



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de carbón para  
el mejoramiento de la subrasante calle Prolongación 10 de  
Julio – Huamachuco ,2023”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Herrera Avila, Anderson Felix ([orcid.org/0000-0002-3714-6973](https://orcid.org/0000-0002-3714-6973))

Julca Asto, Antony Wilder ([orcid.org/0000-0003-1601-0329](https://orcid.org/0000-0003-1601-0329))

**ASESOR:**

Dra. Panduro Alvarado, Elka ([orcid.org/0000-0003-4866-8707](https://orcid.org/0000-0003-4866-8707))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO — PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis familiares y amigos por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi carrera profesional. Además, a mis docentes por sus experiencias y aprendizajes que me motivaron día a día para superarme y ser una persona con valores.

HERRERA AVILA ANDERSON

Dedico este trabajo a mi Madre y familia principalmente por todo el esfuerzo y sacrificio para lograr culminar mi carrera profesional. También a mis maestros por el tiempo y el conocimiento compartido en las aulas universitarias y finalmente a mis amigos por el apoyo constante para salir adelante.

JULCA ASTO ANTONY WILDER

## **AGRADECIMIENTO**

Damos gracias a Dios por bendecir nuestras vidas, guiándonos a lo largo de nuestra existencia, siendo nuestro apoyo y fortaleza en esos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a nuestros padres por su amor incondicional y creer en mí desde el primer día. Gracias por su sacrificio y apoyo continuo, que ha sido la clave de mi éxito. Agradecemos a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo. A todos aquellos que han sido parte integral de mi viaje académico y personal.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PANDURO ALVARADO ELKA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "

"Estabilización De Suelo Arcilloso Con Cenizas De Carbón Para El Mejoramiento De La Subrasante calle Prolongación 10 De Julio – Huamachuco ,2023"

", cuyos autores son JULCA ASTO ANTONY WILDER, HERRERA AVILA ANDERSON FELIX, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TRUJILLO, 20 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PANDURO ALVARADO ELKA DNI: 18081570 ORCID: 0000-0003-4866-8707	Firmado electrónicamente por: EPANDUROAL el 21- 06-2023 20:33:26

Código documento Trilce: TRI - 0546117





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, HERRERA AVILA ANDERSON FELIX, JULCA ASTO ANTONY WILDER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "

Estabilización De Suelo Arcilloso Con Cenizas De Carbón Para El Mejoramiento De La Subrasante calle Prolongación 10 De Julio – Huamachuco ,2023"

", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
JULCA ASTO ANTONY WILDER <b>DNI:</b> 73080353 <b>ORCID:</b> 0000-0003-1601-0329	Firmado electrónicamente por: AJULCAA4 el 11-07-2023 09:35:28
HERRERA AVILA ANDERSON FELIX <b>DNI:</b> 72096371	Firmado electrónicamente por: HERRERAAAF el 27-07-2023 20:45:39

Código documento Trilce: INV - 1216029

## Índice de Contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Declaratorio de originalidad del asesor .....	iv
Declaratorio de originalidad de los autores .....	v
Índice de Contenidos.....	vii
Índice de Tablas .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo de investigación:.....	11
3.1.1. Variables y operacionalización .....	11
3.1.2. Diseño de investigación:.....	11
IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS .....	15
4.1. Recursos y presupuesto.....	15
4.2. Financiamiento .....	16
4.3. Cronograma de ejecución.....	17
V. RESULTADOS .....	18
VI. DISCUSIÓN.....	24
VII. CONCLUSION.....	28
VIII. RECOMENDACIONES .....	30
IX. REFERENCIAS .....	32
X. ANEXOS.....	35

## Índice de Tablas

Tabla 1. Variable y operacionalizacion .	11
Tabla 2. Diseño de investigacion experimental	12
Tabla 3. Recursos de materiales .	15
Tabla 4. Presupuesto y financiamiento.	16
Tabla 5.cronogramama de ejecucion	17
Tabla 6. Analisis granulometrico	18
Tabla 7.limite liquido limite platico y indice de plasticidad .	20
Tabla 8.contenido de humedad .	22
Tabla 9. Peso especifico relativo .	22
Tabla 10. Cbr y proctor modificado .	52

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación que tiene como título: “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para el mejoramiento de la subrasante calle prolongación 10 de julio – Huamachuco ,2023; se planteó debido a los problemas frecuentes de inestabilidad en suelos arcillosos teniendo como objetivo principal la determinación que otorga las cenizas de carbón en el proceso de estabilización de suelo. Este proyecto de investigación se desarrolla de manera aplicada: Correlacional. En cuanto a la población y muestra es extraída del lugar, esto es un total de componentes de estudio, y esto es delimitado según la persona, así como también se utilizará la técnica de muestreo no probabilístico, porque no se realizará con ningún medio estadístico, si no por criterios racionales por temas prácticos.

**Palabras Clave:** Estabilización, suelos arcillosos y cenizas de carbón mineral.



## **ABSTRACT**

The present research project entitled: "Stabilization of clay soils with coal ashes for the improvement of the subgrade of the street prolongation 10 de Julio - Huamachuco, 2023; was proposed due to the frequent problems of instability in clay soils having as main objective the determination that gives the coal ashes in the process of soil stabilization. This research project is developed in an applied way: correlational. As for the population and sample is extracted from the place, this is a total of study components, and this is delimited according to the person, as well as the non-probabilistic sampling technique will be used, because it will not be carried out with any statistical means, if not by rational criteria for practical issues.

**Keywords:** Stabilization, clay soils and mineral coal ashes.

## I. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación que tiene como título: “Estabilización De Suelo Arcilloso Con Cenizas De Carbón Para El Mejoramiento De La Subrasante calle Prolongación 10 De Julio – Huamachuco ,2023” la cual ha sido realizada debido a los problemas frecuentes de inestabilidad en suelos arcillosos. Por ello se considera que cuando estos no alcanzan los requerimientos mínimos determinadas por el MTC, siendo ministerio encargado de transportes y comunicaciones determinar estas características, por lo que se considera necesario mejorar las propiedades del terreno en el nivel subrasante para que pueda alcanzar una durabilidad y resistencia óptima. Esto se debido a los componentes del pavimento que se asientan sobre él suelo en mención, por lo que, si estos suelos cohesivos no son tratados adecuadamente con algún tipo de estabilización ya sea químico o físico, que además puede estar presente sobre carreteras pavimentadas o no pavimentadas, lo más probable es que tendrán la presencia de distintas fallas a lo largo de su estructura (Hernández,2017).

En este marco los suelos arcillosos debido a que presentan muy poca calidad que principalmente se ven reflejados como la baja suficiencia de soporte, y por lo general no llegan a desempeñarse mínimamente con las propiedades exiguas establecidas para que una vía tenga un buen desempeño, estas características brindan la posibilidad de ser utilizados de manera eficiente en este y otros tipos de obras. Por esto se considera la posibilidad como una alternativa de solución, un proceso que otorgue la mejora de las características mecánicas del material, a través de la intervención de productos añadidos, mismos que reaccionen con el suelo de la zona a intervenir. Se ha experimentado con esta metodología obteniendo una importancia notable, ya que este tipo de técnicas últimamente se vienen estudiando frecuentemente teniendo una gran variedad de posibilidades con resultados ya comprobados, además las investigaciones que se vienen desarrollando desde el 2000 hasta la actualidad son muy importantes (Morales, 2017).

El carbón mineral es un material que su uso ha ido aumentando, proporcionalmente al desarrollo del lugar donde se asientan las diferentes industrias, en este contexto nos centraremos en las ladrilleras, donde la producción de cenizas residuales producidas por la operación que se desarrolla en estas fábricas es muy abundante; y estos subproductos son desechadas como contaminantes al medio ambiente. En departamentos del país como en La Libertad, también se considera en Cajamarca, Lima por su gran desarrollo, Ayacucho, Tacna, Arequipa, Cusco lugares que presentan una gran expansión y desarrollo, además de otros sectores; donde últimamente, debido que el valor calorífico que puede ofrecer el carbón en comparación con otras materias de combustión y sumándole a esto que el precio estos otros son más elevados, se viene utilizando el carbón como principal material para la cocción de los ladrillos; resultando finalmente en la producción de abundante ceniza (Zacarías, 2010, p.40).

En el Perú existen infinidad de productos para realizar la estabilización de un suelo. Sin embargo, la implementación de estos materiales en la estructura del pavimento tiende a incurrir en costos elevados, por lo tanto, se plantea la posibilidad de utilizar cenizas producto del carbón como una alternativa de mejora de las propiedades de la subrasante en vías, para aprovechar este subproducto. Por lo que nuestro planteamiento del problema es ¿Cómo influye los residuos producto del carbón dentro del proceso que busca la estabilidad en el suelo en el nivel de la subrasante de pavimentos?

De acuerdo a lo establecido anteriormente este trabajo se justifica técnica, económica y socialmente. En cuanto a la justificación técnica se indica que con el proceso que realiza para estabilizar el terreno se busca el un aumento considerable en las características tanto mecánicas, como también físicas de la subrasante del pavimento ya que asegura el correcto funcionamiento de la estructura asfáltica, mejorando la transpirabilidad de la vía evitando fallas tempranas en este tipo de proyectos, que se evidencian superficialmente, y no pueden ser reparadas fácilmente. Todo esto basándonos en proyectos anteriores que verifican su efectividad.

En consiguiente como justificación económica permitirá mayores beneficios e ingresos por la reutilización de residuos que mayormente son desechados y en consecuencia contaminan el medio ambiente. Esto no solo permitiría oportunidades de comercio y otras actividades sino también una considerable disminución en la extracción de recursos oriundos, los que vienen siendo explotados de manera indiscriminada. Por lo tanto, la ventaja primordial de esta forma de estabilización es aprovechar los residuos producto de la cocción de ladrillos utilizando carbón como producto de combustión, en muchos lugares de nuestro país podemos observar el funcionamiento de ladrilleras, que crean botaderos de ceniza, que genera un mal aspecto como contaminación. También nos va a permitir disminuir la compra de otros materiales, ya sea para mejorar el suelo o reemplazarlo que son las principales opciones frente a un suelo inadecuado para la construcción; por tales motivos se verá reflejado en una disminución en la inversión del proyecto que se esté realizando.

Se justifica socialmente por la seguridad de poder trasladarse de un lugar a otro, tener un terreno con un suelo correctamente funcional para un pavimento, reduciría los accidentes que existen en zonas cuyas carreteras se tornan como suelos inestables o con deterioros por los diferentes agentes climáticos o las mismas condiciones precarias de la vía o por la falta de mantenimiento.

Para llevar a cabo esta investigación se formuló el siguiente objetivo general: Establecer que influencia presenta la ceniza de carbón como un agente estabilizador en el terreno con la altura al ras de la subrasante de pavimentos; y además se busca de manera específica: primero encontrar las propiedades del terreno, para posteriormente realizar ensayo que no indiquen las propiedades del suelo estabilizado con ceniza de carbón, determinar los porcentajes de ceniza de carbón que serán adicionados para la estabilización del suelo, con lo que se determinara cual es el que brinde mejores resultados y finalmente analizar el comportamiento del suelo empleando las cenizas de carbón como estabilizador.

Finalmente, para concluir se ha establecido la hipótesis: si la ceniza producto del carbón afectará positivamente las características del suelo, de esta manera se presente un aumento de su capacidad de resistencia para el buen funcionamiento y trabajabilidad del terreno que funcionará como base del pavimento. O de manera negativa disminuyendo las propiedades físicas y mecánicas del terreno, no pudiendo funcionar como estabilizador para nuestro suelo.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes**

En el presente estudio que lleva como título “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para el mejoramiento de la subrasante calle prolongación 10 de julio – Huamachuco ,2023” es de tipo experimental. Donde se tiene como objeto principal determinar el grado de influencia que presenta el uso de la ceniza producto del carbón como estabilizador del suelo a nivel de la subrasante del pavimento; además como objetivos puntuales, determinar la caracterización del suelo con la estabilización con ceniza de carbón, para esto determinaremos características y propiedades del suelo al estabilizarse, con lo que podremos establecer cuál es el porcentaje de ceniza producto del carbón que se adicionará para una mejor estabilización del suelo y finalmente analizar el comportamiento del suelo empleando las cenizas de carbón como estabilizador.

En el ámbito nacional según Casas (2020) en su investigación Tuvo como objetivo Evaluación del efecto de la ceniza producida a base del carbón mineral dentro de la estabilidad de suelos cohesivos del lecho de la subrasante la investigación fue explicativa y cuasi experimental nos dice que no o se utilizó ninguna técnica de muestreo, pero se utilizó el censo, porque se considera la población total, es decir, 560 kilogramos de suelo y poder adicionar ceniza de carbón. Finalmente se llegó a la conclusión que la adición de la ceniza producto del carbón logra mejorar estabilización con los porcentajes de 5 % y 7 % de CCM.

Además, según Cabrera y Paredes (2018) realizaron la tesis teniendo como objetivo principal es garantizar que el suelo de dicha área de estudio con cenizas de carbón mineral. Este es un estudio no experimental: comenzaron esta investigación tomando muestras El suelo fue estudiado a través de cuatro pozos de prueba representativos, y al final eligieron solo uno Pozo de prueba para que puedan hacer pruebas de laboratorio. Correspondiente a la categorización por la clase de suelos (AASHTO como SUCS), Proctor Modificación y CBR concluye que la estabilización del suelo mejora las propiedades con respecto a la adición de cenizas conforme a los porcentajes de n 4,8 y 10% de cenizas de carbón

Por otro lado, Goñas (2019) en su tesis nos dice que como objeto principal Valora que consecuencias pueden producir los subproductos obtenidos como resultado de la combustión a base de carbón mineral o también de carbón vegetal (cenizas producto del carbón) generados en la producción de ladrillos, la metodología de investigación es experimental. Se realizaron pruebas en laboratorio donde encontraron su límite de consistencia de límites de conformidad, compactación y su Proctor estándar se realizó los siguientes resultados obteniendo cual es la capacidad de soporte de (CBR) de cada una de las muestras adicionando ceniza producto del carbón, con los siguientes porcentajes de 15 %, 20 % y 25 % donde se demostró un aumento en la capacidad de soporte del suelo.

En Australia Zimar, et al (2022), sostiene que en diferentes lugares del mundo las arcillas expansivas presentan cambios volumétricos a consecuencia de la variabilidad de la humedad lo que provoca agrietamiento, aumento y origina daños en los pavimentos superpuestos en el mismo. Comúnmente la estabilización química es uno de los distintos métodos que se utiliza en el mejoramiento de las subrasantes que tienen arcilla expansiva. Los productos más empleados son el cemento, la cal y las cenizas volantes, donde esta última es más económica, además que es un subproducto producido a partir del funcionamiento de la central eléctrica de carbón. En esta investigación se ha considerado las cenizas volantes como agente estabilizador en una variedad de arcillas, como arcilla de baja plasticidad y alta plasticidad, arcillas limosas, orgánicas y turbas. Al inicio de la investigación revisaremos las propiedades que tienen las cenizas volantes, luego las características de las subrasantes donde se ha mejorado con cenizas volantes. Para las cenizas volantes Clase C y F se muestran gráficos que representan el mecanismo de micronivel, las particularidades físicas, mecánicas e hidráulicas respectivamente, de los pavimentos estabilizados. El intercambio catiónico en la estabilización, es la mayor reacción puzolánica, que se revela a través de estudios micro. En suelos blandos propiedades como (UCS), (CBR) y el (Mr) presentaron un aumento, por la mezcla con de cenizas volantes y considerando tiempo de curado, exceptuando suelos de arcillas con turba. A través de la investigación sugiere añadir ceniza volante tipo C un 15%, basándose en las características mecánicas y también hidráulicas, en complemento con un curado de 7 días, para obtener

un efecto óptimo. Con respecto a la estabilización de un suelo que presenta límite de lixiviados, existen algunos trabajos de investigación donde se afirma que el este intervalo está dentro del límite admisible, para estudiar la asimilación de metales pesados y adicionalmente más agentes contaminantes cancerígenos, se necesita realizar otros análisis que puedan respaldar esta afirmación. En esta investigación se busca brindar puntos clave que faciliten la selección de una dosificación en próximos estudios similares o afines al tema.

