



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incorporación de la ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de
Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán,
Huánuco – 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Ramírez Cruz, Edmundo (ORCID: 0000-0002-1640-7142)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A **Dios**, por guiarme en todo este proceso y pueda realizar mis metas; a mi querida madre, Eutemia cruz por todo el amor, dedicación y apoyo que me da para poder verme realizar mis metas, quien sacrifico muchas cosas por verme convertido en un profesional; a mi padre Felix Epifanio que sacrifico día a día por apoyarme en todo lo que necesitaba; a mi viejito Graciano por darme esos consejos maravillosos; a mis primas Linda, Zenia, Nancy, Arely y mi tío Gregorio y mi tía Juana por tu cariño y apoyo quien me incentivo a seguir avanzando; a mi ex enamorada Estefani por quien en su momento ha sido mi principal fuente de alegría; a Cinthya, quien me ha enseñado el verdadera valor de la amistad.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por darme salud y fortaleza para poder afrontar los momentos difíciles de mi vida, así permitirme alcanzar mi objetivo que me propuse al inicio de proceso universitario.

A nuestros docentes e ingenieros que formaron parte de nuestra carrera profesional, por todos lo conocimiento y experiencia compartidos en todo el transcurso de mi formación y enseñarnos que la perseverancia nos llevara por el mejor camino y ser mejores profesionales.

A mi padre Feliz y mi madre Eutemia por todo el concejo, apoyo brindado en todos estos años, son las personas principales es este objetivo logrado. Por todo ello un agradecimiento eterno a las personas mencionadas.

Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de Tablas	iv
Índice de Figuras	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variable y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspecto ético.....	23
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	48

Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Límite de consistencia</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 2: Proctor modificado suelo natural</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 3: Proctor modificado incorporándole la ceniza de cabuya 6%</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4: Proctor modificado incorporándole la ceniza de cabuya 8%</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 5: Proctor modificado incorporándole la ceniza de cabuya 12%</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 6: Relación CBR y cabuya.....</i>	<i>40</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Foto de estudio del tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Cuadro 4.6 Clasificación de suelos según índice de plasticidad</i>	<i>16</i>
<i>Figura 3. Tabla 4.11 Clasificación de subrasante en función al CBR.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 4. Cuadro 4.1 Número de Calicatas para Exploración de Suelos.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5. Número de Calicatas para Exploración de Suelos</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6. Análisis granulométrico por tamizado.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7: Curva granulométrica</i>	<i>26</i>
<i>Figura 8. Diagrama de fluidez</i>	<i>27</i>
<i>Figura 9. Límite de consistencia vs porcentajes Ceniza Cabuya</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10. Relaciona contenido Humedad– MDS de Suelo natural</i>	<i>29</i>
<i>Figura 11. Máxima densidad seca con los porcentajes incorporados en 6%</i>	<i>30</i>
<i>Figura 12. Máxima densidad seca con los porcentajes incorporados en 8%</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13. Máxima densidad seca con los porcentajes incorporados en 12%</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14. Expansión para molde 1 con porcentaje de ceniza cabuya.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 15. Expansión para molde 2 con porcentaje de ceniza cabuya.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 16: Expansión para molde 3 con porcentaje de ceniza cabuya.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 17. Relación CBR y Máxima densidad seca de suelo natural</i>	<i>34</i>
<i>Figura 18. Relación CBR y MDS al adicionar 6% de ceniza cabuya</i>	<i>35</i>
<i>Figura 19. Relación CBR y MDS al adicionar 8% de ceniza cabuya</i>	<i>35</i>
<i>Figura 20. Relación CBR y MDS al adicionar 12% de ceniza cabuya</i>	<i>36</i>
<i>Figura 21. Límite de consistencia vs porcentajes Ceniza Cabuya</i>	<i>37</i>
<i>Figura 22. Expansión suelo natural y Ceniza Cabuya.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 23. Comparación de CBR al incorporar la Ceniza Cabuya.....</i>	<i>40</i>

Resumen

En presente proyecto investigación previo a la obtención de título de ingeniero civil, tuvo como objetivo principal la incorporación de la ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de suelos Arcillosos, sabiendo que hoy en día esto no es muy frecuente ni aplicado por falta de investigaciones, por esto ayudara a que puedan aprovechar de manera eficiente la cabuya.

La investigación que utilizaron una metodología cuasi experimental, la población ha sido del tramo Yarumayo – San pedro de Chaulán de 6 km, la muestra se recopilo de 3 km, así mismo se realizaron ensayos de límite Atterberg, expansión y CBR.

Los resultados de la investigación que se obtuvo al incorporar 6%, 8% y 12% de ceniza de Cabuya, se determinó que la ceniza de Cabuya disminuye el índice de plasticidad con 6% del mismo modo que en la expansión y el CBR incremento al incorporarlo el 12% de ceniza de 8% suelo natural hasta llegar a 17.5% CBR.

