0.001932	2.74



**Ensayo de CBR 25 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.75	0.001932	0.39
0.050	1.27	1.82	0.001932	0.94
0.075	1.91	2.82	0.001932	1.46
0.100	2.54	3.71	0.001932	1.92
0.125	3.18	4.48	0.001932	2.32
0.150	3.81	4.99	0.001932	2.58
0.175	4.45	5.49	0.001932	2.84
0.200	5.08	5.73	0.001932	2.97
0.300	7.62	6.43	0.001932	3.33
0.400	10.16	7.22	0.001932	3.74
0.500	12.70	7.81	0.001932	4.04

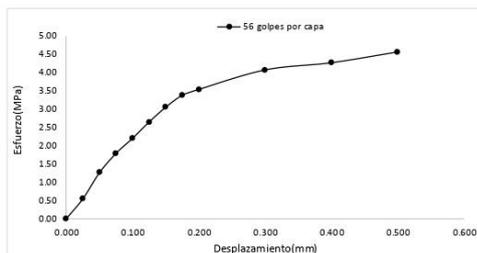




**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

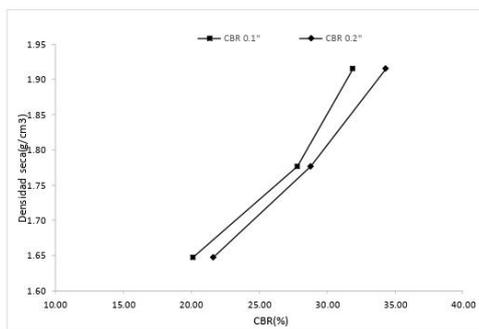
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.05	0.001932	0.54
0.050	1.27	2.43	0.001932	1.26
0.075	1.91	3.45	0.001932	1.79
0.100	2.54	4.25	0.001932	2.20
0.125	3.18	5.11	0.001932	2.64
0.150	3.81	5.89	0.001932	3.05
0.175	4.45	6.52	0.001932	3.37
0.200	5.08	6.83	0.001932	3.54
0.300	7.62	7.86	0.001932	4.07
0.400	10.16	8.24	0.001932	4.27
0.500	12.70	8.81	0.001932	4.56



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.39	6.9	20.10
12	0.2	2.23	10.3	21.61
25	0.1	1.92	6.9	27.83
25	0.2	2.97	10.3	28.79
56	0.1	2.20	6.9	31.88
56	0.2	3.54	10.3	34.32

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.65	20.10	21.61
25	1.78	27.83	28.79
56	1.92	31.88	34.32

M.D.S	1780	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.69	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	26.1	%
CBR AL 100% MDS	28.1	%



*Jorge*  
 ing. Jorge Bustamante Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**COMPRESION NO CONFINADA**  
**NTP 339.167**

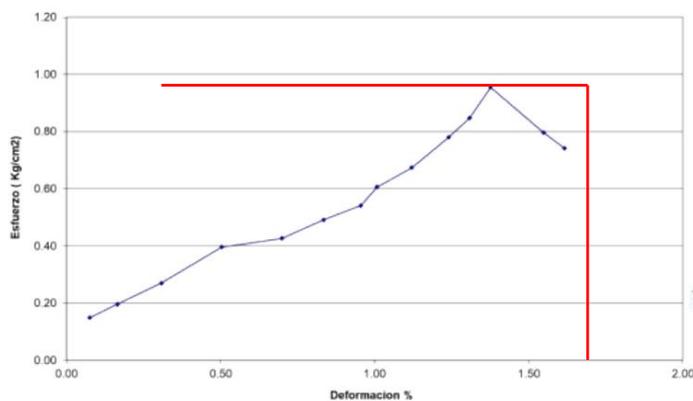
<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTION DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO ORIGINAL
<b>SOLICITANTE</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV. LAS AMERICAS - MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Diámetro	7	cm.
Alt. Inicial	13.3	cm.
Area	38.48	cm <sup>2</sup> .
Volumen	511.84	cm <sup>3</sup> .
P. Humedo	973.6	gr.
P. Unitario	1.90	gr/cm <sup>3</sup>
Alt. Final	11.50	cm.

yd max	1.691	gr/cm <sup>3</sup>
W%	12.5	%
Ang. Rotura	55	°
q <sub>umax</sub>	0.95	(Kg/cm <sup>2</sup> )