Cañar (2017) en Ecuador, afirma que ante la problemática de suelos que no cumplen con los requerimientos para obras viales, mediante su investigación tiene como objeto la estabilizar dos tipos de suelos, por intermedio de agregar cenizas producto del carbón, por lo que se puede evaluar cual es la resistencia al corte, y sus capacidades de soporte en laboratorio. El proceso que desarrolló en un inicio se efectuó de inspección visual, para posteriormente extraer las muestras de suelo, en los cantones de Ambato y Puyo: estas muestras fueron clasificadas según el método (SUCS), se hizo granulometría y se incluyó límites de Atterberg. A través de ensayos como Proctor modificado, mediante el que permite obtener tanto la humedad óptima como la densidad máxima seca, seguido mediante la mezcla de porcentajes en 20, 23, y 25% para conocer la capacidad de soporte (CBR). Al finalizar se realizó el estudio de compresión no confinada con lo que se pudo hallar la resistencia al corte. Para comparar estas se analizó las características de los suelos como la resistencia al corte y CBR, también la humedad y plasticidad, buscando la cantidad apropiada y revisando de manera específica sus propiedades aumentadas o disminuidas buscando su uso como subrasante.

Parra (2018) a través de su trabajo, realizó la evaluación en Colombia de la capacidad de resistencia mecánica de muestras de caolín, ante la actuación de pesos monotónicos, que se presentaron tanto a tracción como a compresión; estas pruebas se realizaron con ayuda de la incorporación de porcentajes de cal y ceniza volante, 2%, 4%, 6% y 8%, el proceso de la investigación consta de una calificación de los componentes, para posteriormente hacer la prueba de Proctor estándar, de muestras obtenidas con las combinación de materiales, para concluir la ejecución del proceso se llevó a efecto aumentar las capacidades del



suelo. La conclusión final a la que arribó la tesis fue que la cal proporciona una mayor mejora a diferencia de la combinación de mismo tipo de suelo con ceniza, dentro de las propiedades de esfuerzos, como deformaciones máximas del suelo a través de la comparación de resultados de todos, en resumen, los resultados determinaron que la cal es superior en todos los aspectos evaluados, pero que se obtuvo un resultado considerable del comportamiento a tracción con la ceniza. Tomando en cuenta los requerimientos de tiempo, la estabilización con cal es una mejor opción, porque su uso beneficia acortando el tiempo del proceso a diferencia de la ceniza.

Morales (2015), indica que el límite líquido en un suelo está determinado por cuanta humedad contiene el mismo, la cual es expresada en porcentaje, esto indicará algunas de las características del suelo a estudiar, cuál es el estado líquido y plástico, esto lo determinaremos a través de una prueba de casa grande, esto es un dispositivo tipo copa de bronce con una base de goma dura. Las propiedades del suelo, es decir, el límite líquido, serán determinadas mediante golpes a la casa grande hasta que se alcance el número de golpes máximo que ya se ha determinado, es decir, con un máximo de 25 golpes y cómo hacerlo. prueba, como mínimo son tres intentos para una misma muestra de suelo.

Para Morales (2015) El ensayo de límite plástico es un método que sirve para encontrar el porcentaje de contenido de humedad con relación al suelo con ausencia completa de humedad, la muestra transita por varios estados, primero de un estado plástico hacia un estado semisólido, posteriormente de ese estado a un sólido que se considerará el de menor humedad. contenido El ensayo se realizará utilizando una placa fabricada con vidrio, en donde sobre la misma hay que rodar una gran masa de tierra de hasta 3,2 mm de diámetro, que la vuelve quebradiza, para que luego la introduzcamos en un horno con una temperatura máxima de 110°C y en Si tan solo podríamos descubrir restricciones de plástico en el futuro.

## **BASES TEORICAS**

### **Estabilización de suelos**

La estabilización de suelos se define como la mejora de las propiedades físicas del suelo mediante procedimientos mecánicos y la incorporación de productos químicos naturales o sintéticos. Dichos estabilizadores se utilizan a menudo en suelos inadecuados o de firmes pobres, en cuyo caso se conocen como estabilizadores de suelo-cemento, suelo-cal, ceniza, suelo-asfalto y varios otros productos. Por otro lado, cuando la subbase granular o base granular está estabilizada, se denomina subbase o base granular estabilizada con el fin de obtener un material de mejor calidad.

### **Tipos de estabilización de suelos**

#### **a) Estabilización por medio mecánico**

Incluyen estabilización por compactación y deben usarse en todos los proyectos de cimentación del suelo. Las mezclas de suelo también se utilizan a menudo para perfeccionar las propiedades físicas del suelo. A través este tipo de estabilización se busca mejorar el material del suelo existente sin modificar su estructura y composición básica. Tanto instrumento para lograr esta estabilización se puede usar la compactación, cuánto reduce el volumen vacío en el suelo.

#### **b) Estabilización por medios químicos**

Este tipo de estabilización se suele alcanzar añadiendo estabilizadores específicos tanto cemento, cal, asfalto y otros productos químicos. Teniendo en cuenta la variedad de suelos y sus constituyentes, es factible que todo método sea aplicable solamente a un número limitado de suelos.

#### **c) Estabilización por combinación del suelo**

El suelo combinado es estable, considere la mezcla de dos o más materiales para obtener materiales adecuados, cabe señalar que el suelo combinado tiene un mayor impacto en el material prestado (cantera).

#### **d) Estabilidad volumétrica**

Este tipo de estabilización involucra mucho expansión y contracción del suelo causado por los cambios de humedad. Esto puede ocurrir

rápidamente o con cambios o eventos estacionales. Por lo tanto, en general, si no se controla de ninguna manera la expansión debido al aumento de la humedad, estas tensiones pueden conducir a una severa deformación y agrietamiento del pavimento.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo de investigación:

##### 3.1.1. Variables y operacionalización

**Tabla 1:** *diseño de investigación experimental*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Independiente (cenizas de carbón)	Define el estado del suelo en los valores o fallo	Valorización cuantitativa del grado de afectación	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Análisis granulométrico</li> <li>➤ Contenido de humedad</li> <li>➤ Limite líquido</li> <li>➤ Limite plástico</li> <li>➤ Índice de plasticidad</li> </ul>
			Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proctor modificado</li> <li>➤ CBR</li> </ul>
Dependiente (estabilización de suelos o mejoramiento de la subrasante)	Identificación de las fallas que presenta el suelo	Determinar el estado real del suelo	Cantidad de cenizas de carbón	<p style="text-align: center;">15%</p> <p style="text-align: center;">20%</p> <p style="text-align: center;">30%</p>

##### 3.1.2. Diseño de investigación:

Para esta investigación donde nuestros estudios se basan en trabajo de tipo experimental - pura en el sentido de que logra cumplir con los requerimientos básicos con los que se pueda conseguir tanto control como validez interior, lo que indica, que es capaz de satisfacer las hipótesis subyacentes que exija un experimento experimental, lo que de igual manera permite a los investigadores manipular variables. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

**Tabla 2: Diseño de investigación experimental**

Grupo	Asignación	Pre prueba	Tratamiento	Post prueba
Grupo Experimental	Probetas de suelos con adición de cenizas de carbón	Ensayos de laboratorio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Granulometría</li> <li>• Contenido de humedad</li> </ul>	Adición de cenizas de carbón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo Proctor modificado</li> <li>• Ensayo de compresión no confinada</li> <li>• Ensayo CBR</li> </ul>

**Población, muestra y muestreo**

**Población:**

Viene a ser grupo conformado por un numero cuantificable o no, con características parecidas ubicados en un lugar, esto es un total de componentes de estudio, y esto es delimitado según el estudio y la persona que lo realiza, así mismo presenta rasgos o características y es por eso que es llamada población. (Arias, 2021, p.113)

**Muestra:**

En el presente trabajo de investigación de tesis la muestra está enfocada el suelo arcilloso de la Subrasante de la calle prolongación 10 de julio de la ciudad de Huamachuco, en vista que no cuentan con pavimentación, en el lugar se realizara dos calicatas, con el fin de realizar de extraerlas muestras para realizar los ensayos correspondientes, para determinar el impacto de la ceniza producto del carbón como estabilizador.

**Muestreo:**

Para esta investigación se utilizará un método de toma de muestras no probabilístico, ya que para la selección de muestra no se realizó con ningún medio estadístico si no por criterios racionales por temas prácticos.

**Técnicos e instrumentos de recolección de datos**

Arias (2012), muestra la estrategia de solicitud que es el medio por el cual se adquiere la información o los datos. Dicho esto, para la mejora de este examen, se utilizarán procedimientos, por ejemplo, la percepción directa, que

se coordinará en igualdad, y que comprenderá captar eficazmente por la vista lo que está sucediendo entregado en una región caracterizada para ser explorada.

En este proyecto de investigación se utilizará el método de la exploración mediante la observación, así mismo el mecanismo instrumental será una ficha, la que será creada por los investigadores con el fin de recoger la información de manera ordenada en el campo de estudio.

### **Descripción del tramo de estudio**

Como parte experimental de la investigación realizada en esta tesis, se diseñó para ello la relación de mezcla suelo-cal.

### **Ubicación del área de estudio**

Departamento : La libertad  
Provincia : Sánchez Carrión  
Distrito : Huamachuco  
Localidad : prolongación 10 de julio



imagen 1: ubicación tramo de estudio

### **Ubicación de muestras extraídas**

Se realizó un total de 2 muestras de distintos tramos de la calle prolongación 10 de julio, tal como se muestra en la imagen



imagen 2: ubicación de calicatas

### **Procedimiento**

Permiso con el fin de obtener los datos del proyecto de investigación se procedió del siguiente modo:

1. Recaudación de Información: Se recopilará información en general de la zona, previamente visualizada, se usará de manera necesaria la bibliografía para mejorar el proyecto.
2. Tarea de Campo: Se identificará sus principales y generales problemas de la vía
3. Operación en Gabinete: Plasmaremos nuestros datos en Campo y conceptos de la problemática a mejorar.

## IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 4.1. Recursos y presupuesto

- **Recursos humanos:** dentro del presente estudio, se requerirá de; Herrera Avila, Anderson Felix y Julca Asto Antony Wilder, quienes cumplen la función de recursos humanos y un asesor metodológico la DR. Panduro Alvarado Elka.
- **Recursos Materiales:**  
En la investigación se utilizarán como recursos materiales:

**Tabla 3:** Recursos de materiales

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
<b>Papel bond A4</b>	millar	1	S/.12.00	S/.12.00
<b>Lapiceros</b>	unid	6	S/.1.00	S/.6.00
<b>Lápices</b>	unid	2	S/.0.50	S/.1.00
<b>Borrador</b>	unid	2	S/.1.00	S/.2.00
<b>Corrector</b>	unid	2	S/.2.50	S/.5.00
<b>Resaltador</b>	unid	2	S/.2.00	S/.4.00
<b>Laptops</b>	unid	2	S/.3,500.00	S/.7,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/.7,184.00</b>



- **Recursos y presupuesto:**

**Tabla 4:** Presupuesto

CODIGO DE CLASIFICACION DEL MEF	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL(S/)
<b>BIENES</b>				
<b>MATERIALES DE ESCRITORIO</b>				
2.3.1512	Papel bond A4	15.00	1	15
	lapiceros	1.00	6	6
	lápices	0.50	2	1
	Borrador	1.00	2	2
	Corrector	2.50	2	5
	Regla	2.00	2	4
	Laptops	3500.00	2	7000
	<b>TOTAL</b>			<b>S/ 7,033.00</b>
	Piedra de 3/4"		35.00	35.00
	Arena fina		35.00	35.00
	Arena gruesa		35.00	35.00
	Emulsión asfáltica	2.00	8.00	16
	Aceite quemado	3.00	10.00	30
	<b>TOTAL</b>			<b>S/ 151.00</b>
<b>SERVICIOS</b>				
<b>SERVICIOS NO PERSONALES</b>				
2.3.22.4	Fotocopias	S/ 0.10	100	10
	impresiones	S/ 0.30	100	30
	<b>TOTAL</b>			<b>S/ 40.00</b>
<b>OTROS SERVICIOS</b>				
2.3.21.21	Movilidad	S/ 100.00	2	S/ 200.00
2.3.21.23	Internet	S/ 150.00	1	S/ 150.00
2.3.27.16	pruebas de método Marshall	S/ 3,000.00	1	S/ 3,000.00
	<b>TOTAL</b>			<b>S/ 3,350.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 10,574.00</b>

*Fuente: elaboración propia*

#### **4.2. Financiamiento**

En este proyecto de investigación el financiado es proporcionado por los investigadores.

### 4.3. Cronograma de ejecución

El proyecto se realizará en partes la primero el proyecto de investigación y la otra mitad es el desarrollo de la tesis.

**Tabla 5:** Cronograma de Ejecución

ACTIVIDADES		Año	2022															
		Meses	Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Redacción del título de la Investigación																	
2	Redacción de la Realidad Problemática																	
3	Planteamiento del problema y justificación																	
4	Elaboración de objetivos y planteo de hipótesis																	
5	Redacción de marco teórico: Antecedentes y bases teóricas																	
6	Identificación del tipo, enfoque y diseño																	
7	Variable y Operacionalización																	
8	<b>Primera sustentación del proyecto</b>																	
9	Elaboración de Población Muestra y Muestreo																	
10	Definición de técnicas e instrumentos de recolección de datos																	
11	Determinación de validez y confiabilidad																	
12	Procedimientos de la investigación																	
13	Estructura de los métodos de análisis de datos																	
14	Aspectos éticos																	
15	Recursos y Presupuestos para del proyecto																	
16	Financiamiento																	
17	Cronograma de ejecución																	
18	Referencias																	
19	Elaboración parcial de anexos																	
20	<b>Sustentación del Proyecto de Investigación</b>																	

## V. RESULTADOS

### Ensayos de estudio de suelos realizados:

se realizaron los siguientes ensayos en el laboratorio:

CALICATA	N°1	N°2
% QUE PASA POE TAMIZ N°4	75.66	72.73
% QUE PASA POE TAMIZ N°200	1.82	4.96
LIMITE LIQUIDO (%)	41.4	32.8
LIMITE PLASTICO (%)	11.73	11.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.92	14.85
CLASIFICACION SUCS	SC	SC
CLASIFICACION AASHTO	A-4/A-2-7	A-4/A-2-7
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.4	10.95

Ensayo para determinar el tipo de suelo de la ciudad de Huamachuco

Se presenta los resultados de los ensayos realizados para determinar el tipo de suelo que se va a estabilizar

### Análisis granulométrico

C-1

GRANULOMETRIA						especificaciones limites	
						superior	inferior
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Parcial Retenido	% parcial Retenido	% Retenido Acumulado	%Acumulado Que Pasa	% Pasa	% Pasa
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	1.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	95.00
1"	25.00	15.00	0.72	0.72	99.28	95.00	75.00
3/4"	19.00	20.00	0.96	1.68	98.32		
1/2"	12.50	97.00	4.66	6.34	93.66		
3/8"	9.50	107.00	5.14	11.47	88.53	75.00	45.00
N°4	4.75	230.00	11.04	22.52	77.48	60.00	30.00
N°8	2.36	373.00	17.91	40.42	59.58		
N°10	2.00	101.00	4.85	45.27	54.73	45.00	20.00
N°16	1.18	295.00	14.16	59.43	40.57		
N°20	0.85	184.00	8.83	68.27	31.73		
N°30	0.60	136.00	6.53	74.80	25.20		
N°40	0.43	134.00	6.43	81.23	18.77	30.00	15.00
N°50	0.30	127.00	6.10	87.33	12.67		
N°100	0.15	153.00	7.35	94.67	5.33		
N°200	0.08	73.00	3.50	98.18	1.82	15.00	5.00
Platillo		38.00	1.82	100.00	0.00		