Concluyendo que es posible la estabilización de los suelos arcillosos incorporando la ceniza de Cabuya ya que mediante los ensayos realizados en laboratorio con las muestras del tramo Yarumayo – San pedro de Chaulán podemos finalizar que si ve mejorado la estabilización de una manera precisa con buenos resultados.

Palabras claves: Ceniza de cabuya, Subrasante, capacidad soporte y expansión

Abstract

In this research project prior to obtaining a civil engineering degree, the main objective was the incorporation of Cabuya ash to improve the properties of clay soils, knowing that nowadays this is not very frequent or applied due to lack of research. For this reason, it will help them to take advantage of the line efficiently.

The research that used a quasi-experimental methodology, the population has been from the Yarumayo-San Pedro de Chaulán section of 6 km, the sample was collected from 3 km, likewise Atterberg limit tests, expansion and CBR were carried out.

The results of the investigation that was obtained when incorporating 6%, 8% and 12% of Cabuya ash, it was determined that the Cabuya ash decreases the plasticity index with 6% in the same way as in the expansion and the CBR increased when incorporate 12% ash from 8% natural soil until reaching 17.5% CBR.

Concluding that it is possible to stabilize clay soils by incorporating Cabuya ash and that through laboratory tests with samples from the Yarumayo-San Pedro de Chaulán section, we can finalize if stabilization is improved in a precise way with good results.

Keywords: Cabuya ash, Subgrade, support and expansion capacity

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras cumplen un rol fundamental para su crecimiento y el desarrollo de los países como Ecuador, Colombia, Chile y otros, por que la mayor parte de la economía mundial está ligada a la red vial, es por ello que las carreteras se mantengan en condiciones óptimas. Sin embargo, los países desarrollados plantearon una técnica para mejorar el terreno de sub rasante y así poder economizar en el proceso de ejecución del proyecto, aplicando aditivos químicos, productos industrializados, esta idea surge de diversos problemas que tuvieron en el transcurso de los años haciendo que el terreno de sub rasante tenga fallas por deformaciones o por exceso de cargas. Asimismo, realizaron estudios incorporando productos naturales para mejorar el sub rasante dando como resultado mejoras en su CBR, resistencia al rotura y Índice de plasticidad, adicionando productos como cascara de caña de azúcar (Ecuador), Ceniza de Bagazo (Kenia, India) y cascara de arroz (Indonesia).

En el Perú según Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC), tenemos una longitud 168,473.1 km de red vial en el país, los cuales solo el 26,916.0 km (15.98%) están pavimentadas y el 141,557.1 km(84.024%) que no están pavimentados, lo que nos indica que la mayor parte de nuestras carreteras se encuentra sin pavimentar y algunos de ellos se encuentra en estados críticos, es por ello, que nos fortaleceremos en nuestras industriales nacionales como es el proceso de producción, distribución y comercialización, en cantidad considerable. Ya que estas carreteras mayormente están ubicadas en la sierra, y la mayor parte es de trocha carrozable y estas se encuentra con fisura, huecos y otros, haciendo que sea de difícil acceso de vehículos pesados que transportan sus productos o que la población pueda desarrollar su economía y social, por lo tanto, no puedan mejorar su calidad de vida.

Para poder mejorar las carreteras en el Perú, se ha realizado diversos estudios aportando una solución a la mejora del sub-rasante aplicando un producto que sea industrializado o químico y así mejorar su resistencia, máxima densidad seca, Índice de plasticidad y CBR (california Bearing Ratio). Sin embargo, aplicando productos como Ceniza de Carbón (Amazonas), Cenizas de Bagazos de Caña (Trujillo), Cenizas de Caña de azúcar (Ancash) y el Ceniza de arroz (Piura), se utilizaron para estabilizar

el sub rasante donde tuvo un resultado óptimo y/o aceptable mejorando el CBR y resistencia a la rotura.

El Departamento de Huánuco está ubicado en el centro oriental del País a una altitud promedio 1894 msnm, teniendo una longitud de 7 708.6 km de Red vial, donde una longitud de 695.6 km (9.02%) se encuentra pavimentada, y el 7013.0 km(90.28%) no se encuentra pavimentado, lo que indica que la mayor parte de sus redes vías vecinales, se encuentra con condiciones no tan favorables debido a las malas condiciones en que encuentra sus vías de acceso presentado fallas como son: Baches(huecos), deformaciones, erosiones. Esto se debe a falta de presupuesto para su infraestructura vial y en algunos casos la poca cantidad de dinero que se dispone para un proyecto vial lo derivan a otros fines, por las mismas razones que la población no mejoren su situación económica y no pueda reducir sus índices de pobreza.

Sin embargo, algunas partes de Huánuco optaron por darle una solución a sus carreteras aplicando cal para estabilizar el sub-rasante, pero también hay estudios realizados con productos agroindustriales para mejorar el terreno. Teniendo como propósito es economizar, los estudios realizados y aplicados con cal dieron como resultado una mejora en sus características de terreno, lo que faltaría es realizar un estudio con productos agroindustriales y así aprovechar los productos que no se utilizan y darle utilidad.