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm <sup>2</sup> )	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε %
0.1	0.00075	0.99925	38.51	56	5.714	0.15	0.08
0.22	0.00165	0.99835	38.55	74	7.551	0.20	0.17
0.41	0.00308	0.99692	38.60	102	10.408	0.27	0.31
0.67	0.00504	0.99496	38.68	150	15.306	0.40	0.50
0.93	0.00699	0.99301	38.76	162	16.531	0.43	0.70
1.11	0.00835	0.99165	38.81	187	19.082	0.49	0.83
1.27	0.00955	0.99045	38.86	206	21.020	0.54	0.95
1.34	0.01008	0.98992	38.88	231	23.571	0.61	1.01
1.49	0.01120	0.98880	38.92	257	26.224	0.67	1.12
1.65	0.01241	0.98759	38.97	298	30.408	0.78	1.24
1.74	0.01308	0.98692	38.99	324	33.061	0.85	1.31
1.83	0.01376	0.98624	39.02	365	37.245	0.95	1.38
2.06	0.01549	0.98451	39.09	305	31.122	0.80	1.55
2.15	0.01617	0.98383	39.12	284	28.980	0.74	1.62

Esfuerzo vs. Deformación



*JMV*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**COMPRESION NO CONFINADA**  
**NTP 339.167**

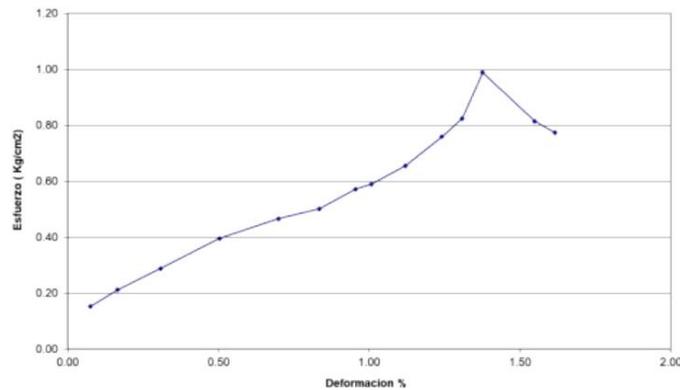
<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTION DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO + 5% RCBPA
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALINDA
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV LAS AMERICAS - MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Diámetro	7.1	cm.
Alt. Inicial	13.3	cm.
Area	39.59	cm <sup>2</sup> .
Volumen	526.57	cm <sup>3</sup> .
P. Humedo	973.6	gr.
P. Unitario	1.85	gr/cm <sup>3</sup>
Alt. Final	11.50	cm.

yd max	1.649	gr/cm <sup>3</sup>
W%	12.1	%
Ang. Rotura	56	°
qumax	0.99	(Kg/cm <sup>2</sup> )

$\Delta h$ (m.m.)	$\epsilon$	1- $\epsilon$	Ac (cm <sup>2</sup> )	C (Nw)	C (kg)	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ %
0.1	0.00075	0.99925	39.62	59	6.020	0.15	0.08
0.22	0.00165	0.99835	39.66	82	8.367	0.21	0.17
0.41	0.00308	0.99692	39.71	112	11.429	0.29	0.31
0.67	0.00504	0.99496	39.79	154	15.714	0.39	0.50
0.93	0.00699	0.99301	39.87	182	18.571	0.47	0.70
1.11	0.00835	0.99165	39.93	196	20.000	0.50	0.83
1.27	0.00955	0.99045	39.97	224	22.857	0.57	0.95
1.34	0.01008	0.98992	39.99	231	23.571	0.59	1.01
1.49	0.01120	0.98880	40.04	257	26.224	0.65	1.12
1.65	0.01241	0.98759	40.09	298	30.408	0.76	1.24
1.74	0.01308	0.98692	40.12	324	33.061	0.82	1.31
1.83	0.01376	0.98624	40.14	389	39.694	0.99	1.38
2.06	0.01549	0.98451	40.21	321	32.755	0.81	1.55
2.15	0.01617	0.98383	40.24	305	31.122	0.77	1.62

Esfuerzo vs. Deformación



*Jorge*  
ing. Jorge Barrarites Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

### COMPRESION NO CONFINADA

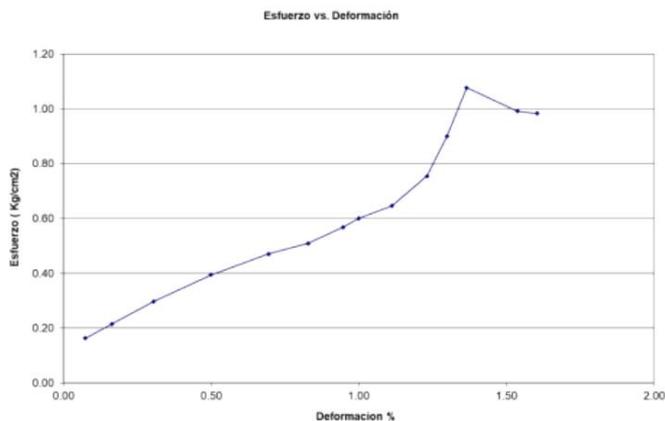
NTP 339.167

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTION DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO + 10% RCBPA
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALINDA
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV LAS AMERICAS - MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Diámetro	7.2	cm
Alt. Inicial	13.4	cm
Area	40.72	cm <sup>2</sup>
Volumen	545.58	cm <sup>3</sup>
P. Humedo	973.6	gr.
P. Unitario	1.78	gr/cm <sup>3</sup>
Alt. Final	11.50	cm.