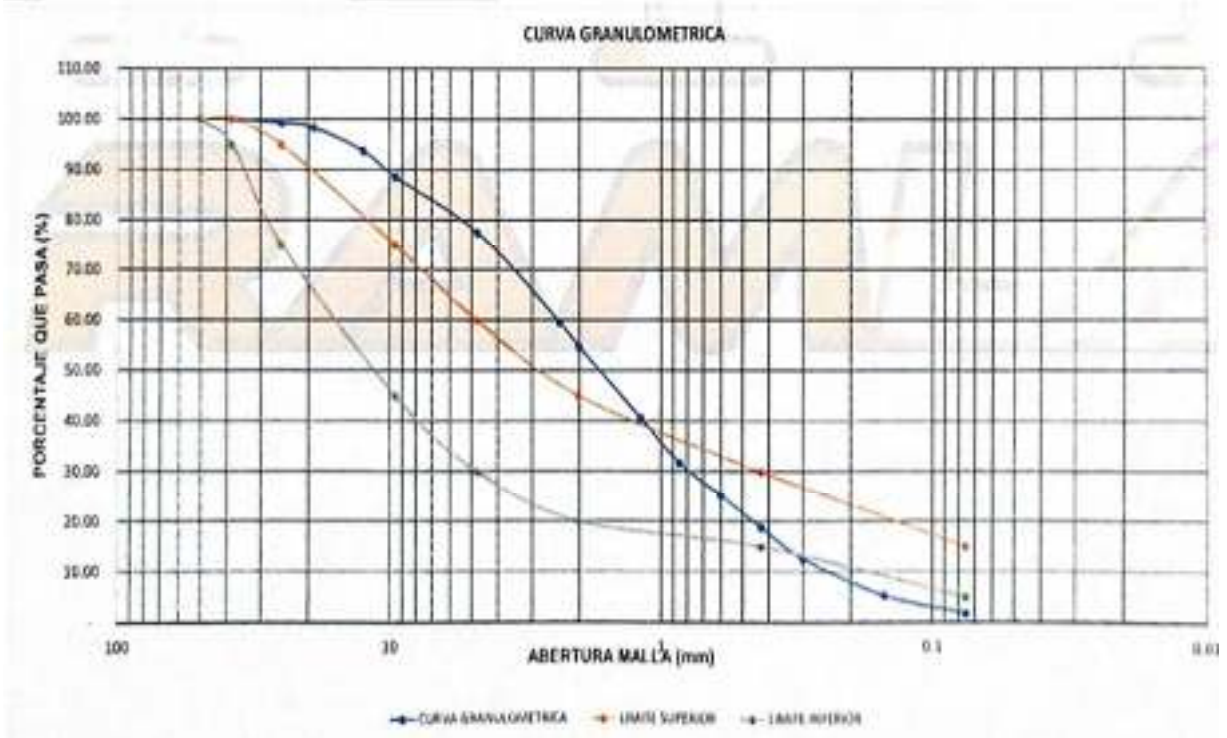
2083.00

Gravas:

469.000

Fino:

1614.00



C-2

GRANULOMETRIA						especificaciones limites	
						superior	inferior
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Parcial Retenido	% parcial Retenido	% Retenido Acumulado	%Acumulado Que Pasa	% Pasa	% Pasa
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	1.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	95.00
1"	25.00	31.00	1.42	1.42	98.58	95.00	75.00
3/4"	19.00	43.00	1.97	3.40	96.60		
1/2"	12.50	91.00	4.18	7.58	92.42		
3/8"	9.50	83.00	3.81	11.39	88.61	75.00	45.00
N°4	4.75	238.00	10.93	22.31	77.69	60.00	30.00
N°8	2.36	231.00	10.61	32.92	67.08		
N°10	2.00	78.00	3.58	36.50	63.50	45.00	20.00
N°16	1.18	189.00	8.68	45.18	54.82		
N°20	0.85	115.00	5.28	50.46	49.54		
N°30	0.60	98.00	4.50	54.96	45.04		
N°40	0.43	165.00	7.58	62.53	37.47	30.00	15.00
N°50	0.30	287.00	13.18	75.71	24.29		
N°100	0.15	331.00	15.20	90.91	9.09		
N°200	0.08	90.00	4.13	95.04	1.82	15.00	5.00
Platillo		108.00	1.82	96.86	0.00		

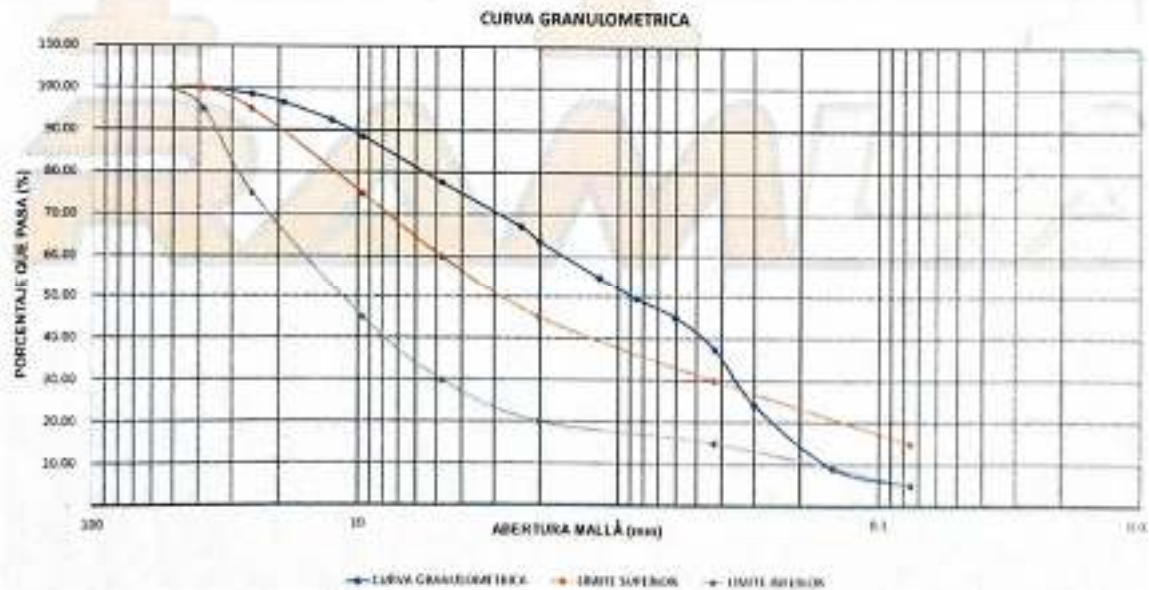
Grabas:

486.000

2178.00

Fino:

1692.00



### Interpretación:

En base a las muestras tomadas en cada calicata, la distribución de partículas encontradas en el suelo después de las pruebas fue la siguiente: En la calicata N°1 encontramos un total de 22.52% Grava (esto se encuentra de la malla 2" a la malla N°4, grava); 75.66% de arena (de la malla N°4 a la N°200, arena); fino o arcilla 1.82%.

En la calicata N°2 encontramos un total de 22.31% Grava; 72.73% de arena; fino o arcilla 4.96%.

### Límites de consistencia:

C-1

ENSAYO DE LIMITE LIQUID Y LIMITE PLASTICO			
CALICATE N° 1 HUAMACCHUCO			
DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO		
N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPSULA	12	12	12
PESO DE CAPSULA	22.50	22.50	22.50
PESO DE CAPSULA + M. HUMEDAD	29.51	29.62	29.90
PESO DE CAPSULA + M. SECA	28.83	27.26	28.25
PESO DEL AGUA	0.68	2.36	1.65
PESO DE LA MUESTRA SECA	6.33	4.76	5.75

CONTENIDO DE HUMEDAD	10.74	49.58	28.7
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO DE C. HUMEDAD	29.67		

limite liquido	41.40
limite plástico	29.67
índice de plasticidad	11.73

## C-2

ENSAYO DE LIMITE LIQUID Y LIMITE PLASTICO			
CALICATE N° 1 HUAMACCHUCO			
DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO		
N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPSULA	12	12	12
PESO DE CAPSULA	20.50	20.50	20.10
PESO DE CAPSULA + M. HUMEDAD	29.51	29.82	29.90
PESO DE CAPSULA + M. SECA	27.85	28.18	28.27
PESO DEL AGUA	1.66	1.64	1.63
PESO DE LA MUESTRA SECA	7.35	7.69	8.17
CONTENIDO DE HUMEDAD	22.59	21.35	19.95
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO DE C. HUMEDAD	21.3		

limite liquido	32.80
limite plástico	21.30
índice de plasticidad	11.50

### Interpretación:

De acuerdo a los ensayos de limite líquido y limite plástico realizados, se encontró que:

En la calicata N°1 su límite líquido tiene un valor de 41.40, su límite plástico 29.67, por lo tanto, su índice de plasticidad es de 11.43.

En la calicata N°2 tiene un límite líquido de 32.80, límite plástico de 21.30, por lo que su índice de plasticidad es de 11.50.

**Contenido de humedad:**

**C-1**

Referencia	HUAMACHUCO
Calicata	C1 - M2
Profundidad	.
Estracto	E - 1

Tara N°	04	07
PESO DEL RECIPIENTE(g)	120.00	467.00
PESO HUMEDO (g)	825.25	2378.92
PESO SECO + TARA (g)	866.12	2605.64
PESO SECO(g)	746.12	2138.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.61	11.24

HUMEDAD FINAL	10.92
---------------	-------

**C-2**

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	C2 - M1
PROFUNDIDAD	.
EXTRACTO	E - 1

Tara N°	04	07
PESO DEL RECIPIENTE(g)	150.00	150.00
PESO HUMEDO (g)	2195	2195.00
PESO SECO + TARA (g)	2038	2085.00
PESO SECO(g)	1888	1935.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.26	13.44

HUMEDAD FINAL	10.92
---------------	-------

**Interpretación:**

Como se muestra el contenido de humedad es el promedio de dos submuestras que para la calicata N°1 y N°2 son 10.92 y 14.85 respectivamente.

**Peso específico relativo**

**C-1**

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	C1 - M2
PROFUNDIDAD	.
EXTRACTO	E - 1

PESO ESPECIFICO		
DENOMINACION		
MASA DE LA MUESTRA SECA	100	100
MASA DEL PICNOMETRO + AGUA DESTILADA	6.498	6.497
MASA DEL PICNOMETRO + AGUA DESTILADA+ MUESTA SECA	714.1	713.7
COEFICIENTE K	1.00085	1.00085
PESO ESPECIFICO	2.8	2.78
PROMEDIO (g/cm3)	2.79	

## C-2

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	C2 - M1
PROFUNDIDAD	.
EXTRACTO	E - 1

PESO ESPECIFICO		
DENOMINACION		
MASA DE LA MUESTRA SECA	100	100
MASA DEL PICNOMETRO + AGUA DESTILADA	6.499	6.501
MASA DEL PICNOMETRO + AGUA DESTILADA+ MUESTA SECA	710.9	711.1
COEFICIENTE K	1.00085	1.00085
PESO ESPECIFICO	2.57	2.57
PROMEDIO (g/cm3)	2.57	

### Interpretación:

Los factores en este caso son para la primera calicata 2.79 y para la segunda calicata 2.57, son valores cercanos con los que podemos determinar otras propiedades de suelo.



## VI. DISCUSIÓN

De manera secuencial, partiendo de nuestros resultados obtenidos durante la investigación, pasamos a hacer una comparación con las investigaciones con mayores puntos de similitud al tema en el que nos estamos enfocando. Por tal motivo de una manera ordenada vamos a tomar cada uno de los resultados y compararemos con la finalidad de encontrar similitudes y/o discrepancias que nos permitan generar una idea clara de acuerdo al panorama no solo dentro de nuestra localidad, sino también a nivel nacional e internacional. De forma detallada presentamos las comparaciones:

- ✓ Casas (2020) la Evaluación del efecto de la ceniza producida a base del carbón mineral dentro de la estabilidad de suelos cohesivos del lecho de la subrasante, se enfocó de igual manera en el terreno de fundación para una obra vial. A diferencia de nuestro estudio se usó ceniza volante, que presenta según otros trabajos de investigación un gran estabilizador, pero para casa su estudio es explicativo, cuasi - experimental, y nos dice que no se utilizó ninguna técnica de muestreo, pero sí censal, ya que se consideró la población total, es decir, se pudieron sumar 560 kg de suelo y cenizas volantes. Finalmente se concluyó que la adición de ceniza de carbón puede mejorar la estabilidad, la proporción de CCM es de 5% y 7% que a comparación de nuestra investigación y por nuestro tipo de suelo se usó porcentajes mayores.
- ✓ Cabrera y Paredes (2018) se enfocaron en su tesis donde tuvieron como objetivo principal garantizar que el suelo de dicha área de estudio con cenizas de carbón mineral sea estabilizado, a diferencia de nuestro trabajo que se enfoca en si es factible para nuestro suelo, y además busca el porcentaje idóneo, para que con la estabilización el terreno de la subrasante obtenga mayores mejoras a sus propiedades. Nosotros obtuvimos las muestras de dos calicatas, y en el trabajo de Cabrera y Paredes fue un estudio no experimental: comenzaron el estudio tomando muestras de suelo, trabajaron a través de cuatro pozos de prueba representativos y terminaron eligiendo solo uno para poder realizar pruebas de laboratorio. Correspondiente a la clasificación por clase de suelo (AASHTO es SUCS), Proctor Modification y CBR concluyeron que la estabilización del suelo mejora las propiedades de la ceniza añadida

obteniendo su mejor resultado con la mayor cantidad de ceniza añadida para este caso 10%, lo mismo sucede en nuestra investigación al añadir mayor porcentaje de ceniza las mejoras en las propiedades mecánicas aumentan, por lo tanto, se busca determinar hasta qué punto se sigue beneficiando el suelo con la ceniza y no resulta perjudicial a sus propiedades.

- ✓ Por otro lado, Goñas (2019) tiene como objeto principal en lo que se base nuestra investigación que sería opciones para poder aprovechar los residuos de la industria de los ladrillos, específicamente de la cocción de estos materiales de construcción que son muy demandados, valorar que consecuencias pueden producir los subproductos obtenidos como resultado de la combustión a base de carbón mineral o también de carbón vegetal (cenizas producto del carbón) generados en la producción de ladrillos. La metodología de investigación es experimental. Al igual que en nuestro caso se usaron un procedimiento similar, se realizaron pruebas de laboratorio para encontrar los límites de aceptación, compactación y límites de concordancia de Proctor estándar, dando los siguientes resultados, la capacidad soporte (CBR) de cada muestra se obtuvo adicionando productos de ceniza de carbón donde: 15%, 20% y 25% los porcentajes muestran un aumento en la capacidad de carga del suelo. Sus porcentajes son muy parecidos a los nuestros, pero en nuestro caso se mostró una mayor mejora en cuanto a las propiedades del suelo
- ✓ En Australia Zimar, et al (2022), este proyecto no usa cenizas de fondo como en nuestros ensayos; se afirma que en esta investigación se ha considerado las cenizas volantes como agente estabilizador en una variedad de arcillas, como arcilla de baja plasticidad y alta plasticidad, arcillas limosas, orgánicas y turbas. En suelos blandos propiedades como (UCS), (CBR) y el (Mr) presentaron un aumento, por la mezcla con de cenizas volantes y considerando tiempo de curado, exceptuando suelos de arcillas con turba. Con la investigación se puede realizar sugerencia de añadir ceniza volante tipo C un 15%, basándose en las características mecánicas y también hidráulicas, en complemento con un curado de 7 días, con lo que se puede obtener un resultado más favorable. En vista

que es un suelo completamente diferente se tendría que comparar los métodos utilizados que son un más específicos ya que en la presente investigación se encontraron los mejores resultados con el porcentaje de 30%, pero de igual manera se busca brindar puntos clave que faciliten la selección de una dosificación en próximos estudios similares o afines al tema. Con el fin de hacer de esta metodología algo sostenible para tener en cuenta en el desarrollo de proyectos, de toda magnitud y así aprovechar todas las ventajas o incluso mejorar con otras investigaciones que se puedan dar en un futuro.