El Distrito de Yarumayo pertenece a la provincia de Huánuco a lo largo de toda su extensión, tiene un área de 62.3 km², con una población de 2700 habitantes, de Huánuco a Yarumayo consta una longitud 40 km carretera de los cuales el 19 km(47.5%) se encuentra pavimentado y el 21 km(52.5%) no está pavimentada, lo cual se tomara un tramo para realizar el estudio de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, la carretera no ha mejora por carencia de medios correspondientes como; no hay estudios especiales, propuestas innovadores, falta de presupuestos para el manteniendo y lo más importante por falta de información, comunicación y voluntad por parte de sus líderes. Por esta razón el sector economía está perdiendo ingresos y desarrollo, teniendo como potencia el agro industrial de la papa, maíz, habas y alverja.

Es por esta razón se realizó un estudio novedoso para poder dar solución a problemas que se presenta en el tramo de carretera de Yarumayo – San Pedro de Chaulán que consta de 6 km aproximadamente presentando problemas como son: baches, desniveles y grietas.

Por esta misma razón se utilizó la Cabuya convirtiéndolo en Ceniza, ya que esta plantación abunda en la zona, hace década se utilizaba para hacer tintes y hoy en día dejaron de utilizarlo. De manera que se incorporó un porcentaje de ceniza de cabuya en suelo arcilloso donde mejoro sus propiedades como es; en expansión, límite de Atterberg, CBR (california Bearing Ratio) y índice de plasticidad, es por esta misma razón se ha propuesto una alternativa innovadora y que el producto adicionado mejoro las propiedades del terreno, de esta manera aprovechar el producto que abunda en la zona, y estaríamos optimizando el proyecto.



Figura 1. Foto de estudio del tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán

Fuente: Google Mapas

Formulación del problema

Teniendo como concepto inicial de nuestra problemática, se apreció que la carretera se encuentra sin pavimentar y en condiciones no favorables, por esta razón se adiciono producto natural para la mejora del terreno de sub rasante y así pueda soportar las cargas de tránsito, disminuir las deformaciones, fisuras y baches. y pudiendo ayudar a desarrollarse a la población, por esta situación se asignó el tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, proponiendo una alternativa que es incorporar la Ceniza de Cabuya para la mejora del sub rasante de Suelo Arcilloso.

Problema general: ¿En cuánto influye la Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020?

Problema específico

¿En cuánto influye la Incorporación de la Ceniza de Cabuya en la índice plasticidad de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020?

¿En cuánto influye la Incorporación de la Ceniza de Cabuya en la expansión de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020?

¿En cuánto influye la Incorporación de la Ceniza de Cabuya en la resistencia al esfuerzo de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020?

Justificación del estudio

La investigación se justifica, en tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, del departamento de Huánuco, teniendo como propósito beneficiar a los pobladores y a las personas que transitan con sus vehículos dirigiéndose a diferentes pueblos y caseríos cercanos. Puesto que este proyecto de investigación ayudara a contribuir en la investigación sobre la infraestructura vial y de esta manera se lograron resultados favorables, adicionando un porcentaje de Cenizas de Cabuya para la mejora del terreno de sub rasante ,realizando ensayos de laboratorio para poder llegar a conocer los beneficios que conlleva al adicionar las Cenizas de Cabuya, los cuales se

obtuvieron unos resultados esperados para el desarrollo del proyecto de investigación y los ensayos que se realizaron fueron parecidos a las investigaciones existentes.

Hipótesis general: La Incorporación de la Ceniza de Cabuya mejora las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

Hipótesis específico

La Incorporación de la Ceniza de Cabuya disminuye la índice plasticidad de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

La Incorporación de la Ceniza de Cabuya disminuye la expansión de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

La Incorporación de la Ceniza de Cabuya aumenta la resistencia al esfuerzo de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

Objetivo general. Determinar la influencia de la Incorporación de la Ceniza de Cabuya mejora las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

Objetivo específico

Determinar la influencia de la Incorporación de la Ceniza de Cabuya sobre la índice plasticidad de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

Determinar la influencia de la Incorporación de la Ceniza de Cabuya sobre la expansión de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