yd max	1.592	gr/cm <sup>3</sup>
W%	12.1	%
Ang. Rotura	56	°
qumax	1.08	(Kg/cm <sup>2</sup> )

$\Delta h$ (m.m)	$\epsilon$	1- $\epsilon$	Ac (cm <sup>2</sup> )	C (Nw)	C (kg)	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ %
0.1	0.00075	0.99925	40.75	65	6.633	0.16	0.07
0.22	0.00164	0.99836	40.78	86	8.776	0.22	0.16
0.41	0.00306	0.99694	40.84	119	12.143	0.30	0.31
0.67	0.00500	0.99500	40.92	158	16.122	0.39	0.50
0.93	0.00694	0.99306	41.00	189	19.286	0.47	0.69
1.11	0.00828	0.99172	41.06	205	20.918	0.51	0.83
1.27	0.00948	0.99052	41.10	229	23.367	0.57	0.95
1.34	0.01000	0.99000	41.13	242	24.694	0.60	1.00
1.49	0.01112	0.98888	41.17	261	26.633	0.65	1.11
1.65	0.01231	0.98769	41.22	305	31.122	0.75	1.23
1.74	0.01299	0.98701	41.25	364	37.143	0.90	1.30
1.83	0.01366	0.98634	41.28	436	44.490	1.08	1.37
2.06	0.01537	0.98463	41.35	402	41.020	0.99	1.54
2.15	0.01604	0.98396	41.38	399	40.714	0.98	1.60



  
 ing. Jorge Barnantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**COMPRESION NO CONFINADA**  
**NTP 339.167**

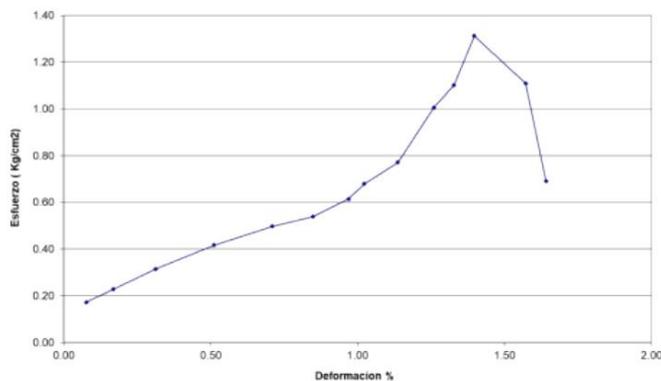
<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTION DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO + 15% RCBPA
<b>SOLICITADO</b>	:	MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALINDA
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV LAS AMERICAS - MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Diámetro	7	cm.
Alt. Inicial	13.1	cm.
Area	38.48	cm <sup>2</sup> .
Volumen	504.15	cm <sup>3</sup> .
P. Humedo	973.6	gr.
P. Unitario	1.93	gr/cm <sup>3</sup>
Alt. Final	11.50	cm.

yd max	1.727	gr/cm <sup>3</sup>
W%	11.8	%
Ang. Rotura	56	°
q <sub>umax</sub>	1.31	(Kg/cm <sup>2</sup> )

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm <sup>2</sup> )	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε %
0.1	0.00076	0.99924	38.51	65	6.633	0.17	0.08
0.22	0.00168	0.99832	38.55	86	8.776	0.23	0.17
0.41	0.00313	0.99687	38.61	119	12.143	0.31	0.31
0.67	0.00511	0.99489	38.68	158	16.122	0.42	0.51
0.93	0.00710	0.99290	38.75	189	19.286	0.50	0.71
1.11	0.00847	0.99153	38.81	205	20.918	0.54	0.85
1.27	0.00969	0.99031	38.85	234	23.878	0.61	0.97
1.34	0.01023	0.98977	38.88	259	26.429	0.68	1.02
1.49	0.01137	0.98863	38.93	294	30.000	0.77	1.14
1.65	0.01260	0.98740	38.98	384	39.184	1.01	1.26
1.74	0.01328	0.98672	39.00	421	42.959	1.10	1.33
1.83	0.01397	0.98603	39.03	502	51.224	1.31	1.40
2.06	0.01573	0.98427	39.10	425	43.367	1.11	1.57
2.15	0.01641	0.98359	39.13	265	27.041	0.69	1.64