- ✓ Cañar (2017) en el país vecino de Ecuador, realizó un proceso para el desarrollo de su proyecto comenzando con una inspección visual, misma metodología que usamos para reconocer la zona y determinar a primera impresión el tipo de suelo que presentaba. Al igual que nosotros después se extrajeron las muestras de suelo, en la zona de intervención: estas muestras fueron clasificadas según el método (SUCS), además del AASHTO, para nuestro caso se hizo granulometría y se incluyeron límites de Atterberg. De la misma manera que se procedió en la presente investigación; a través de ensayos como Proctor modificado, mediante el que permite obtener tanto la humedad óptima como la densidad máxima seca, seguido mediante la mezcla de porcentajes en 20, 23, y 25% para conocer la capacidad de soporte (CBR). Como hemos podido observar este proyecto ha tenido cierta similitud en su desarrollo con el presente trabajo de investigación, pero en nuestros resultados en cuanto a las mejoras obtenidos mismos que pueden variar a causa de diferentes factores, pero que al final se ha obtenido un resultado positivo, que cumple con el objetivo primordial de la estabilización del suelo para la mejora de sus características.
- ✓ Parra (2018), realizó la evaluación de la capacidad de resistencia mecánica de muestras de caolín muestra arcillosa suelo que presenta distintas propiedades a nuestro suelo en estudio, ante la actuación de pesos monotónicos, que se presentaron tanto a tracción como a compresión; estas pruebas se realizaron con ayuda de la incorporación de porcentajes de cal y ceniza volante, 2%, 4%, 6% y 8%, a diferencia de

la ceniza de fondo que se usó en para nuestra investigación, la cual es más fácil de conseguir. El proceso de la investigación consta de una calificación de los componentes, para posteriormente hacer la prueba de Proctor estándar, de muestras obtenidas con las combinaciones de materiales, para concluir la ejecución del proceso se llevó a efecto aumentar las capacidades del suelo. La conclusión final a la que arribó la tesis fue que la cal proporciona una mayor mejora a diferencia de la combinación de mismo tipo de suelo con ceniza, como se sabe la cal es un material que desde antes se viene usando para este propósito, en especial por las zonas donde este material es abundante; dentro de las propiedades de esfuerzos, como deformaciones máximas del suelo a través de la comparación de resultados de todos, en resumen, los resultados determinaron que la cal es superior en todos los aspectos evaluados, pero que se obtuvo un resultado considerable del comportamiento a tracción con la ceniza. Tomando en cuenta los requerimientos de tiempo empleado, la estabilización realizada con cal es una mejor opción, porque su uso acorta el tiempo del proceso. Pero en nuestra investigación por otro lado con resultados solo de ceniza de se muestra una mejora relativamente superior/inferior

## VII. CONCLUSIÓN

- ✓ En conclusión, se determinó, a través de los ensayos, que la ceniza producto del carbón si actúa como estabilizante para nuestro suelo, mejorando de manera significativa el terreno que estudiamos permitiendo aumentar sus propiedades físicas y mecánicas y por lo tanto permitiendo desarrollar proyectos viales en esta zona.
  
- ✓ Se pudo conocer las propiedades exactas del suelo con el que trabajamos, a través de los ensayos fue posible cuantificar sus principales características: como su clasificación SUCS SC Y AASHTO A-4/A-2-7 que nos brinda un panorama amplio de algunas características; también su contenido de humedad que presenta un porcentaje de 10.92% Y 14.85 en la segunda muestra, para realizar la clasificación del suelo se debe tomar en cuenta a granulometría del suelo, teniendo en nuestro caso gravas, arena y finos. En otros ensayos más específicos para su labor como terreno de fundación en una obra se encontró las siguientes propiedades mecánicas: en el ensayo de PM de 2.037 Kg/m<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad de 13.4% y para la C-2 de 1.989 Kg/m<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad de 11.0%, para finalizar el CBR al 95% resultando como promedio 46.9%.
  
- ✓ Con los ensayos realizados a nuestro suelo, con los porcentajes de ceniza producto del carbón, se pudo comprobar la mejora de las características que obtuvo, de la cual la mayor fue con el 30% de ceniza de carbón con una mejora de 12% y de manera detallada fue se puede y resumida estos fueron los resultados de las propiedades mecánicas que es lo que principalmente se buscó:

- ✓ Finalmente se concluyó que la ceniza producto del carbón es viable para la estabilización de fondo, y si se puede realizar la estabilización en la vía mencionada, se debe cuidar los efectos que puede tener a largo plazo con lo que se podría determinar si la estabilización es duradera, si este proceso no genera efectos negativos a largo plazo en el terreno de fundación, como una contaminación, aunque se ha estudiado en diferentes lugares, se debe comprobar y tener en cuenta en el caso que se llegue a ejecutar.

## VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Luego de toda la exhaustiva investigación y concluyendo con un resultado positivo, podemos afirmar que la ceniza producto del carbón puede funcionar como estabilizador del suelo, mejorando considerablemente las propiedades de un terreno destinado para la ejecución de algún proyecto. De este modo en vista de el gran desarrollo que se presenta en la zona donde se hizo el presente proyecto, hay una gran demanda de ladrillo, lo que genera cada vez más residuos a causa de su producción, así que se puede conseguir hasta de manera gratuita este subproducto, porque muchas veces los propietarios de las ladrilleras invierten tiempo y dinero en el retiro de la ceniza.
  
- ✓ Frente al contante desarrollo de proyectos de pavimentación en la ciudad de Huamachuco y alrededores, el estabilizar y mejorar el suelo donde se realiza los proyectos, contribuiría a la disminución del maltrato del parque automotor en los vehículos, dando una mayor vida útil a los pavimentos, como evitando su rápido deterioro evitando muchos gastos por reparaciones. De este modo se mejoraría el tránsito y la calidad de vida de todos los habitantes de la zona.
  
- ✓ Para próximas investigaciones con la ceniza de carbón recomendamos probar con mayores porcentajes de ceniza o con este subproducto mezclado con algún otro producto como otra ceniza que pueda brindar una mejora para determinar: cuales son los porcentajes máximos con los que se obtiene los mejores resultados, para de esta forma obtener más referencias para ejecutar esta estabilización con mayor probabilidad de éxito y además cuanta diferencia hay en comparación con las dosis usadas en este proyecto de investigación.

- ✓ Para finalizar se recomienda y el estudio constante a través de los años de un suelo estabilizado con este subproducto u otros relacionados a cenizas, para poder ver su efecto a largo plazo en el lugar y sus alrededores donde se ha realizado la estabilización, para poder ver su duración en el tiempo y si existe la posibilidad de contaminación de la zona o sus recursos.



## IX. REFERENCIAS

- Cabrera Nole, J. I., & Paredes Minaya, J. N. (2018). *Estabilización de suelos con cenizas de carbón mineral con fines de pavimentación en el centro poblado de Cascajal Izquierdo, provincia de Santa – Ancash - 2018*. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_ddc8af56f3ee3675414eab05fdc05f55](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_ddc8af56f3ee3675414eab05fdc05f55)
- Fonseca, A. M., Piratova, A. M., & Piratova, A. M. (2019). *Estabilización de suelos*. Ediciones de la U.
- Garay, C., & Smith, J. (2021). *Ceniza de Carbón Mineral para Estabilización de Suelos Cohesivos en Subrasante*. Universidad Peruana Los Andes.
- Goñas Labajos, O., & Saldaña Núñez, J. H. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. *Revista Científica UNTRM Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(1), 30. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.589>
- Maluquis Perez, A., & Zegarra Juarez, J. H. J. (2019). *Uso de las cenizas volantes de carbón para mejorar la sub-rasante en la Avenida San Josemaría Escrivá de Balaguer [Progresiva: 2+880 – 3+880], Piura - Piura - Piura, 2018*. Universidad César Vallejo.
- Morales Zuluaga, D. (2015). *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas*. Universidad de Medellín.

Tiviano, C., & Santiago, E. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de

Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil.

Cadersa, A. S., Seeborun, A. K., & Chan Chim Yuk, A. (2014). Use of coal bottom ash as mechanical stabiliser in subgrade soil. *Journal of Industrial Engineering*, 2014, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2014/184607>

Castro-Moreira, J. C., & Vélez-Gilces, M. A. (2017). La importancia de la topografía en las ingenierías y arquitectura. *Polo del Conocimiento*, 2(7), 1071. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i7.331>

de Jesús Flores Rodríguez, F. (2020). *MECANICA DE SUELOS TOMO I, JUAREZ BADILLO*. [https://www.academia.edu/43300523/MECANICA\\_DE\\_SUELOS\\_TOMO\\_I\\_JUAREZ\\_BADILLO](https://www.academia.edu/43300523/MECANICA_DE_SUELOS_TOMO_I_JUAREZ_BADILLO)

Hauashdh, A., Radin Mohamed, R. M. S., Jailani, J., & Abd Rahman, J. (2020). Stabilization of peat soil using fly ash, bottom ash and Portland cement: Soil improvement and coal ash waste reduction approach. *IOP conference series. Earth and environmental science*, 498(1), 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/498/1/012011>

Mackiewicz, S. M., & Glen Ferguson, E. (s/f). *Stabilization of soil with self-cementing coal ashes*. P2infohouse.org. Recuperado el 26 de junio de

2023, de <https://p2infohouse.org/ref/45/44838.pdf>

Navagire, O. P., Sharma, S. K., & Rambabu, D. (2022). Stabilization of black cotton soil with coal bottom ash. *Materials Today: Proceedings*, 52, 979–985. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.10.447>

Raj S., S., Sharma, A. K., & Anand, K. B. (2018). Performance appraisal of coal ash stabilized rammed earth. *Journal of building engineering*, 18, 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.03.001>

Rajakumar, C., & Meenambal, T. (s/f). *Effect of coal ash in the stabilization of expansive soil for the pavement*. Sphinxsai.com. Recuperado el 26 de junio de 2023, de [https://sphinxsai.com/2015/ch\\_vol8\\_no1/3/\(170-177\)%20V8N1.pdf](https://sphinxsai.com/2015/ch_vol8_no1/3/(170-177)%20V8N1.pdf)

Yoobanpot, N., & Jamsawang, P. (s/f). *Use of coal bottom ash as stabilizer options in soil stabilization*. <https://doi.org/10.14416/c.fte.2017.11.071>

## X. ANEXOS

### ANEXO N° 01

Realización de excavación de la calicata N° 01



## ANEXO N°02

Realización de excavación de la calicata N° 02 y sacando muestra para laboratorio



## ANEXO N° 03

Realizamos tamizado de las muestras



## **ANEXO N° 04**

Informe de estudios de suelos mecánicas de suelos propiedades físicas y mecánicas.



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

# ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

**'ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE  
CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE**

**PROYECTO: PARA TESIS DE TITULACION**

**SOLICITANTE:**

**JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON  
FELIX**

**FECHA: 05 DE JUNIO DEL 2023**

  
Wilfredo Ecker Ramos Carrión  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com

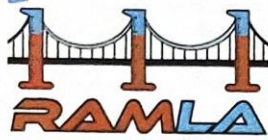


992249390 / 973102473



www.gruporamla.com





### Localización Del Proyecto

Departamento / Región	:	La Libertad
Provincia	:	Sánchez Carrión
Distrito	:	Huamachuco
Localidades	:	calle prolongación 10 de julio
Región geográfica	:	Sierra
Coordenadas UTM	:	

### Generalidades

#### 1.1. Objetivo Del Estudio


El objetivo del presente Informe Técnico, es realizar un Estudio de Suelos con fines de 'ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Revisión de muestra
- Ensayos de laboratorio.
- Determinación de la resistencia de los suelos (Ensayo de CBR).

#### 1.2. Normatividad

Los ensayos realizados se han basado en lo establecido en el Manual de Carreteras del Perú, NTP, ASTM. el cual mediante la aplicación de la Mecánica de Suelos indica los ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de sistemas de carga.

  
Alfredo Ecker Ramos Carrión  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857



### 1.3. Ubicación y descripción del Área de Estudio

El área de las muestras que los solicitantes recogieron fue en CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUA Distrito Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, región de La Libertad.

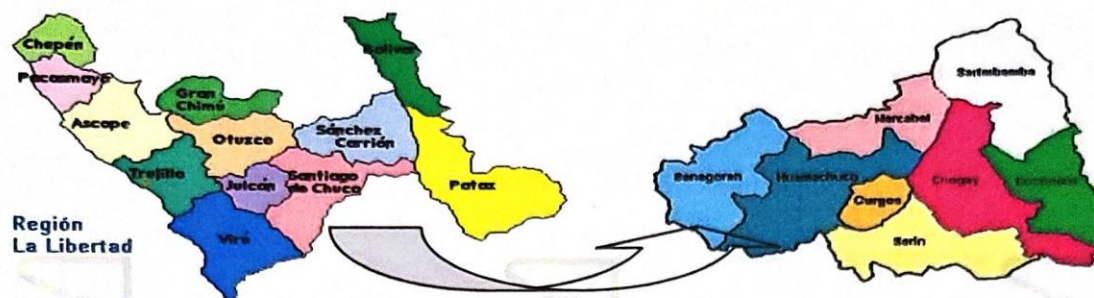


Figura 1.1 Mapa político del terreno en estudio (fuente: GOOGLE)

## 2.0 Investigaciones

### 2.1 Ensayos de Laboratorio:

Se realizaron los siguientes ensayos de Laboratorio

CALICATA	C-1	C-2
MUESTRA	M-1	M-1
PROFUNDIDAD	-	-
ESTRATOS	E-1	E-1
% PASA TAMIZ Nº 4	75.66	72.73
% PASA TAMIZ Nº 200	1.82	4.96
LÍMITE LÍQUIDO (%)	41.4	32.8
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	11.73	11.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.92	14.85
CLASIFICACIÓN SUCS	SC	SC
CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.	A-4/A-2-7	A-4/A-2-7
OPTIMO CONTENIDO HUMEDAD	13.4	10.95
MAXIMA DENSIDAD SECA	2.037	1.989
CBR %	49	46.9

*Wilfredo Ecker Ramos Carrión*  
 Wilfredo Ecker Ramos Carrión  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN:	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

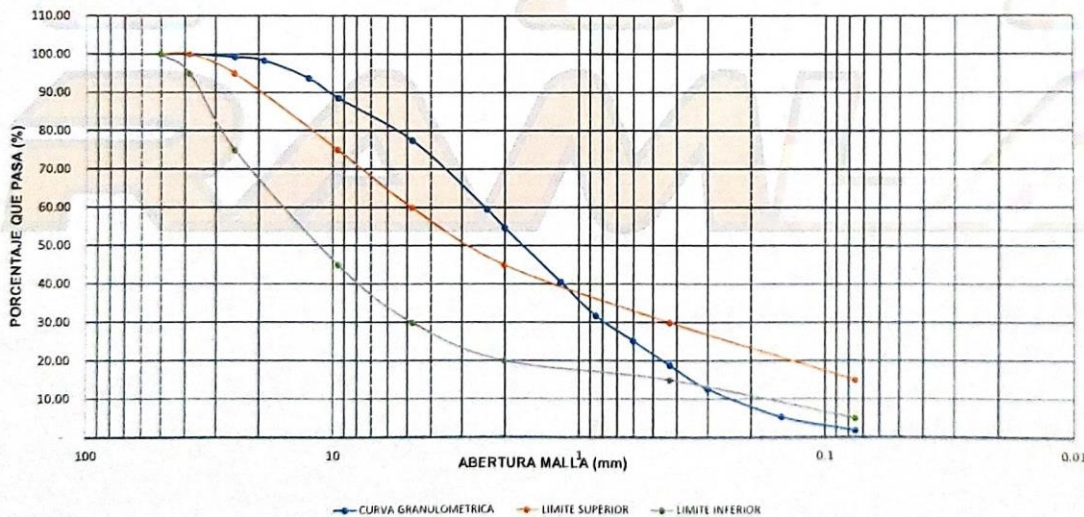
PESO ORIGINAL (gr)		2083.00				ESPECIFICACIONES	
PERDIDA POR LAVADO (gr)		38.00				LIMITES	
PESO TAMIZADO		2045.00				Superior	Inferior
TAMIZ	TAMAÑO DE TAMIZ EN mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA	% PASA	% PASA
2"	50	0.00	-	-	100.00	100.00	1.00
1 1/2"	38.1	0.00	-	-	100.00	100.00	95.00
1"	25	15.00	0.72	0.72	99.28	95.00	75.00
3/4"	19	20.00	0.96	1.68	98.32		
1/2"	12.5	97.00	4.66	6.34	93.66		
3/8"	9.5	107.00	5.14	11.47	88.53	75.00	45.00
# 4	4.75	230.00	11.04	22.52	77.48	60.00	30.00
# 8	2.36	373.00	17.91	40.42	59.58		
# 10	2	101.00	4.85	45.27	54.73	45.00	20.00
# 16	1.18	295.00	14.16	59.43	40.57		
# 20	0.85	184.00	8.83	68.27	31.73		
# 30	0.6	136.00	6.53	74.80	25.20		
# 40	0.425	134.00	6.43	81.23	18.77	30.00	15.00
# 50	0.3	127.00	6.10	87.33	12.67		
# 100	0.15	153.00	7.35	94.67	5.33		
# 200	0.075	73.00	3.50	98.18	1.82	15.00	5.00
FONDO		38.00	1.82	100.00	-		
SUMATORIA		2083.00	100.00				