Determinar la influencia de la Incorporación de la Ceniza de Cabuya sobre la resistencia al esfuerzo de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Terrones (2018), para optar el grado de ingeniero civil en su tesis titulado **“Estabilización de suelos Arcillosos adicionando Cenizas de Bagazo de caña para el mejoramiento de sub rasante en el sector Barraza, Trujillo-2018”** de la universidad Privada del Norte, cuyo **objetivo** general fue: Determinar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 5%, 10% y 15% en peso de suelo seco en la estabilización de suelos arcillosos en el sector Barraza, la **metodología** es experimental y con variables manipulables, la **población** es el sector de Barraza, se realizaron a una longitud de 1.2 km, la **muestra** fue de 3 calicatas a una profundidad de 1.50 m; los **instrumentos** utilizados son; Proctor modificado , comprensión simple no confinada y CBR. Los **resultados** principales de Proctor adicionado CBC 5%, 10% y 15%, la Máxima densidad seca es 2.03gr/cm³(6.07%), y 2.06gr/cm³ (6.38%) y 2.07gr/cm³ (8%), respecto a suelos natural. Asimismo, en Resistencia a la Compresión es de 33.728 Kpa, 79.040 Kpa y 150.938 Kpa, y el CBR, en los dos 3% y el tercero es de 22.27%, en **conclusión**, en caso máxima densidad seca se tomará el valor de 5% y 10%, ya que se encuentra el rango permitido y la Resistencia al adicionar un 15% incremento en 10 veces más respecto al suelo natural y el CBR al adicionar 15% aumento en 12 veces llegando a 22.27%, mejorado las propiedades del subrasante.¹

Vega (2017), para optar el grado de ingeniero civil en su tesis titulado **“Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac Alto, provincia de Huaraz-1017”** de la universidad San Pedro de Huaraz, cuyo **Objetivo** fue: Evaluar el mejoramiento de suelos en la carreta Mascashca, tramo Pariac Alto, adicionando un 10% de ceniza de paja de trigo, la **metodología** es experimental, la **población** es del tramo Pariac Alto, la **muestra** fue de 02 calicatas; los **instrumento** que se utilizaron; Proctor estándar, CBR. El **resultado** obtenido fue de una arena arcillosa en C-1 en cuanto a CBR 100% de 21.10% y adición de ceniza de paja de trigo al 10% se obtuvo 20.2% en cuanto a la C-2 de arena y limos, se obtuvo

¹. TERRONES, A. *Estabilización de suelos Arcillosos adicionando Cenizas de Bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza Trujillo-2018*. tesis de grado inédita, Universidad privada del norte, Trujillo, 2018.

de 27.20 adicionando un 26.7%, en **conclusión**, la ceniza paja de trigo adicionado 10% no estabiliza el sub rasante teniendo un mínimo porcentaje de disminución en cuanto al CBR.²

Llamoga (2017), para optar el grado de ingeniero civil en su tesis titulado “**evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasante al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016**” de la universidad privada del norte, cuyo objetivo fue evaluar el potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en sub-rasantes, la **metodología** es experimental la población es el centro poblado de yanamango, tuvo **muestra** del tramo yanamango, los **instrumentos** fue; proctor modificado, CBR y limite Atterberg, tuvo como **resultados** obtenidos en cuanto al expansión al adicionar 4% y 7% incremento en 0.43% | adicionar 10% disminuyo, en cuanto al CBR sufre un decremento con 10% pero con un 4% y 7% incremento de 2.85% suelo patrón en 4.52% y 7.80%, llego a **concluir** que el mejor comportamiento alcanzo con 7% siendo factible para tratamiento del subrasante de suelos arcillosos.³

Cañar y Pérez (2017), para optar el grado de ingeniero civil en su tesis titulado “**Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos Arenosos Finos y Arcillosos combinadas con Ceniza de Carbono**” de la universidad técnica de Ambato, ecuador y tuvo como **objetivo** de investigación es evaluar los resultados de resistencia al corte entre los resultados arenosos finos y arcillosos, y el comportamiento mecánico de las estabilizaciones de los suelos arenosos finos y arcillosos con cenizas de carbón, con el fin de determinar las mejores condiciones para su uso. Fue un **estudio** de tipo experimental. Descriptivo, la población es de vía puyo – tena Km 2, la **muestra** fue de tomado de 2 calicatas, los **instrumento** empleados es el valor de soporte de california (CBR), resistencia al corte.

². VEGA, A. “Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac Alto, provincia de Huaraz-1017”. Tesis de grado inédita, universidad San Pedro de Huaraz, Ancash, 2017

³. LLAMOGA, L. *Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasante al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016*”, tesis de grado inédita, de la universidad privada del Norte, lima, 2017.

El **resultado** principal se dio al adicionarse una cantidad de ceniza de carbón de 20%,23% y 25% en cada se los ensayo de Proctor el valor más relevante es el 25%, lo cual tuvo una densidad seca máxima 1.315 gr/cm³ contenido de humedad 30.40% y CBR de 11.20% y respecto a la resistencia de corte en suelo es 25%CC con resistencia de 0.261 kg/cm². Se **concluye** que al adicionar 25% ceniza de carbón, mejoro la resistencia en 11.20% pero no es suficiente para utilizar como material subrasante, pero si influye favorablemente en compactación, CBR y la resistencia.⁴