Esfuerzo vs. Deformación



*Jov*  
Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

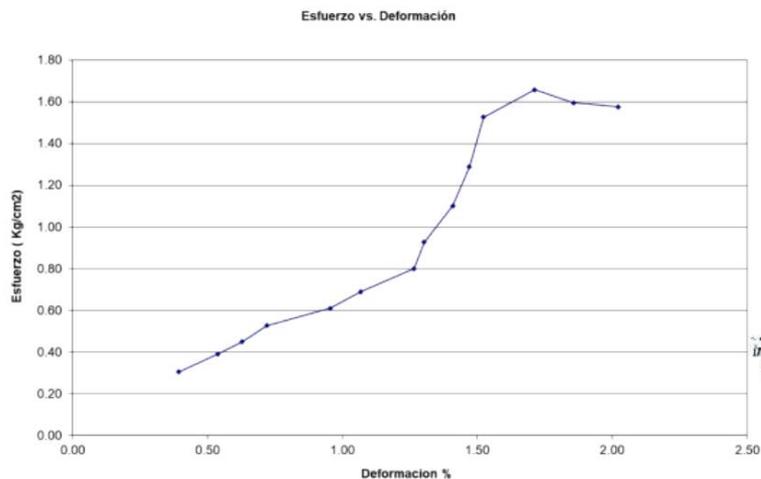
**COMPRESION NO CONFINADA**  
**NTP 339.167**

<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTION DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA SOLICITADO</b>	:	SUELO - 20%RCBPA MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUJZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV. LAS AMERICAS - MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Diámetro	6.95	cm.
Alt. Inicial	13.2	cm.
Area	37.94	cm <sup>2</sup> .
Volumen	500.76	cm <sup>3</sup> .
P. Humedo	996.23	gr.
P. Unitario	2.08	gr/cm <sup>3</sup>
Alt. Final	11.64	cm.

yd max	1.855	gr/cm <sup>3</sup>
W%	12.1	%
Ang. Rotura	45	°
q <sub>umax</sub>	1.66	(Kg/cm <sup>2</sup> )

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm <sup>2</sup> )	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε %
0.52	0.00394	0.99606	38.09	114	11.633	0.31	0.39
0.71	0.00538	0.99462	38.14	146	14.898	0.39	0.54
0.83	0.00629	0.99371	38.18	168	17.143	0.45	0.63
0.95	0.00720	0.99280	38.21	197	20.102	0.53	0.72
1.26	0.00955	0.99045	38.30	229	23.367	0.61	0.95
1.41	0.01068	0.98932	38.35	259	26.429	0.69	1.07
1.67	0.01265	0.98735	38.42	301	30.714	0.80	1.27
1.72	0.01303	0.98697	38.44	349	35.612	0.93	1.30
1.86	0.01409	0.98591	38.48	415	42.347	1.10	1.41
1.94	0.01470	0.98530	38.50	486	49.592	1.29	1.47
2.01	0.01523	0.98477	38.52	576	58.776	1.53	1.52
2.26	0.01712	0.98288	38.60	627	63.980	1.66	1.71
2.45	0.01856	0.98144	38.65	604	61.633	1.59	1.86
2.67	0.02023	0.97977	38.72	598	61.020	1.58	2.02



  
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**COMPRESION NO CONFINADA**  
**NTP 339.167**

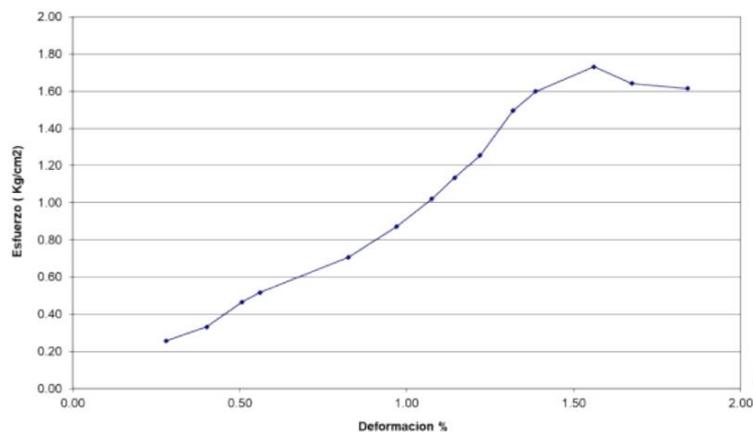
<b>PROYECTO</b>	:	INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTION DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD
<b>MUESTRA SOLICITADO</b>	:	SUELO - 25%RCBPA MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE RUIZ OJEDA ROSALMIRA
<b>UBICACIÓN</b>	:	AV. LAS AMERICAS - MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Diámetro	6.95	cm.
Alt. Inicial	13.2	cm.
Area	37.94	cm <sup>2</sup> .
Volumen	500.76	cm <sup>3</sup> .
P. Humedo	996.23	gr.
P. Unitario	1.99	gr/cm <sup>3</sup>
Alt. Final	11.64	cm.