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CANTERA	C1-M1
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I
LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (ASTM D43188)	-
LIMITE PLASTICO NTP 339.129 (ASTM D43188)	-
INDICE DE PLASTICIDAD	-
CLASIFICACIÓN DE AASHTO (M-145)	A-4/A-2-7
S.U.C.S. NTP 339.134 (ASTM D2487)	5C
D60	2.42
D30	1.93
D10	1.27

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu)	1.91
COEFICIENTE DE CURVATURA (Cc)	1.22

% HUMEDAD NTP 339.127 (ASTM D-2216)		
NOMBRE DEL GRUPO:	GRAVA (%)	22.52
	ARENA (%)	75.66
	FINOS (%)	1.82

CURVA GRANULOMETRICA



*[Signature]*  
 Ecker Ramos Carrión  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

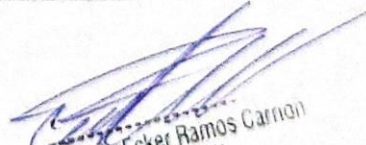
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185)**

PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	C1-M1
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

Tara N°	04	07
PESO DEL RECIPIENTE (g)	120.00	467.00
PESO HUMEDO (g)	825.25	2378.92
PESO SECO + TARA (g)	866.12	2605.64
PESO SECO (g)	746.12	2138.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.61	11.24

HUMEDAD FINAL	10.92
---------------	-------

  
Wilfredo Ecker Ramos Carrion  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857

**NOTA.**

El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

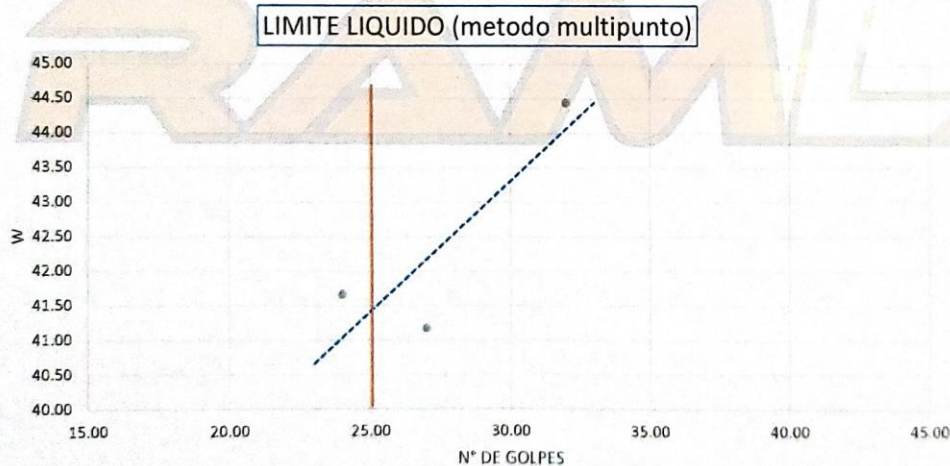
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

**LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)**

PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO			
CALICATA N° 1			
DESCRIPCION	limite liquido		
N° de ensayo	1	2	3
N° de capsula	T-03	T-03	T-03
peso de capsula	13.00	125.00	125.00
peso de capsula+ M. humedad	47.00	149.00	151.00
peso de capsula + M. seca	37.00	142.00	143.00
peso del agua	10.00	7.00	8.00
peso de la muestra seca	24.00	17.00	18.00
contenido de humedad	41.67	41.18	44.44
N° de golpes	24.00	27.00	32.00
promedio de C. humedad	42.43		
metodo de un punto			
limite liquido = $W^n (N/25)^{0.121}$	41.46	41.56	45.79
promedio LL	42.94		
LL de la grafica	41.4		

limite liquido	41.40
limite plastico	-
indice de plasticidad	-



NOTA.

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma

Wilfredo Ecker Ramos Carrión  
ING. CIVIL  
CIP N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)**


<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACIÓN</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO			
CALCICTA N°1-HUAMACHUCO			
DESCRIPCION	limite plastico		
N° de ensayo	1	2	3
N° de capsula	12	12	12
peso de capsula	22.50	22.50	22.50
peso de capsula+ M. humedad	29.51	29.62	29.90
peso de capsula + M. seca	28.83	27.26	28.25
peso del agua	0.68	2.36	1.65
peso de la muestra seca	6.33	4.76	5.75
contenido de humedad	10.74	49.58	28.70
promedio de C. humedad	29.67		

limite liquido	41.40
limite plastico	29.67
indice de plasticidad	11.73

**NOTA.**

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma

  
Wilfredo Ecker Ramos Carrión  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



# CORPORACION LD & R S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

## METODO DE ENSAYO PARA DETERMIANR EL PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 1999


PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	M1
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

PESO ESPECIFICO		
DENOMINACION		
MASA DE LA MUESTRA SECA	100	100
MASA DEL PICNOMETRO+AGUA DESTILADA	649.8	649.7
MASA DEL PICNOMETRO+AGUA DESTILADA + MUESTRA SECA	714.1	713.7
COEFICIENTE K	1.00085	1.00085
PESO ESPECIFICO	2.80	2.78
PROMEDIO (g/cm3)	2.79	

NOTA.

El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma

  
Wilfredo Ecker Ramos Carrion  
ING. CIVIL  
CIP N° 22985



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
TIPO B**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-1

**Compactación**

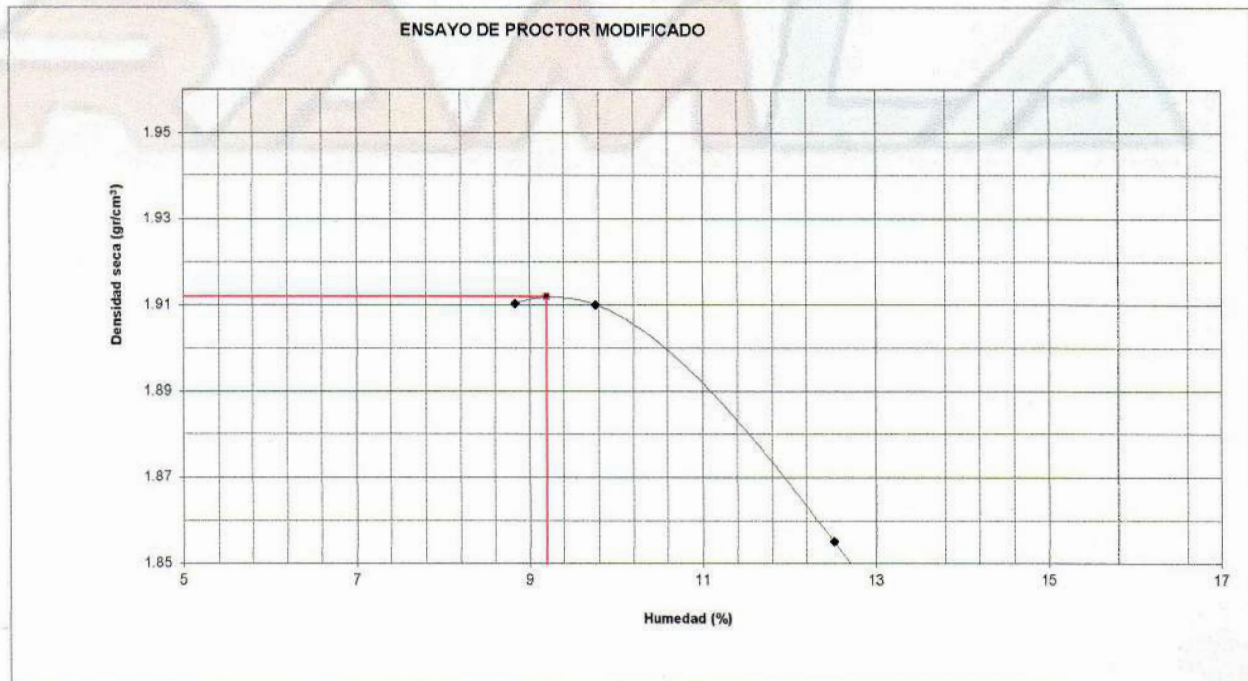
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	7733	7771	7751	7723
Peso molde (gr.)	3203	3203	3203	3203
Peso suelo compactado (gr.)	4530	4568	4548	4520
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2179	2179	2179	2179
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.079	2.096	2.087	2.074

**Humedad (%)**

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	137.30	138.40	81.08	80.17
Tara + suelo seco (gr.)	129.00	126.70	72.79	70.79
Peso de agua (gr.)	8.30	11.70	8.29	9.38
Peso de tara (gr.)	35.00	6.78	6.50	9.50
Peso de suelo seco (gr.)	94.00	119.92	66.29	61.29
Humedad (%)	8.8	9.8	12.5	15.3
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.910	1.910	1.855	1.799

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.912**  
Optimo Contenido de Humedad (%) : **9.2**

*Wilfredo Ecker Ramos Carrión*  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com





**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D-1883**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.912  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.200

**Compactación**

Molde Nº	3	2	1
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	8787	8713	8513
Peso molde (gr.)	4190	4190	4190
Peso suelo compactado (gr.)	4597	4523	4323
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2117	2117	2117.4
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.171	2.136	2.042

**Humedad (%)**

Tara Nº	1	2	3
Tara+suelo húmedo (gr.)	48.72	47.39	46.56
Tara+suelo seco (gr.)	45.10	43.79	43.01
Peso de agua (gr.)	3.62	3.60	3.55
Peso de tara (gr.)	19.00	17.55	17.55
Peso de suelo seco (gr.)	26.10	26.24	25.46
Humedad (%)	13.9	13.7	13.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.907	1.878	1.792

**Aplicación de Carga**

Penetración (mm.)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I		Molde II		Molde III			
		Presión		Presión		Presión			
		Dial	lbs./pulg <sup>2</sup>	Dial	lbs./pulg <sup>2</sup>	Dial	lbs./pulg <sup>2</sup>		
0.03	90.00	170.00	56.67	70.00	160.00	53.33	65.00	151.00	50.33
0.05	190.00	272.00	90.67	150.00	256.00	85.33	130.00	243.00	81.00
0.08	290.00	339.00	113.00	250.00	301.00	100.33	220.00	281.00	93.67
0.10	460.00	403.00	134.33	430.00	368.00	129.33	380.00	327.00	109.00
0.20	720.00	613.00	204.33	680.00	598.00	199.33	600.00	541.00	180.33
0.30	720.00	921.00	307.00	630.00	854.00	284.67	550.00	813.00	271.00
0.40	780.00	1124.00	374.67	390.00	1054.00	351.33	590.00	1007.00	335.67
0.50	790.00	1225.00	408.33	720.00	1153.00	384.33	620.00	1107.00	369.00

**Expansión:**

sobrecarga	expansion		
	Molde I	Molde II	Molde III
4,530.00			
4,530.00			
4,530.00			

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
 WILFREDO ECKER RAMOS CARRION  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



992249390 / 973102473



info@gruporamla.com



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

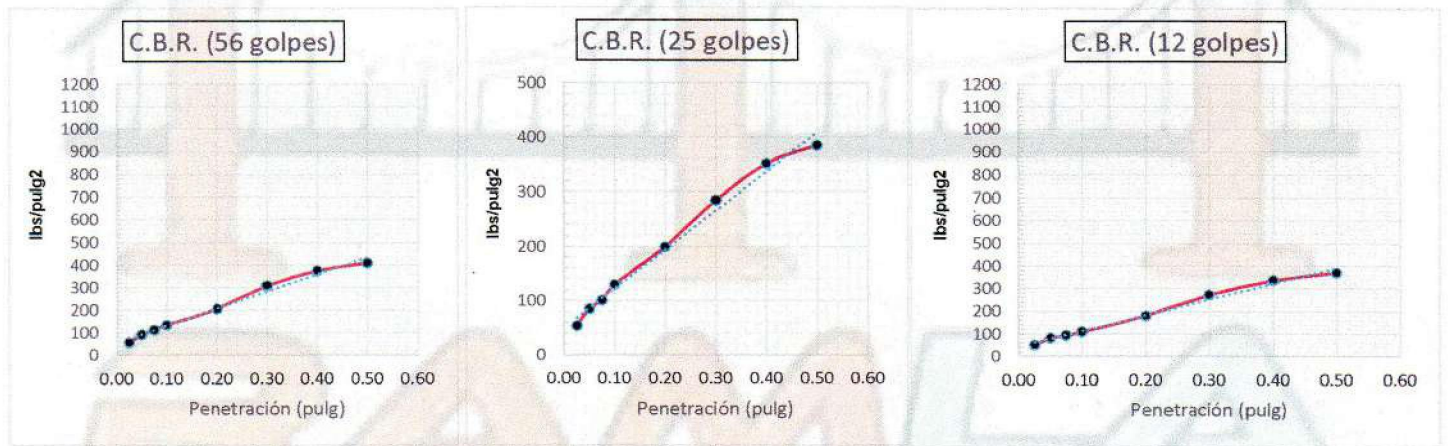
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.912  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.2



56	CBR (0.1")	13.43%
	CBR (0.2")	13.62%
25	CBR (0.1")	12.93%
	CBR (0.2")	13.29%
12	CBR (0.1")	10.90%
	CBR (0.2")	12.02%

95% DE M.D.S. : 1.816

**DETERMINACION DE C.B.R.**

C.B.R. (95% M.D.S.) 0" : 11.20% %

**OBSERVACIONES:**

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 229857

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco  
 info@gruporamla.com  
 992249390 / 973102473  
 www.gruporamla.com



# CORPORACION LD & R S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

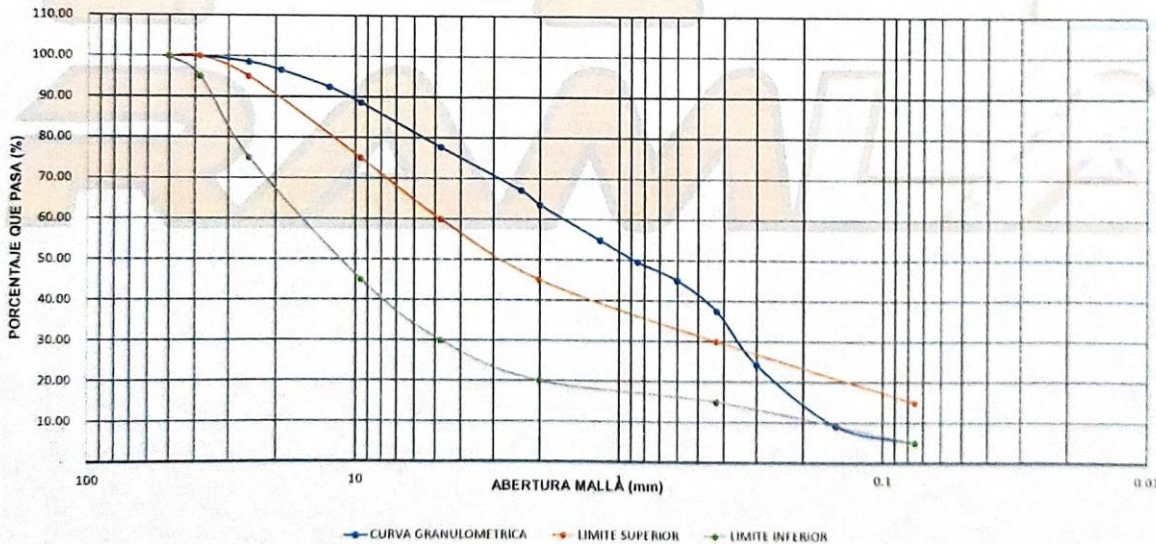
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN:	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