Barragán, Cuervo (2019), para optar el grado de ingeniero civil en su tesis titulado **“Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de caricarilla de arroz de la variedad blando a un suelo areno-arcilloso”** de la universidad piloto de Colombia sección alto magdalena, tuvo como **objetivo** determinar las propiedades físicas mecánicas de un suelo areno - arcilloso, la **metodología** aplicada fue experimental , la **población** es municipio de Agua de Dios en la vereda San José, la **muestra** es vereda san José 01 calicata; los resultados fueron **resultado** de cascarilla de arroz directamente al suelo natural, el límite líquido de suelo patrón es 40.05% y adicionando 1% de ceniza de cascarilla de arroz se logró disminuir a 18.56%, Asimismo el índice de plasticidad en el suelo natural era de 24% y al adicionar el 1% de ceniza de cascarilla de arroz disminuye a 8.04%, con la ceniza de fibra de fique se obtuvo resultados similares al reducirse el límite líquido y índice de plasticidad, así mismo en la máxima densidad seca de 1.62 gr/cm³ en el suelo natural y adicionando el 1% de ceniza de cascarilla de arroz se aumentó a 1.64 gr/cm³. Así mismo, el óptimo contenido de humedad dio como resultado 24.5% en suelo natural adicionando el 1% de ceniza de cascarilla de arroz disminución a 23.7%. se concluye

⁴. CAÑAR, R. y CAÑAR, E. *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos Arenosos Finos y Arcillosos combinadas con Ceniza de Carbono*. tesis de grado inédita, universidad técnica de Ambato, Ecuador, 2017.

que adicionando 1% de cascarilla de arroz que reduce el IP y aumenta el MDS, disminuye la contendida humedad.⁵

Ramos, Illidge (2017), para optar el grado de ingeniero civil en su tesis titulado **“Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento”** de la universidad de la Salle, Colombia y teniendo como **objetivo** general analizar la modificación de un suelo altamente plástico, con cascarilla de arroz y ceniza volante, para su función subrasante de un pavimento. Fue un **estudio** tipo experimental, la **población** tomado fue plaza de Corabastos en la Av. 19 en el norte de la ciudad de Bogotá, la **muestra** se obtuvo por medio tubos de shelby a una profundidad de 1.20 m; los **instrumentos** empleados CBR, límite de atterberg, corte directo, comprensión confinada y módulo Resiliente. Los principales **resultados**, en cuanto a la humedad optima el patrón es A0C0 (24.26%) respecto a los ensayos tuvo un mayor aumento sobre el A6C10(27.63%) y disminución en A6C20(24.57%) y respecto a densidad seca máxima(g/cm³) en el dato A6C30(1.15) a A0C0(1.34) aumento, y el CBR se obtuvo realizando tres pruebas de golpes de 10(32.2%), 25(26.5%)y 56(21.4%) absorción de agua %, se **concluyó** que no hay fricción entre partículas dado que no aumenta su densidad seca máxima A6C30(1.15) a A0C0(1.34) y respecto a la resistencia o CBR el A6C30 cumpliendo con el mínimo valor requerido para el pavimento.⁶

Khaoya (2016), para optar el grado de ingeniero civil en su tesis titulado **“Stabilization of expansive clay soil using bagasse ash and lime”** of the University of Agriculture and Technology, Kenia aimed to assess the effect of partial replacement of lime with sugarcane bagasse ash in expansionary clay soil stabilization to produce subbase layer material for the construction road. It was an experimental type **study**, the **population** Bungoma County, the sample was taken from the roads of Bungoma County;

⁵. BARRAGÁN, H Y CUERVO, J (2019). *“Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blando a un suelo areno-arcilloso”* tesis de grado inédita, de la universidad piloto de Colombia, 2019.

⁶. RAMOZ, M. y ILLIDGE, D. *Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento*. tesis de grado inédita, universidad de la Salle. Colombia, 2017.

instruments used, atterberg limits, California Bearing ratio and plasticity index. The main **results** were added in 4%, 5% and 6% of sugarcane bagasse ash, respect for CBR which decreased its resistance and then combined with lime and ash (4:1) increasing its CBR, also decreased its plasticity index indicating an improvement in its workability. It was **concluded** that only sugarcane bagasse has a negative impact on the strength of expansive clay soils, but relational with lime significantly increased its CBR. La tesis de kahoya nos dice: que la combinación de bagazo de caña y cal mejorar las propiedades para poder estabilizar el subrasante en cambio respeto al bagazo de caña adicionándolo solo en porcentajes no tiene resultados favorable por ello se, llevo a concluir que no mejora en suelos arcillosos expansivos.⁷