yd max	1.775	gr/cm <sup>3</sup>
W%	12.1	%
Ang. Rotura	45	°
qumax	1.73	(Kg/cm <sup>2</sup> )

$\Delta h$ (m.m.)	$\epsilon$	1- $\epsilon$	Ac (cm <sup>2</sup> )	C (Nw)	C (kg)	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ %
0.37	0.00280	0.99720	38.04	96	9.796	0.26	0.28
0.53	0.00402	0.99598	38.09	124	12.653	0.33	0.40
0.67	0.00508	0.99492	38.13	174	17.755	0.47	0.51
0.74	0.00561	0.99439	38.15	193	19.694	0.52	0.56
1.09	0.00826	0.99174	38.25	265	27.041	0.71	0.83
1.28	0.00970	0.99030	38.31	327	33.367	0.87	0.97
1.42	0.01076	0.98924	38.35	384	39.184	1.02	1.08
1.51	0.01144	0.98856	38.38	427	43.571	1.14	1.14
1.61	0.01220	0.98780	38.41	472	48.163	1.25	1.22
1.74	0.01318	0.98682	38.44	563	57.449	1.49	1.32
1.83	0.01386	0.98614	38.47	603	61.531	1.60	1.39
2.06	0.01561	0.98439	38.54	654	66.735	1.73	1.56
2.21	0.01674	0.98326	38.58	621	63.367	1.64	1.67
2.43	0.01841	0.98159	38.65	612	62.449	1.62	1.84

Esfuerzo vs. Deformación



*JMV*  
ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

**COMPRESION NO CONFINADA**  
**NTP 339.167**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTION DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMERICAS, MOCHE - LA LIBERTAD

**MUESTRA SOLICITADO** : SUELO - 30%RCBPA  
MIÑANO TACANGA MONICA GEORGETTE  
RUIZ OJEDA ROSALMIRA

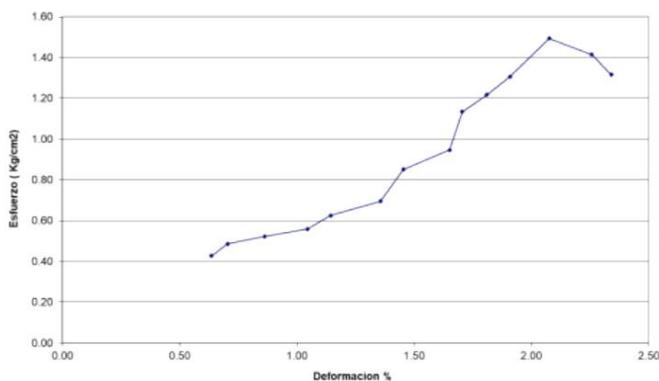
**UBICACIÓN** : AV. LAS AMERICAS - MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Diámetro	6.95	cm.
Alt. Inicial	13.2	cm.
Area	37.94	cm <sup>2</sup> .
Volumen	500.76	cm <sup>3</sup> .
P. Humedo	996.23	gr.
P. Unitario	2.26	gr/cm <sup>3</sup>
Alt. Final	11.64	cm.

yd max	2.016	gr/cm <sup>3</sup>
W%	12.1	%
Ang. Rotura	45	°
qumax	1.49	(Kg/cm <sup>2</sup> )

$\Delta h$ (m.m.)	$\epsilon$	1- $\epsilon$	Ac (cm <sup>2</sup> )	C (Nw)	C (kg)	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ %
0.84	0.00636	0.99364	38.18	160	16.327	0.43	0.64
0.93	0.00705	0.99295	38.21	182	18.571	0.49	0.70
1.14	0.00864	0.99136	38.27	196	20.000	0.52	0.86
1.38	0.01045	0.98955	38.34	210	21.429	0.56	1.05
1.51	0.01144	0.98856	38.38	235	23.980	0.62	1.14
1.79	0.01356	0.98644	38.46	262	26.735	0.70	1.36
1.92	0.01455	0.98545	38.50	321	32.755	0.85	1.45
2.18	0.01652	0.98348	38.57	358	36.531	0.95	1.65
2.25	0.01705	0.98295	38.59	429	43.776	1.13	1.70
2.39	0.01811	0.98189	38.64	461	47.041	1.22	1.81
2.52	0.01909	0.98091	38.68	495	50.510	1.31	1.91
2.74	0.02076	0.97924	38.74	567	57.857	1.49	2.08
2.98	0.02258	0.97742	38.81	538	54.898	1.41	2.26
3.09	0.02341	0.97659	38.85	501	51.122	1.32	2.34