PESO ORIGINAL (gr)		2178.00				ESPECIFICACIONES	
PERDIDA POR LAVADO (gr)		108.00				LIMITE	
PESO TAMIZADO		2070.00				Superior	Inferior
TAMIZ	TAMAÑO DE TAMIZ EN mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA	% PASA	% PASA
2"	50	0.00	-	-	100.00	100.00	1.00
1 1/2"	38.1	0.00	-	-	100.00	100.00	95.00
1"	25	31.00	1.42	1.42	98.58	95.00	75.00
3/4"	19	43.00	1.97	3.40	96.60		
1/2"	12.5	91.00	4.18	7.58	92.42		
3/8"	9.5	83.00	3.81	11.39	88.61	75.00	45.00
# 4	4.75	238.00	10.93	22.31	77.69	60.00	30.00
# 8	2.36	231.00	10.61	32.92	67.08		
# 10	2	78.00	3.58	36.50	63.50	45.00	20.00
# 16	1.18	189.00	8.68	45.18	54.82		
# 20	0.85	115.00	5.28	50.46	49.54		
# 30	0.6	98.00	4.50	54.96	45.04		
# 40	0.425	165.00	7.58	62.53	37.47	30.00	15.00
# 50	0.3	287.00	13.18	75.71	24.29		
# 100	0.15	331.00	15.20	90.91	9.09		
# 200	0.075	90.00	4.13	95.04	4.96	15.00	5.00
FONDO		108.00	4.96				
SUMATORIA		2178.00	100.00				

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CANTERA	C2-M1
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I
LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (ASTM D43188)	-
LIMITE PLASTICO NTP 339.129 (ASTM D43188)	-
INDICE DE PLASTICIDAD	-
CLASIFICACIÓN DE AASHTO (M-145)	A-4/A-2-7
S.U.C.S. NTP 339.134 (ASTM D2487)	SC
D60	1.67
D30	0.64
D10	0.65
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu)	2.56
COEFICIENTE DE CURVATURA (Cc)	0.37

% HUMEDAD NTP 339.127 (ASTM D-2216)	
NOMBRE DEL GRUPO:	
GRAVÁ (%)	22.31
ARENA (%)	72.73
FINOS (%)	4.96

CURVA GRANULOMETRICA



Wilfredo Eckel Ramos Carrion  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 229857

Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco

992249390 / 973102473

info@gruporamla.com

www.gruporamla.com


**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185)**

PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	C2-M1
PROFUNDIDAD	
ESTRATO	E-I

Tara N°	04	07
PESO DEL RECIPIENTE (g)	150.00	150.00
PESO HUMEDO (g)	2195	2195.00
PESO SECO + TARA (g)	2038	2085.00
PESO SECO (g)	1888	1935.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.26	13.44

HUMEDAD FINAL	14.85
---------------	-------

  
Wilfredo Ecker Ramos Carrion  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857

**NOTA.**

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com

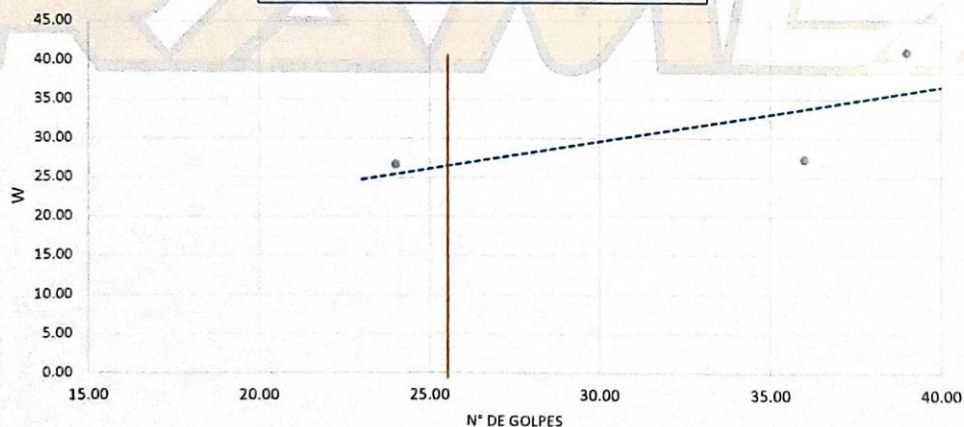
## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO			
CALICATA N° 2			
DESCRIPCION	limite liquido		
N° de ensayo	1	2	3
N° de capsula	T-03	T-03	T-03
peso de capsula	218.00	115.00	131.00
peso de capsula+ M. humedad	264.00	149.00	164.00
peso de capsula + M. seca	254.30	141.70	154.40
peso del agua	9.70	7.30	9.60
peso de la muestra seca	36.30	26.70	23.40
contenido de humedad	26.72	27.34	41.03
N° de golpes	24.00	36.00	39.00
promedio de C. humedad	31.70		
metodo de un punto			
limite liquido = $W^n (N/25)^{0.121}$	26.59	28.57	43.29
promedio LL	32.82		
LL de la grafica	32.8		

limite liquido	32.80
limite plastico	-
indice de plasticidad	-

LIMITE LIQUIDO (metodo multipunto)



NOTA.

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
 Wilfredo Ecker Ramos Carrion  
 ING. CIVIL  
 CID N° 239857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACIÓN</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO			
CALICATA N° 02			
DESCRIPCION	limite plastico		
N° de ensayo	1	2	3
N° de capsula	12	12	12
peso de capsula	20.50	20.50	20.10
peso de capsula+ M. humedad	29.51	29.82	29.90
peso de capsula + M. seca	27.85	28.18	28.27
peso del agua	1.66	1.64	1.63
peso de la muestra seca	7.35	7.68	8.17
contenido de humedad	22.59	21.35	19.95
promedio de C. humedad	21.30		

limite liquido	32.80
limite plastico	21.30
indice de plasticidad	11.50

## NOTA.

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma

  
Wilfredo Ecker Ramiro  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMIANR EL PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS  
SOLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 1999**

PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	C-2/M-1
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	EI

PESO ESPECIFICO		
DENOMINACION		
MASA DE LA MUESTRA SECA	100	100
MASA DEL PICNOMETRO+AGUA DESTILADA	649.9	650.1
	710.9	
MASA DEL PICNOMETRO+AGUA DESTILADA + MUESTRA SECA		711.1
COEFICIENTE K	1.00085	1.00085
PESO ESPECIFICO	2.57	2.57
PROMEDIO (g/cm3)		2.57

**NOTA.**

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma

  
Wilfredo Ecker Ramos Carrion  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO B

PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
SOLICITANTE:	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
UBICACIÓN	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
FECHA:	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CANTERA	M2
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

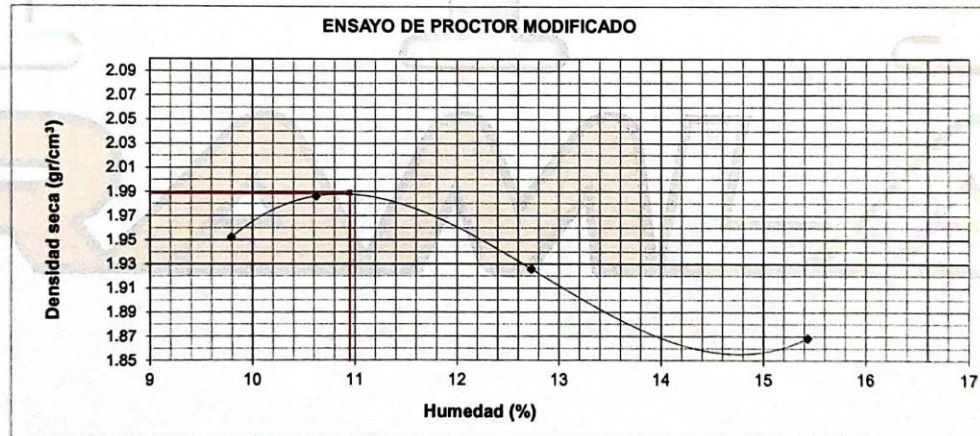
### Compactacion

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	4012.6	4062.9	4038.2	4025.3
Peso molde (gr.)	2016	2016	2016	2016
Peso suelo compactado (gr.)	1996.6	2046.9	2022.2	2009.3
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	931.5	931.5	931.5	931.5
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.143	2.197	2.171	2.157

### Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	111.82	82.99	81.23	80.25
Tara + suelo seco (gr.)	102.46	75.67	72.79	70.79
Peso de agua (gr.)	9.36	7.32	8.44	9.46
Peso de tara (gr.)	6.90	6.78	6.50	9.50
Peso de suelo seco (gr.)	95.56	68.89	66.29	61.29
Humedad (%)	9.8	10.6	12.7	15.4
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.952	1.986	1.926	1.869

Maxima Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.989  
 Optimo Contenido de Humedad : 11.0



  
 Wilfredo Ecker Ramos Carrion  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com





**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	M2
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.989  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 10.95

**Compactación**

Molde Nº	3	2	1
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	9241	9001	8723
Peso molde (gr.)	4190	4190	4190
Peso suelo compactado (gr.)	5051	4811	4533
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2117	2117	2117
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.385	2.272	2.141

**Humedad (%)**

Tara Nº	1	2	3
Tara+suelo húmedo (gr.)	48.72	47.39	46.56
Tara+suelo seco (gr.)	45.10	43.79	43.01
Peso de agua (gr.)	3.62	3.60	3.55
Peso de tara (gr.)	19.00	17.55	17.55
Peso de suelo seco (gr.)	26.10	26.24	25.46
Humedad (%)	13.9	13.7	13.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.095	1.998	1.879

**Aplicación de Carga**

Penetración (mm.)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I		Molde II		Molde III				
		Dial	Presión		Dial	Presión		Dial	Presión	
			lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.03	90.00	343.00	114.33	70.00	264.00	88.00	65.00	237.00	79.00	
0.05	190.00	702.00	234.00	150.00	559.00	186.33	130.00	476.00	158.67	
0.08	290.00	1085.00	361.67	250.00	907.00	302.33	220.00	814.00	271.33	
0.10	460.00	1702.00	567.33	430.00	1579.00	526.33	380.00	1378.00	459.33	
0.20	720.00	2643.00	881.00	680.00	2461.00	820.33	600.00	2018.00	672.67	
0.30	720.00	2684.00	894.67	630.00	2327.00	775.67	550.00	2037.00	679.00	
0.40	780.00	2944.00	981.33	390.00	2564.00	854.67	590.00	2198.00	732.67	
0.50	790.00	2996.00	998.67	720.00	2684.00	894.67	620.00	2287.00	762.33	

**Expansión**

sobrecarga	expansion		
	Molde I	Molde II	Molde III
4,530.00			
4,530.00			
4,530.00			

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



992249390 / 973102473



info@gruporamla.com



www.gruporamla.com

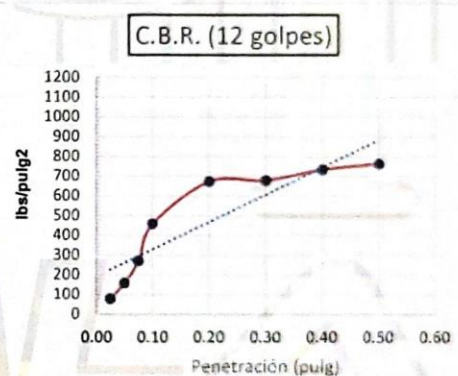
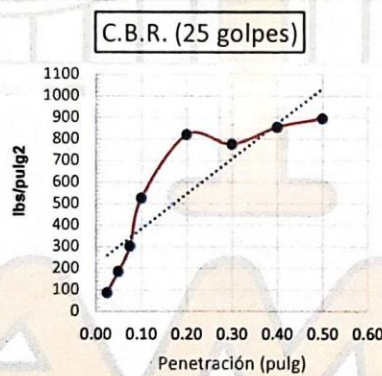
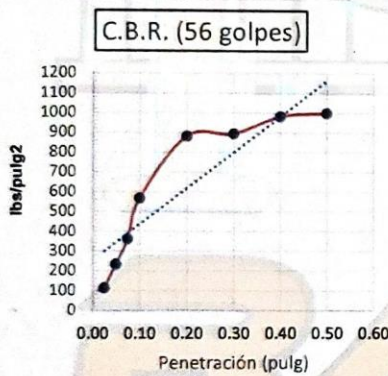


**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D-1883**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACIÓN</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	C2-M1
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

Máxima Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ) : 1.989  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 11.0



56 { CBR (0.1") 56.77%  
 CBR (0.2") 56.77%

25 { CBR (0.1") 52.69%  
 CBR (0.2") 54.69%

12 { CBR (0.1") 48.99%  
 CBR (0.2") 44.84%

95% DE M.D.S. : 1.990

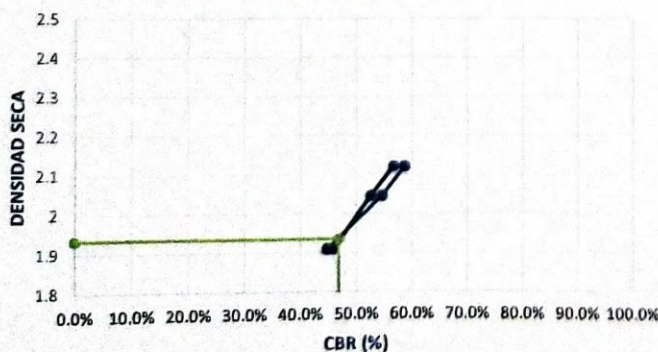
**DETERMINACION DE C.B.R.**

C.B.R. (95% M.D.S.) 01" : 13.0 %

**OBSERVACIONES:**

El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto, solo responde por los resultados obtenidos en la misma

**CURVA DE DENSIDAD SECA-CBR**



*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
 ING. CIVIL  
 CIP N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO B

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACIÓN:</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Muestra con 15% de Ceniza

### Compactación

Prueba Nº	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	7798	7843	7811	7785
Peso molde (gr.)	3203	3203	3203	3203
Peso suelo compactado (gr.)	4595	4640	4608	4582
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2179	2179	2179	2179
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.109	2.129	2.115	2.103

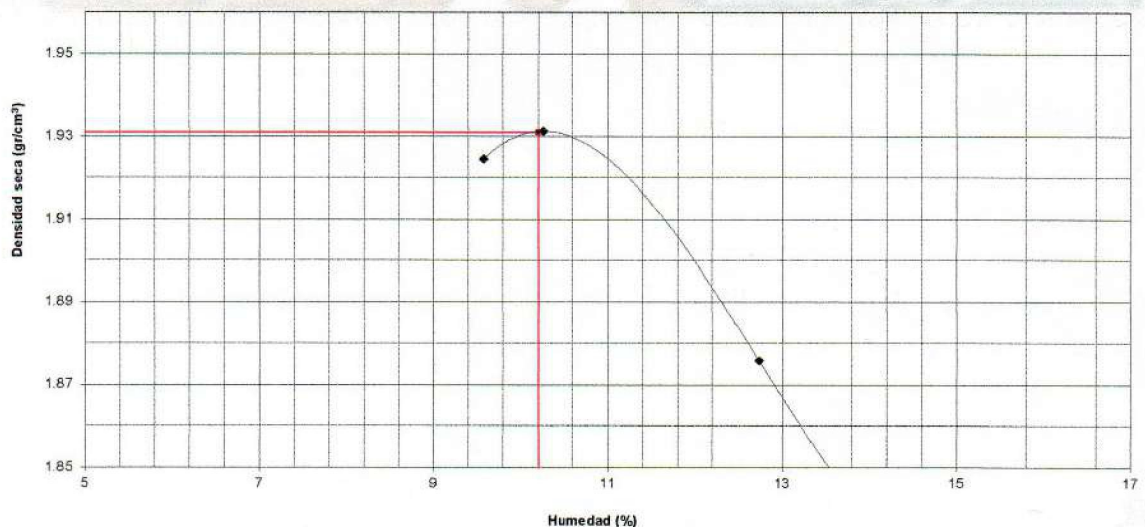
### Humedad (%)