Chhachhia, (2015), para optar el grado de ingeniero civil en su tesis titulado **“Improvement of clayey soil stabilized with bagasse ash”** from the Kurukshetra National Institute of Technology University, India aimed to **study** the effect of sugarcane bagasse. It was an experimental - qualitative type **study**, the **population** the district of Dayalpur Kurukshetra, sample of 100kg of clay village field at a depth of 3 to 4 meters, altered and carefully classified sample; **instruments** used, Proctor and CBR trial. The main **results** of added amount of sugarcane bagasse ash by 4%, 8%, 12%, 16%, 20%, 24% and 28%, obtaining the maximum increase in CBR by 20% (8,632%) and with 24% it starts to decrease, also in Proctor it is 4% and its moisture content increases and its maximum dry density increases. It is **concluded** that the use of cane bagasse ash improves soil properties an economical and effective solution. Los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios respecto al CBR el cual mejoro hasta en adicción de 20%CBCA y en cuanto a máxima densidad seca aumento, llegando a inducir que mejora las propiedades del suelo arcilloso notablemente.⁸

Ayala, Rosadio y Dura (2019), en su artículo científico titulado **“Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de**

⁷. KHAOYA, P. *Stabilization of expansive clay soil using bagasse ash and lime*. Thesis to choose the degree of civil engineer, University of Agriculture and Technology, Kenia, 2016.

⁸. CHHACHHIA, A. *Improvement of clayey soil stabilized with bagasse ash*. Thesis to choose the degree of civil engineer, University Kurukshetra National Institute of Technology, India, 2015.

suelos arcillosos para pavimentos” de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicada tuvo como **objetivo** general fue evaluar el efecto producido por la adición de cenizas, provenientes de la quema del carbón y la madera en el comportamiento de mecánica de un suelo arcilloso. Fue un **estudio** de tipo descriptiva, experimental, la **población** de estudios es del norte de lima, las **muestras** suelos fueron extraído de una profundidad 2 metros; los **instrumentos** empleados, ensayos de granulometría, Proctor modificado y ensayos CRB. Los **resultados** principales fueron de los porcentajes utilizados de 10%, 20%, 30% y 40% para hallar el CBR, en donde se percibió una aumento de máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) al adicionar 30% 40% de ceniza tiende a aumentar, respecto al CBR aumenta con la combinación 20% de ceniza de 2.2% a 9.5% capacidad de soporte, pero con 30% disminuye y con 40% su comportamiento vuelve a mejorar pero la expansión del material disminuye 4.6% a 0.76% con adición de 40%, lo cual se optara por el 20%, ya que su expansión en 1.1% corresponde al CBR máximo obtenido y no tiende a seguir a comportamiento del suelo natural, llegando a **concluir** que es factible el empleo de ceniza proveniente de ladrillera, como estabilizante de la arcilla y su uso en el mejoramiento de subrasante ya que aumenta su CBR en la combinación 20% ceniza y su capacidad de soporte de 2.2% a 9.5%.⁹

Roesyanto (2017), en su artículo científico titulado “**clay stabilization by using gupsum and paddy husk ash with reference to UCT and CBR value**” from the University of Sumatera Utara, Medan, Indonesia his research **objectives** were to discover the value of the engineering properties of clay due to the addition of 2% gypsum and 2% - 15% of rice husk ash. It was an experimental **study**, the study **population** is patumbak, deli serdang the sample was taken from PTPN II; the **instruments** used is the proctor test, atterberg limit in CBR test.The **results** of the investigation, value of natural soil is 1.41 kg/cm² and the CBR is 4.41% and 6.23%, since when adding 2% of gypsum and 0% CCA, is was obtained as a maximum value

⁹. AYALA, GULLERNO., ROSADIO, ALDO Y DURA, GARY. 2019. *Study of the effect of adding ash from artisanal barking on the stabilization of clay soils for pavements*.17th multiple international LACCEI conferences for engineering, education and technology. Jamaica. Pág.1-6. ISSN 2416390

that is 1.67 kg/cm² while the CBR value increased by 6.71%, this indicates that adding CCA did not alter the properties of the soil according to SUCS,, it was **concluded** that the original UTC soil value was 1.41kg/cm², while the stabilized soil mixed with 2% G+0% PHA had resulted in the highest UCT value of 1.67 kg/cm². By adding 2% gypsum + 3% - 15% rice husk ash, the cut resistance to soil UTC and CBR decreases. Esta tesis nos cabe indicar que al adicionar la cáscara de arroz más yeso en combinación mejora su propiedad en cuanto a su CBR en un valor mínimo y su máxima densidad seca, pero si se adiciona mayor cantidad CCA disminuye su resistencia.¹⁰

Ormeño (2020), en su artículo científico titulado “**Estabilización de una subrasante compuesta por arcilla de baja plasticidad con ceniza de cascara de arroz**” de la universidad de ciencias aplicadas, tuvo como **objetivo** la influencia que tiene la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) para estabilizar la capa de subrasante de un pavimento compuesto de un suelo arcilloso de baja resistencia. Fue un **estudio** tipo cuantitativo – experimental, la población es la provincia de chota, Cajamarca, la **muestra** tomada fue de Calla pampa; los **instrumentos** empleados son; límite de Atterberg, ensayo de CBR. Lo principales **resultados** aplicando un porcentaje de 10%, 15%, 25% y 30% de ceniza de cascara de arroz (CCA), a mayor porcentaje de CCA aumenta en optimo contenido de humedad, respecto al máxima densidad seca a mayor CCA disminuye su valor, en cuanto al CBR al aumentar el porcentaje CCA aumenta su resistencia. Se **concluyó** que la mayor proporción de CCA aumenta el contenido humedad y la densidad seca disminuye y aumenta el CBR, de esta manera deducimos que la CCA mejora el suelo y se necesita menos energía para su compactación.¹¹