Esfuerzo vs. Deformación



*Jorge*  
Ing. Jorge Barrantes Villanueva  
REPRESENTANTE LEGAL  
CIP N° 197384  
GRUPO IMG



**GRUPO IMG**  
Ingeniería, materiales y geotecnia

### ANALISIS QUIMICO MEDIANTE ENERGIA DE DISPERSION DE RAYOS X (EDS)

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA, EN EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA LAS AMÉRICAS, MOCHE-LA LIBERTAD

**SOLICITANTE:** Br. Miñano Tacanga, Monica Georgette  
Br. Ruiz Ojeda, Rosalmira

**MUESTRA:** RESIDUO DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA DE PALMA ACEITERA

#### RESULTADOS

COMPUESTO	CANTIDAD
SiO <sub>2</sub>	86.84
CaO	5.95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.94
MgO	1.02
MnO	1.65
Otros	3.00

  
 Ing. Jorge Bustos Villaneta  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 CIP N° 197384  
 GRUPO IMG

**Anexo 3.**

*Panel fotográfico-Perfil estratigráfico del suelo de la avenida Las Américas-Moche-Calicata 1*

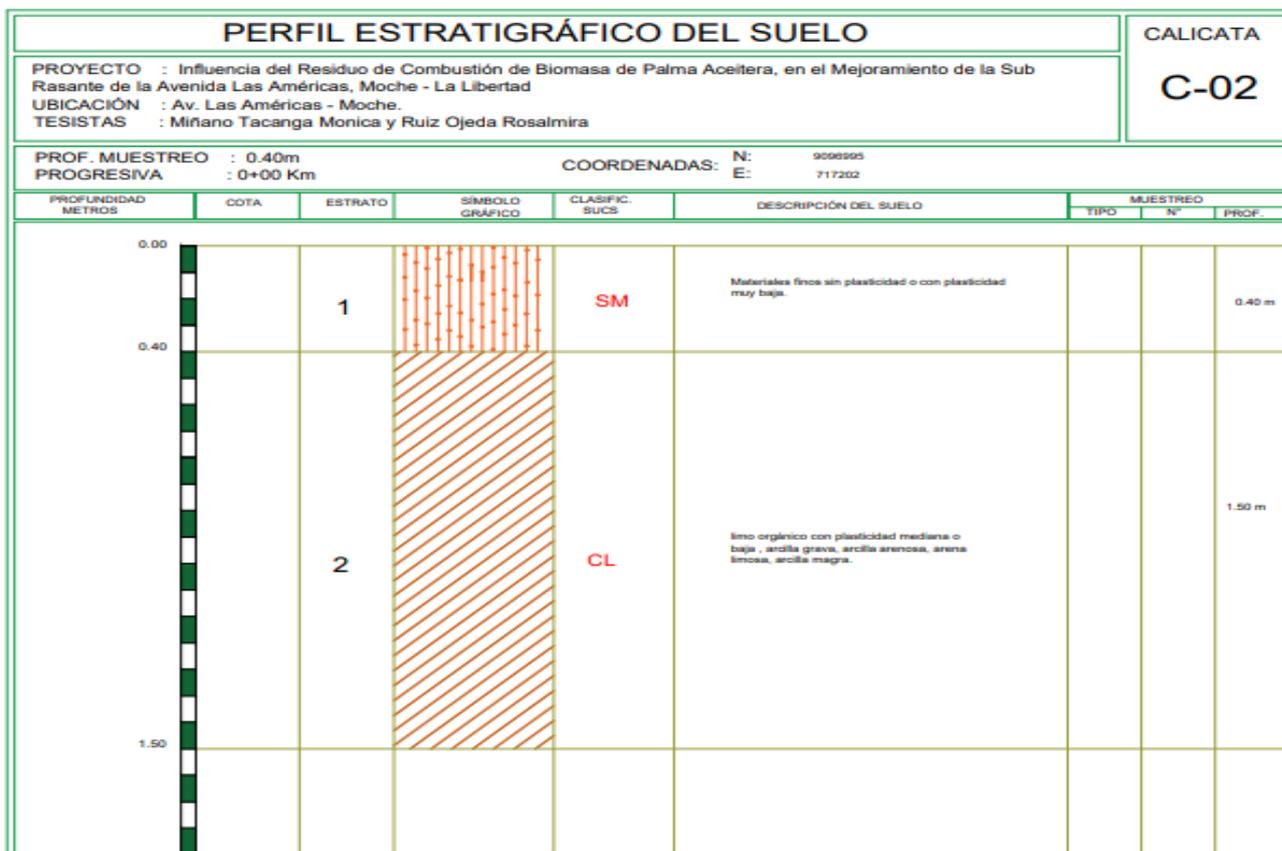


Nota: Tomada por tesistas en la extracción de muestra de la avenida Las Américas-agosto 2022



**Anexo 4.**

*Perfil estratigráfico C2*

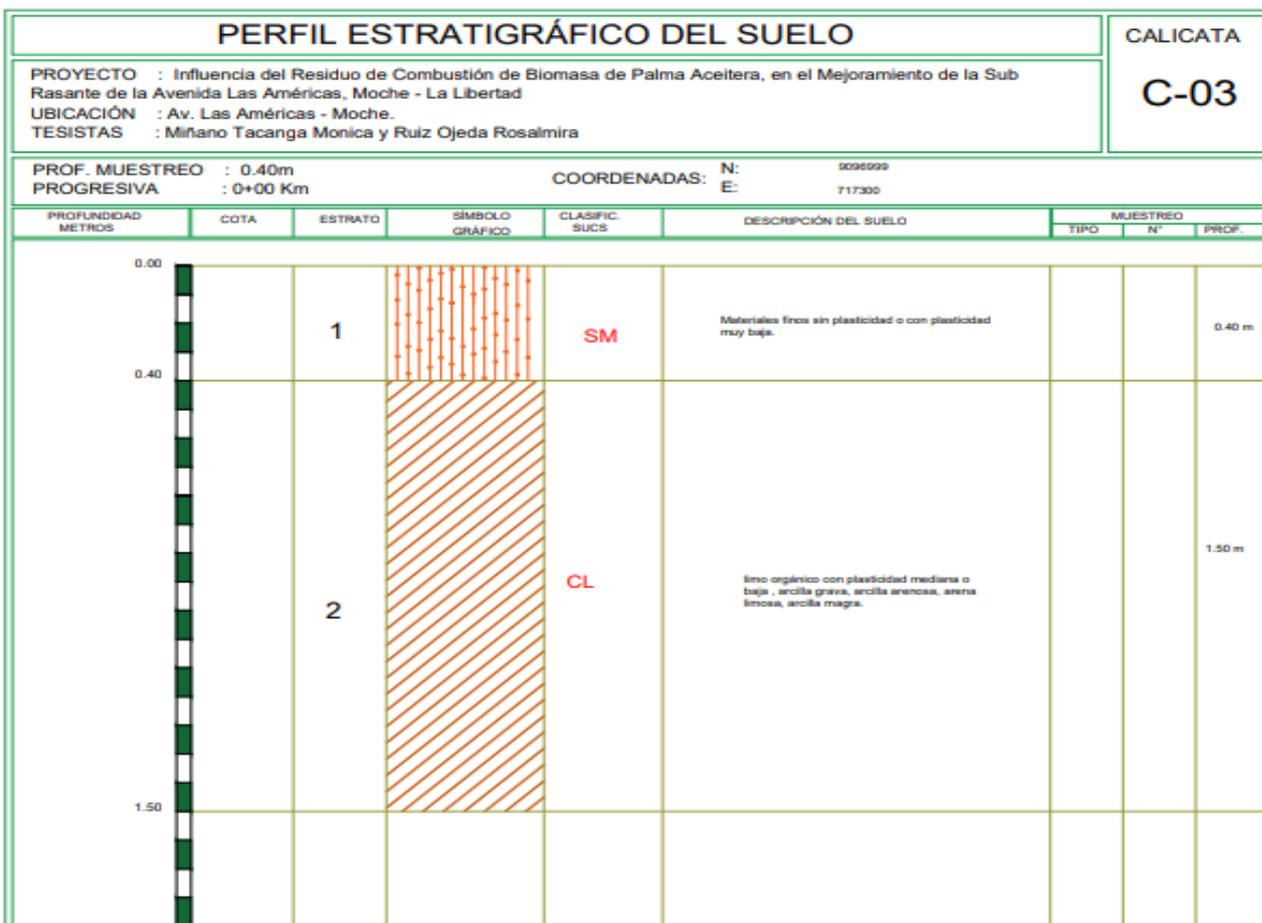


13 ago. 2022 12:01:54 p. m.  
 Avenida Las Américas  
 Moche  
 Trujillo  
 La Libertad