Tara Nº	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	138.00	139.00	81.23	80.25
Tara + suelo seco (gr.)	129.00	126.70	72.79	70.79
Peso de agua (gr.)	9.00	12.30	8.44	9.46
Peso de tara (gr.)	35.00	6.78	6.50	9.50
Peso de suelo seco (gr.)	94.00	119.92	66.29	61.29
Humedad (%)	9.6	10.3	12.7	15.4
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.925	1.931	1.876	1.822

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.931**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **10.2**

*Wilfredo Ecker Ramos Carrión*  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
TIPO B**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACIÓN</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CANTERA	M2
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

Muestra con 30% de Ceniza

**Compactación**

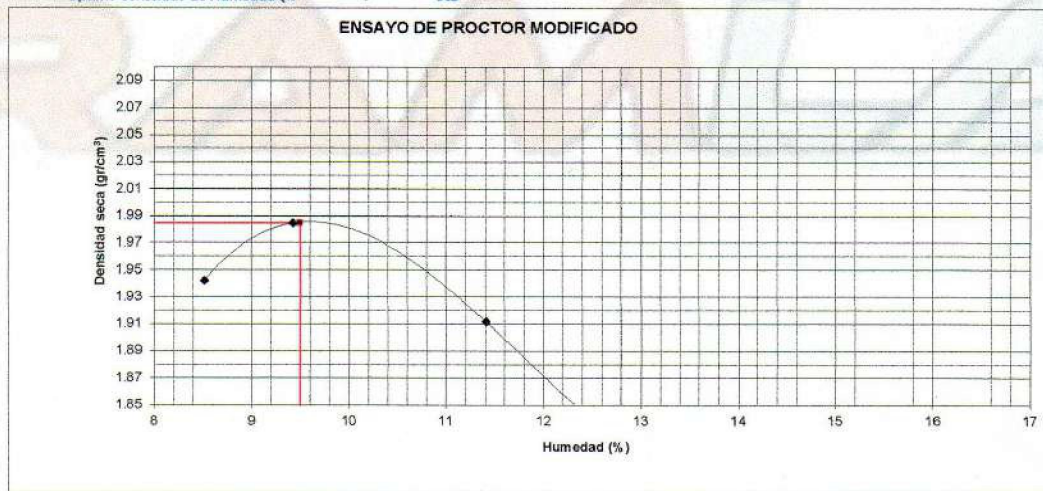
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	7795	7935	7844	7793
Peso molde (gr.)	3203	3203	3203	3203
Peso suelo compactado (gr.)	4592	4732	4641	4590
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2179	2179	2179	2179
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.107	2.172	2.180	2.106

**Humedad (%)**

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	137.00	138.00	80.35	80.01
Tara + suelo seco (gr.)	129.00	126.70	72.79	70.79
Peso de agua (gr.)	8.00	11.30	7.56	9.22
Peso de tara (gr.)	35.00	6.78	6.50	9.50
Peso de suelo seco (gr.)	94.00	119.92	66.29	61.29
Humedad (%)	8.5	9.4	11.4	15.0
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.942	1.985	1.912	1.831

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.985**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **9.5**

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



992249390 / 973102473



info@gruporamla.com



www.gruporamla.com



## ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.931  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 10.200

### Compacción

Molde Nº	3	2	1
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	8827	8763	8563
Peso molde (gr.)	4190	4190	4190
Peso suelo compactado (gr.)	4637	4573	4373
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2117	2117	2117.4
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.190	2.160	2.065

### Humedad (%)

Tara Nº	1	2	3
Tara+suelo húmedo (gr.)	48.72	47.39	46.56
Tara+suelo seco (gr.)	45.10	43.79	43.01
Peso de agua (gr.)	3.62	3.60	3.55
Peso de tara (gr.)	19.00	17.55	17.55
Peso de suelo seco (gr.)	26.10	26.24	25.46
Humedad (%)	13.9	13.7	13.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.923	1.899	1.813

### Aplicación de Carga

Penetración (mm.)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I		Molde II		Molde III				
		Presión		Presión		Presión				
		Dial	lbs. / pulg <sup>2</sup>	Dial	lbs. / pulg <sup>2</sup>	Dial	lbs. / pulg <sup>2</sup>			
0.03		90.00	200.00	66.67	70.00	183.00	61.00	65.00	167.00	55.67
0.05		190.00	401.00	133.67	150.00	380.00	126.67	130.00	363.00	121.00
0.08		290.00	450.00	150.00	250.00	405.00	135.00	220.00	393.00	131.00
0.10		460.00	630.00	210.00	430.00	577.00	192.33	380.00	540.00	180.00
0.20		720.00	840.00	280.00	680.00	792.00	264.00	600.00	780.00	260.00
0.30		720.00	950.00	316.67	630.00	854.00	284.67	550.00	836.00	278.67
0.40		780.00	1152.00	384.00	390.00	1054.00	351.33	590.00	1030.00	343.33
0.50		790.00	1265.00	421.67	720.00	1153.00	384.33	620.00	1111.00	370.33

### Expansión

sobrecarga	expansion			
	Molde I	Molde II	Molde III	
4,530.00				321
4,530.00				2626
4,530.00				4627
				6855
				13232
				1417

*Wilfredo Ecker Ramos Carrión*  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



992249390 / 973102473



info@gruporamla.com



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D-1883**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	M2
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.985  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.50

**Compactación**

Molde Nº	3	2	1
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	8928	8717	8609
Peso molde (gr.)	4190	4190	4190
Peso suelo compactado (gr.)	4738	4527	4419
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2117	2117	2117.4
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.238	2.138	2.087

**Humedad (%)**

Tara Nº	1	2	3
Tarahueto húmedo (gr.)	48.72	47.39	46.56
Tarahueto seco (gr.)	45.10	43.79	43.01
Peso de agua (gr.)	3.62	3.60	3.55
Peso de tara (gr.)	19.00	17.55	17.55
Peso de suelo seco (gr.)	26.10	26.24	25.46
Humedad (%)	13.9	13.7	13.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.965	1.880	1.832

**Aplicación de Carga**

Penetración (mm.)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I			Molde II			Molde III		
		Dial	Presión		Dial	Presión		Dial	Presión	
			lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.03		90.00	225.00	75.00	70.00	190.00	63.33	65.00	187.00	62.33
0.05		190.00	470.00	156.67	150.00	401.00	133.67	130.00	384.00	128.00
0.08		290.00	621.00	207.00	250.00	573.00	191.00	220.00	556.00	185.33
0.10		460.00	923.00	307.67	430.00	905.00	301.67	380.00	874.00	291.33
0.20		720.00	1265.00	421.67	680.00	1193.00	397.67	600.00	1167.00	389.00
0.30		720.00	1278.00	426.00	630.00	1200.00	400.00	550.00	1178.00	392.67
0.40		780.00	1423.00	474.33	390.00	1357.00	452.33	590.00	1311.00	437.00
0.50		790.00	1577.00	525.67	720.00	1480.00	493.33	620.00	1423.00	474.33

**Expansión:**

sobrecarga	expansion		
	Molde I	Molde II	Molde III
4,530.00			
4,530.00			
4,530.00			

321  
2626  
4627  
6855  
13232  
1417

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
**Wilfredo Ecker Ramos Carrion**  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

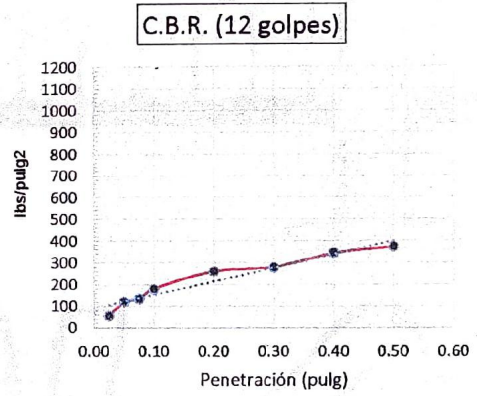
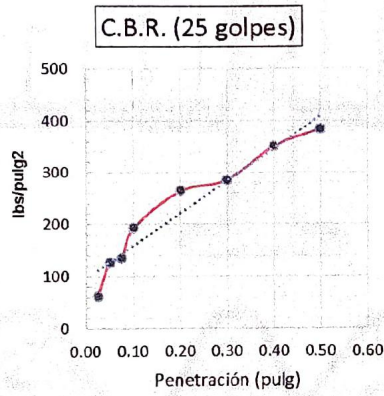
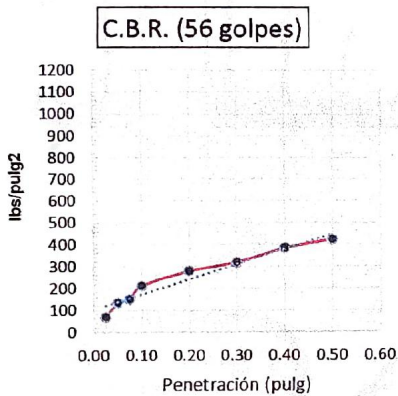
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.931  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 10.2



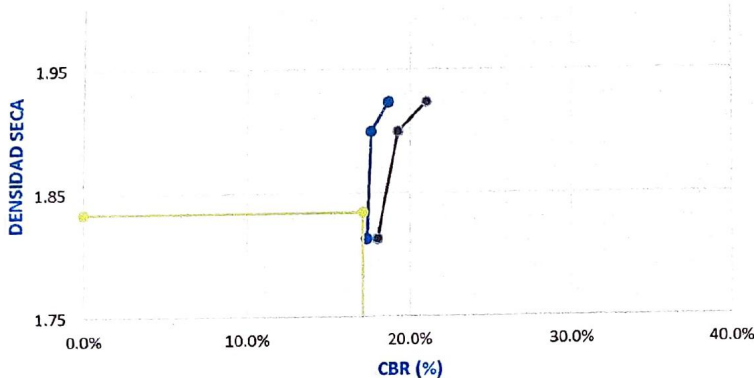
56 { CBR (0.1") 21.00%  
 CBR (0.2") 18.67%

25 { CBR (0.1") 19.25%  
 CBR (0.2") 17.60%

12 { CBR (0.1") 18.00%  
 CBR (0.2") 17.33%

95% DE M.D.S. : 1.834

**CURVA DE DENSIDAD SECA-CBR**



**DETERMINACION DE C.B.R.**

C.B.R. (95% M.D.S.) 01" : 17.10% %

**OBSERVACIONES:**

*Witredo Ecker Ramos Carrion*  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto: solo responde por los resultados obtenidos en la misma



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

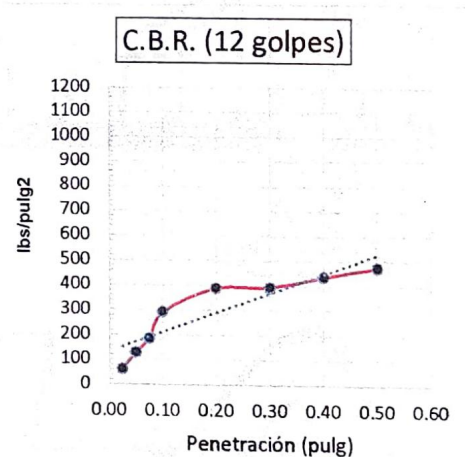
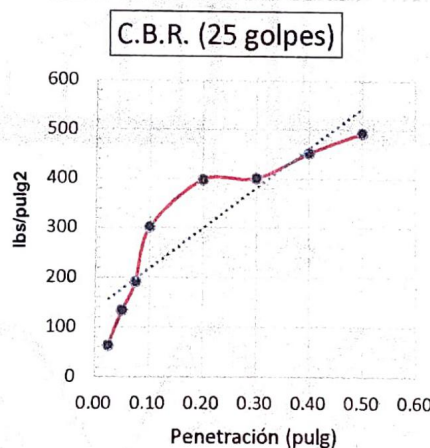
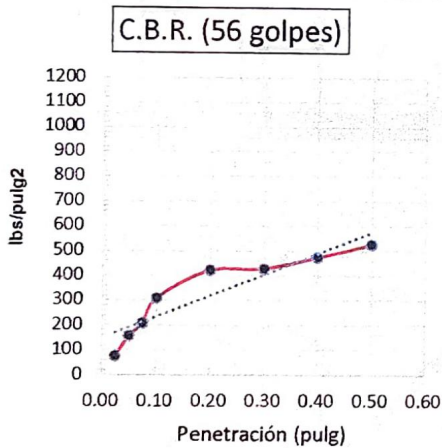
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D-1883**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION -
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M2
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.985  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.5

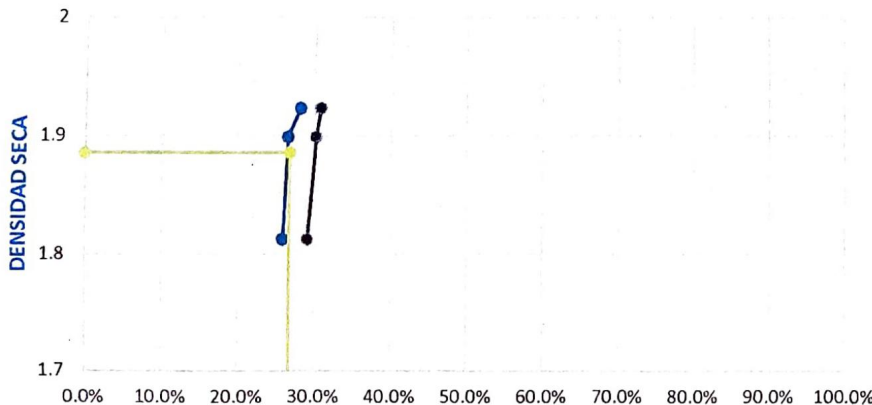


56 { CBR (0.1") **30.77%**  
CBR (0.2") **29.11%**

25 { CBR (0.1") **30.17%**  
CBR (0.2") **26.51%**

12 { CBR (0.1") **29.13%**  
CBR (0.2") **25.93%**

**CURVA DE DENSIDAD SECA-CBR**



95% DE M.D.S. : 1.886

**DETERMINACION DE C.B.R.**

C.B.R. (95% M.D.S.) 01" : 26.8% %

OBSERVACIONES:

*Wilfredo Ecker Ramos Carrión*  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 229857

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com





**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
TIPO B**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACIÓN:</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Muestra con 15% de Ceniza

**Compactación**

Prueba Nº	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	7798	7843	7811	7785
Peso molde (gr.)	3203	3203	3203	3203
Peso suelo compactado (gr.)	4595	4640	4608	4582
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2179	2179	2179	2179
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.109	2.129	2.115	2.103