Montejo, Raymundo y Chávez (2020), en su artículo científico titulado “**Materiales alternativos para estabilizar: el uso de ceniza de cascara de arroz en vías de bajo**

¹⁰. ROESYANTO. 2018. Clay stabilization by using gypsum and paddy husk ash with reference to UCT and CBR value. *Journal citation and DOI*. Indonesia: Materials Science and Engineering 309, pp.1-6. ISSN 1757899X

¹¹. ORMEÑO, O y et. Stabilization of a sub-rant composed of low plasticity clay with rice shell ash. *IOP Publishing Ltd*. 2020. Materials Science and Engineering 758, pp. 1-5. ISSN 1757899X

tránsito de Piura” de la universidad de cesar vallejo tuvo como **objetivo** la exposición de una alternativa para la estabilización de suelos tratando de resolver un problema actual con respecto a la gran cantidad de desecho que deja la actividad industrial de la producción de arroz, fue un **estudio** de tipo no experimental descriptiva, la **población** de estudio es la provincia de Piura, la muestra se tomó a todos los administradores de los molinos; los **instrumentos** empleados son los antecedente, la encuesta. Los principales **resultados** fueron que la cascara de arroz en lo molinos pilado es obtenida un 20% y pasando por el procesos de quemadura resulto que es rica en minerales y sílice el cual brinda propiedades cementantes y se puede utilizar en estabilizaciones, teniendo 1tn que ocupa 8 m³ teniendo como peso específico es 125kg/cm³, si quema un CA disminuye en 14% a 24% se su volumen, en suelos arcillosos tiene un alto potencial en su mejora de propiedades física-químicas en porcentajes 12%, 20% y 30%, llegando a **concluir** que la estabilización de suelos con CA presenta valores muy positivos respeto a la mejora del CBR y la capacidad de soporte.¹²

TEORIAS RELACIONADOS

Definición de suelos: Los suelos en sentido vertical cambian sus propiedades con rapidez a diferencia del sentido horizontal. De manera que, los suelos también son representados por diferente tipo de componentes terrosos, podría ser desde un desperdicio proveniente de un relleno, particularmente las areniscas cementadas. Quedando desechadas al parecido a las rocas, sanas, ígneas y otro, pero hay sedimento muy compacto que difícilmente se desintegren por las acciones de la intemperie. Sin embargo, el contenido agua juega un papel relevante para su comportamiento mecánico de suelo, por lo que se debe considerar como fracción integral del mismo.¹³

¹². MONTEJO RODOLFO, R., RAYMUNDO JUÁREZ. J Y CHÁVEZ ANCAJIMA J. Materiales alternativos para estabilizar: el uso de ceniza de cascara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. *Revista tzhoeoen*. Enero- marzo 2020, Volumen 12 / n°1, pp. 131-140. ISSN 19978731

¹³ BADILLO, E. y RODRIGUEZ, A. *Fundamento de Mecánica de Suelos*. 5ta ed. México; Limusa, 2011, pp. 34 ISBN 9681800699

Suelos arcillosos: El suelo arcilloso tiende a cambiar y su identificación dependerá de la solidez y su aspecto en el campo, los suelos que se encuentran en los subsuelos son: arcillosos secos que tiende a ser muy compactos o mejor dicho duros en estado seco, pero al entrar al contacto con el agua suele volverse plástico.¹⁴

Estabilización de suelos: [...] es cuando un suelo es sometido a una determinada carga, llamada crítica, que provoca en él una deformación no reversible con un deslizamiento de dos masas adyacente [...] es exactamente la carga crítica lo cual lo llamamos capacidad portante, entendida como límite de resistencia. [...]su aplicación se admite plenamente por haber sido comprobado en los ensayos de laboratorio y por los resultados prácticos [...]” [15].

Subrasante: El sub rasante es la parte principal para la estructura de pavimento, está constituida por un terreno natural siendo el subrasante la capa principal superior del terraplén, que soportara las cargas de la estructura del pavimento y estos suelos puede estar seleccionada cumpliendo con las condiciones o requerimiento para su compactación y así pueda formar un cuerpo estable y optimo estado. Asimismo nos indica que los suelos que están a nivel superior de subrasante deben estar no menor a 0.60m, siendo un suelo apropiado y firme con $CBR > 6\%$ hay casos que se encuentra por debajo de nivel superior que tiene un $CBR < 6\%$ en este caso se llama suelos pobres o inapropiados, por el cual una persona profesional en este caso sería un ingeniero que buscara una alternativa para dar solución para mejorar el suelo sea de manera mecánica o remplazar el subrasante, eso dependerá del alternativa, que se pueda elegir el más provechoso técnica y económica.¹⁶