Nota: Tomada por tesistas en la extracción de muestra de la avenida Las Américas-agosto 2022

**Anexo 5.**

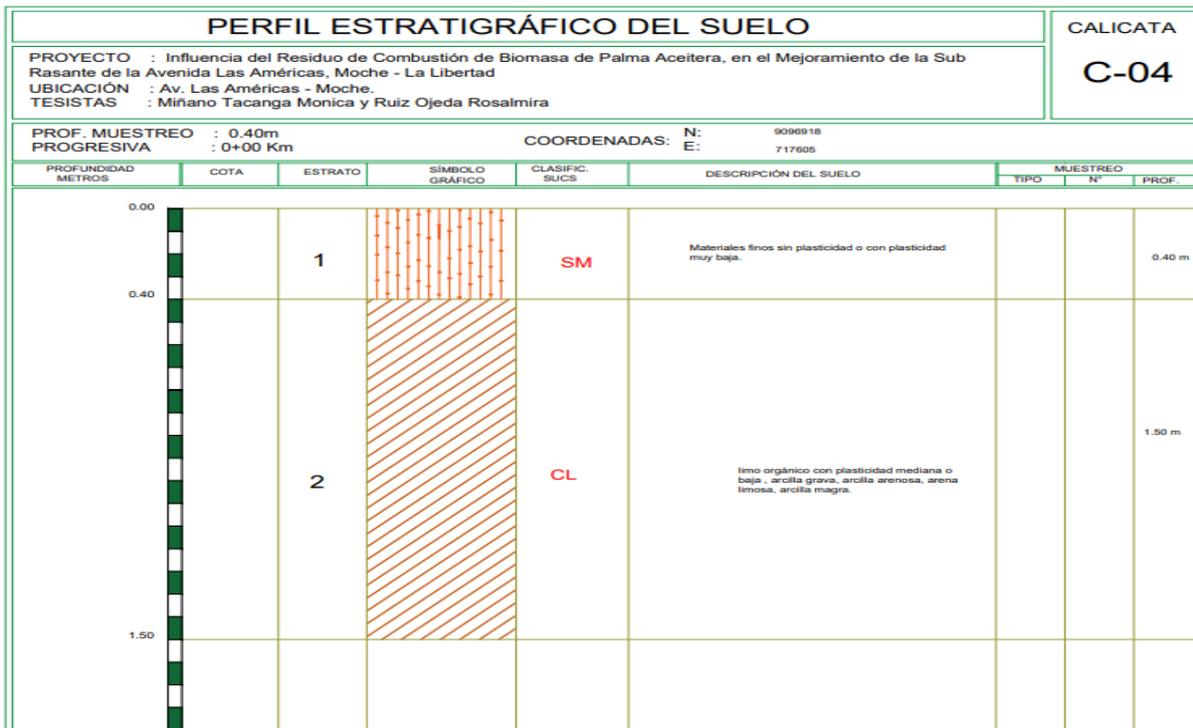
*Panel fotográfico-perfil estratigráfico C3*



Nota: Tomada por tesistas en la extracción de muestra de la avenida Las Américas- agosto 2022

Anexo 6.

Perfil estratigráfico C4



Nota: Tomada por tesistas en la extracción de muestra de la avenida Las Américas-agosto 2022



**Anexo 7.**

*Muestreo en la avenida Las Américas.*

*Tesistas: Miñano Tacanga, Monica;*

*Ruíz Ojeda, Rosalmira*



*Nota: Recolección de Muestras de la avenida Las Américas.*

*Porción de suelo de uno de los estratos.*



*Nota: Observamos una ARENA LIMOSA (SM) Tomada por tesistas, agosto 2022.*

**Anexo 8.**

*Muestra para ensayo de contenido de humedad*

*Muestra de suelo*



*Nota: Muestra para contenido de humedad Tomada por tesistas, agosto 2022.*

*Muestra de suelo -C3*



*Nota: Muestras rotuladas de los estratos calicata 3. Tomada por tesistas, agosto 2022.*

**Anexo 9.**

*Ensayos de laboratorio para la muestra de suelo*





*Nota.* Procedimiento del ensayo de Análisis granulométrico por tamizado ASTM D4318. Tomada por tesistas, agosto 2022.

#### **Anexo 10.**

*Ensayos de Laboratorio-Límites de consistencia ASTM D422*





*Nota. Procedimiento para el ensayo de Límites de consistencia Tomada por tesistas, agosto 2022.*

**Anexo 11.***Ensayos de Laboratorio muestra de suelo*

*Nota. Tomada por tesistas, agosto 2022.*