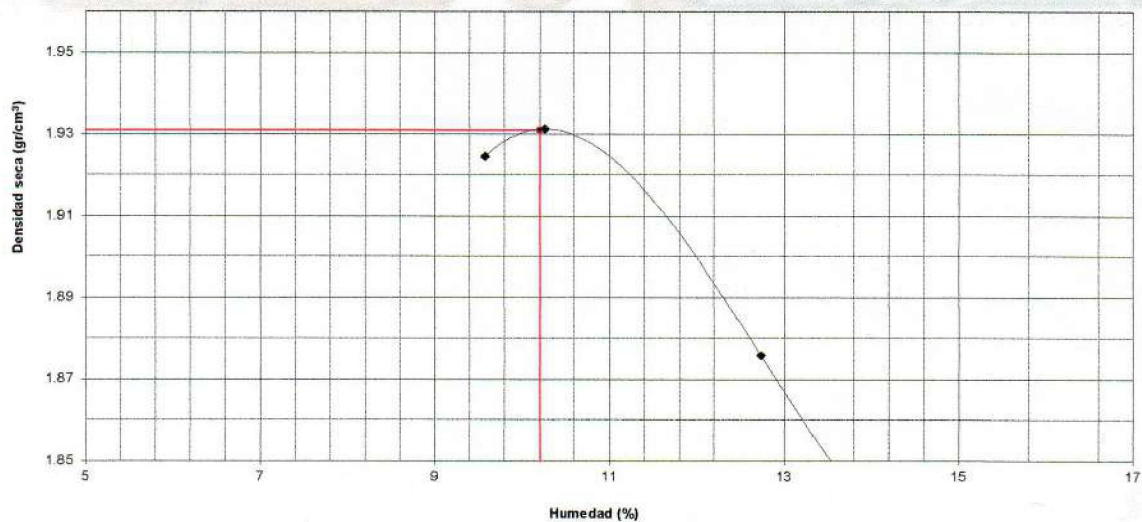
**Humedad (%)**

Tara Nº	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	138.00	139.00	81.23	80.25
Tara + suelo seco (gr.)	129.00	126.70	72.79	70.79
Peso de agua (gr.)	9.00	12.30	8.44	9.46
Peso de tara (gr.)	35.00	6.78	6.50	9.50
Peso de suelo seco (gr.)	94.00	119.92	66.29	61.29
Humedad (%)	9.6	10.3	12.7	15.4
Densidad Secca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.925	1.931	1.876	1.822

Máxima Densidad Secca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.931**  
Optimo Contenido de Humedad (%) : **10.2**

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
TIPO B**

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACIÓN</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CANTERA	M2
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

Muestra con 30% de Ceniza

**Compactación**

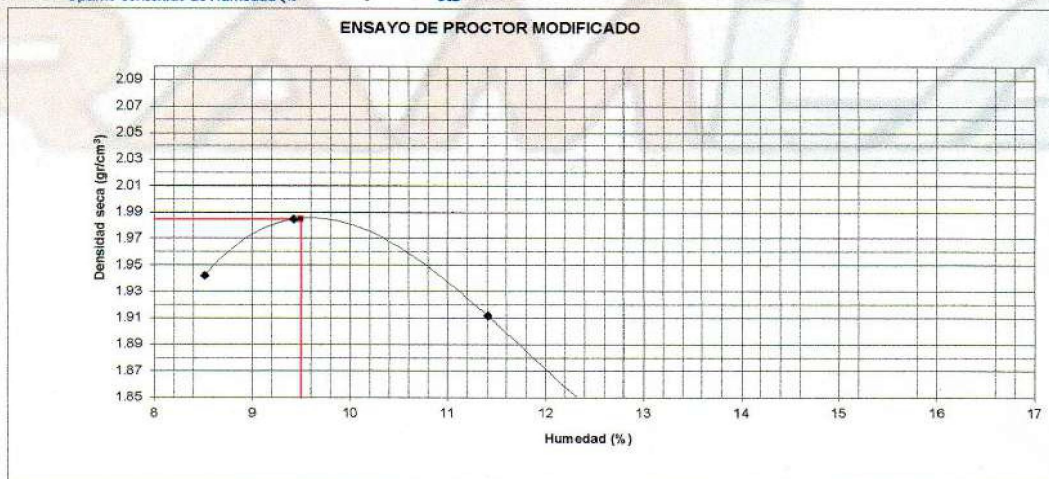
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	7795	7935	7844	7793
Peso molde (gr.)	3203	3203	3203	3203
Peso suelo compactado (gr.)	4592	4732	4641	4590
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2179	2179	2179	2179
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.107	2.172	2.150	2.106

**Humedad (%)**

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	137.00	138.00	80.35	80.01
Tara + suelo seco (gr.)	129.00	126.70	72.79	70.79
Peso de agua (gr.)	8.00	11.30	7.56	9.22
Peso de tara (gr.)	35.00	6.78	6.50	9.50
Peso de suelo seco (gr.)	94.00	119.92	66.29	61.29
Humedad (%)	8.5	9.4	11.4	15.0
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.942	1.985	1.912	1.831

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.985**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **9.5**

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
**ING. CIVIL**  
 CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



992249390 / 973102473



info@gruporamla.com



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	M1
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.931  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.200

**Compactación**

Molde Nº	3	2	1
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	8827	8763	8563
Peso molde (gr.)	4190	4190	4190
Peso suelo compactado (gr.)	4637	4573	4373
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2117	2117	2117.4
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.190	2.160	2.065

**Humedad (%)**

Tara Nº	1	2	3
Tara+suelo húmedo (gr.)	48.72	47.39	46.56
Tara+suelo seco (gr.)	45.10	43.79	43.01
Peso de agua (gr.)	3.62	3.60	3.55
Peso de tara (gr.)	19.00	17.55	17.55
Peso de suelo seco (gr.)	26.10	26.24	25.46
Humedad (%)	13.9	13.7	13.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.923	1.899	1.813

**Aplicación de Carga**

Penetración (mm.)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I			Molde II			Molde III		
		Dial	Presión		Dial	Presión		Dial	Presión	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.03		90.00	200.00	66.67	70.00	183.00	61.00	65.00	167.00	55.67
0.05		190.00	401.00	133.67	150.00	380.00	126.67	130.00	363.00	121.00
0.08		290.00	450.00	150.00	250.00	405.00	135.00	220.00	393.00	131.00
0.10		460.00	630.00	210.00	430.00	577.00	192.33	380.00	540.00	180.00
0.20		720.00	840.00	280.00	680.00	792.00	264.00	600.00	780.00	260.00
0.30		720.00	950.00	316.67	630.00	854.00	284.67	550.00	836.00	278.67
0.40		780.00	1152.00	384.00	390.00	1054.00	351.33	590.00	1030.00	343.33
0.50		790.00	1265.00	421.67	720.00	1153.00	384.33	620.00	1111.00	370.33

**Expansión:**

sobrecarga	expansion			
	Molde I	Molde II	Molde III	
4.530.00				321
4.530.00				2626
4.530.00				4627
4.530.00				6855
				13232
				1417

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



992249390 / 973102473



info@gruporamla.com



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M2
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.985  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.50

**Compactación**

Molde Nº	3	2	1
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	8928	8717	8609
Peso molde (gr.)	4190	4190	4190
Peso suelo compactado (gr.)	4738	4527	4419
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2117	2117	2117.4
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.238	2.138	2.087

**Humedad (%)**

Tara Nº	1	2	3
Taratsuelo húmedo (gr.)	48.72	47.39	46.56
Taratsuelo seco (gr.)	45.10	43.79	43.01
Peso de agua (gr.)	3.62	3.60	3.55
Peso de tara (gr.)	19.00	17.55	17.55
Peso de suelo seco (gr.)	26.10	26.24	25.46
Humedad (%)	13.9	13.7	13.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.965	1.880	1.832

**Aplicación de Carga**

Penetración (mm.)	Presión Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Molde I			Molde II			Molde III		
		Dial	Presión		Dial	Presión		Dial	Presión	
			lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.03		90.00	225.00	75.00	70.00	190.00	63.33	65.00	187.00	62.33
0.05		190.00	470.00	156.67	150.00	401.00	133.67	130.00	384.00	128.00
0.08		290.00	621.00	207.00	250.00	573.00	191.00	220.00	556.00	185.33
0.10		460.00	923.00	307.67	430.00	905.00	301.67	380.00	874.00	291.33
0.20		720.00	1265.00	421.67	680.00	1193.00	397.67	600.00	1167.00	389.00
0.30		720.00	1278.00	426.00	630.00	1200.00	400.00	550.00	1178.00	392.67
0.40		780.00	1423.00	474.33	390.00	1357.00	452.33	590.00	1311.00	437.00
0.50		790.00	1577.00	525.67	720.00	1480.00	493.33	620.00	1423.00	474.33

**Expansión:**

sobrecarga	expansion		
	Molde I	Molde II	Molde III
4,530.00			
4,530.00			
4,530.00			

321  
2626  
4627  
6855  
13232  
1417

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

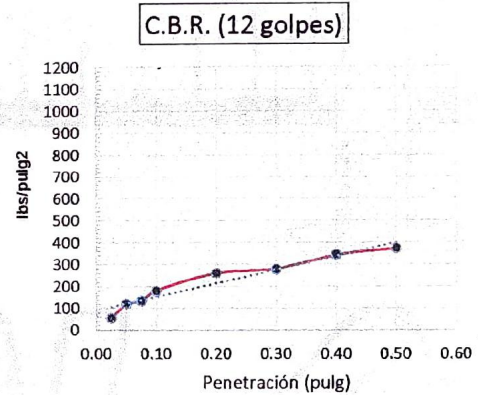
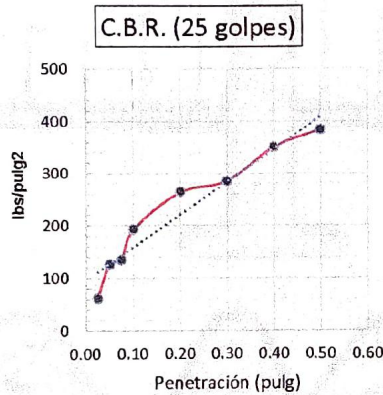
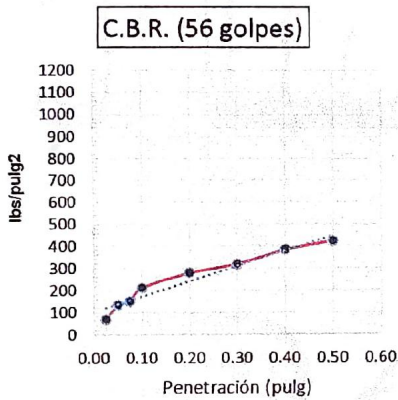
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - LA
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

<b>REFERENCIA</b>	HUAMACHUCO
<b>CALICATA</b>	M1
<b>PROFUNDIDAD</b>	-
<b>ESTRATO</b>	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.931  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.2



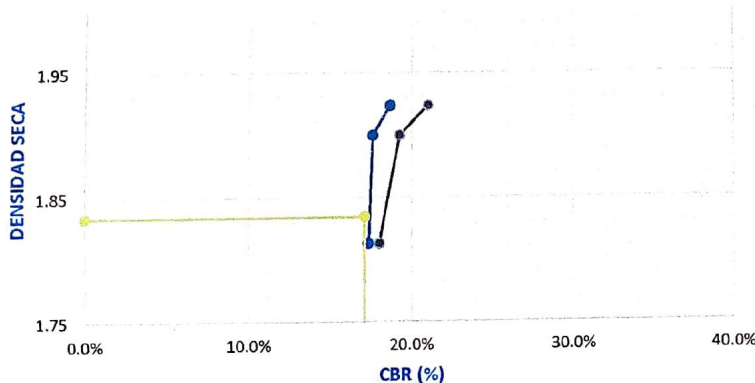
56 { CBR (0.1") 21.00%  
CBR (0.2") 18.67%

25 { CBR (0.1") 19.23%  
CBR (0.2") 17.60%

12 { CBR (0.1") 18.00%  
CBR (0.2") 17.33%

95% DE M.D.S. : 1.834

**CURVA DE DENSIDAD SECA-CBR**



**DETERMINACION DE C.B.R.**

C.B.R. (95% M.D.S.) 01" : 17.10% %

**OBSERVACIONES:**

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
ING. CIVIL  
CIP. N° 229857

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma



Dirección: Jr. Junin 580 - Huamachuco



info@gruporamla.com



992249390 / 973102473



www.gruporamla.com



**CORPORACION LD & R S.A.C.**

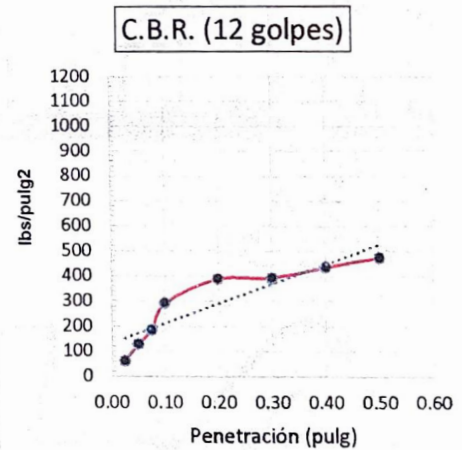
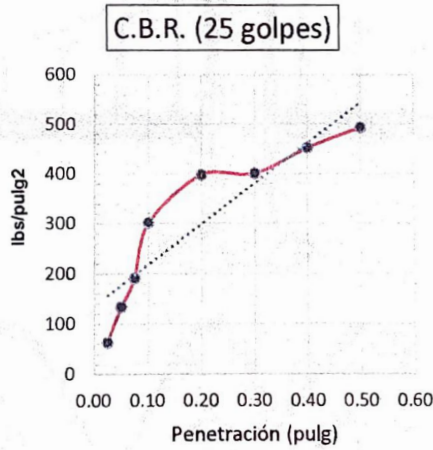
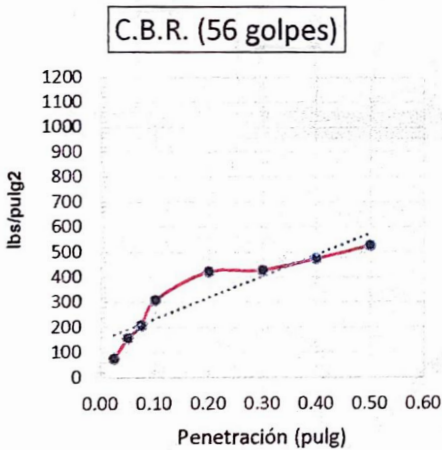
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZAS DE CARBON PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE
<b>SOLICITANTE:</b>	JULCA ASTO ANTONY WILDER Y HERRERA AVILA ANDERSON FELIX
<b>UBICACION</b>	CALLE PROLONGACION 10 DE JULIO-HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION -
<b>FECHA:</b>	05 DE JUNIO DEL 2023

REFERENCIA	HUAMACHUCO
CALICATA	M2
PROFUNDIDAD	-
ESTRATO	E-I

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.985  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.5



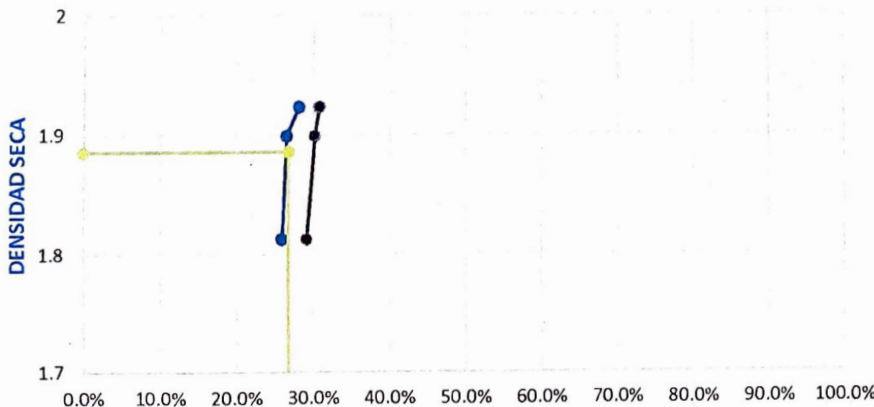
56 { CBR (0.1") 30.77%  
 CBR (0.2") 28.11%

25 { CBR (0.1") 30.17%  
 CBR (0.2") 26.51%

12 { CBR (0.1") 29.13%  
 CBR (0.2") 25.93%

95% DE M.D.S. : 1.886

**CURVA DE DENSIDAD SECA-CBR**



**DETERMINACION DE C.B.R.**

C.B.R. (95% M.D.S.) 01" : 26.8% %

**OBSERVACIONES:**

*Wilfredo Ecker Ramos Carrion*  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 229857

El laboratorio no ha intervenido en la exploracion y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por lo tanto; solo responde por los resultados obtenidos en la misma