Volumen de suelos: Los suelos se forman por un proceso físico y así como parámetro de su tamaño. Es por ello que es importante conocer, el volumen de vacíos que tienen los suelos, y contenido de humedad con esos datos se podrá obtener el peso unitario

¹⁴ HODGSON, J. *Muestro y descripción de suelos*. 1ra ed. Barcelona: reverté S.A, 1987, pp. 57 ISBN 8429110178 [15]. DAL-RE, R. *Caminos Rurales proyecto y construcción*. 3ra ed. España: Mundi-prensa, 2001, pp. 87 ISBN 8471149990

¹⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACION. *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos*; R.D. N° 10, Lima, 2014, pp. 20

de suelo, esto datos nos ayudará para poder realizar una relación de vacíos. Unidad de peso, contenido de humedad y porosidad.¹⁷

Contenido de humedad: “El contenido de humedad se establece pesando una cantidad representativa del suelo en su estado húmedo, secando dicha muestra a peso constante en un horno a una temperatura de 100 a 110°C y luego se pesará. La diferencia que se va obtener antes y después de secado es el contenido agua. El peso del agua será representado por porcentaje del peso seco, de la muestra proporciona del contenido de humedad. Sin embargo, debemos tener en cuenta que el contenido de humedad del suelo varía desde cero, cuando se encuentra perfectamente seco llega a un máximo determinado y variable cuando está completamente saturado”. [18]

Índice de plasticidad: Se dice que el índice de plasticidad (I.P) está relacionado a la disparidad numérica que existe entre el límite líquido y plástico, esto dependerá de la cantidad y tipo de arcillas de suelo, pero en conceptos generales el IP solo dependerá de cantidad de arcillas que tiene el suelo.¹⁹

$$IP = LL - LP$$

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

El manual de carretera nos indica que: “[...] la índice plasticidad en grandes proporciones pertenece a un suelo arcilloso en tal sentido [...] que los suelos con contenido de arcilla, de acuerdo a su dimensión puede ser un componente muy perjudicial en el sub rasante [...] debido a su gran sensibilidad al agua”. [20]

¹⁷ BRAJA, D. Fundamentals of Geotechnical Engineering. 4th Edition. EE. UU: Cengage Learning, 2013, pp. 49 ISBN 9781111576752

[18]. Villalaz, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 2004, pp. 64 ISBN 968-18-6489-1

¹⁹ Villalaz, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 2004, pp. 78 ISBN 968-18-6489-1

[20]. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACION. *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos*; R.D. N° 10, Lima, 2014, pp. 32

Cuadro 4.6 Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad		
Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Figura 2. Cuadro 4.6 Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

Resistencia la esfuerzo: “La resistencia de suelo está basado mayormente en la capacidad de soportar de las cargas que pueda actuar sobre ellas, sin deformarse”.

[²¹]

Ensayos de Límite de Atterberg: Son aquellos suelos que exhiben el poder de deformarse, hasta un cierto límite, sin quebrarse. A través de ello se calculará el comportamiento de los suelos en todas sus épocas. Los suelos arcillosos muestran unas propiedades de gran variable, para poder tener los resultados de índice plasticidad se debe utilizar los límites de Atterberg, sin embargo, el LL Y LP dependerán del porcentaje de arcillas que encuentre en ello.²²

Ensayo de compactación: “La Resistencia de un suelo depende principalmente de compactación y en consecuencia de su densidad. En cuanto más compacto y denso sea el suelo su capacidad de solidez será mucho mejor [...] dependerá también de la proporción de líquido que presenta [...] en cambio una cierta humedad aceptable

[²¹].RICO, A. *La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras ferrocarriles y aeropistas*. 1ª ed. México: Limusa, 2005. ISBN 968-18-0054-0

²² Villalaz, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 2004, pp. 69 ISBN 968-18-6489-1

permita la circulación de las partículas del suelo y en efecto su compactación [...]” [23]. Así mismo; “La compactación es el proceso mecánico utilizado para aumentar la densidad de un suelo a través de la eliminación del aire [...]” [24].

Ensayo de CBR: Para poder concretarse los ensayo de CBR según (MTC E 132), después de haber realizado un estudio de clasificación de suelos por SUCS, se obtendrá el valor de capacidad de soporte del suelo, para ello necesitamos que el MDS (Máxima densidad seca) debe estar referido en 95% y estará dada a una penetración de 2.54mm. Asimismo debemos tener algunas consideración en los tipos de suelos representativo que está dividido en dos sectores, uno que deber ser con más 6 valores de CBR y el otro con menor de 6 valores de CBR, esto se podrá observa en el siguiente gráfico.²⁵

Tabla 4.11 Clasificación de subrasante en función al CBR	
Categoría de subrasante	CBR
Subrasante inadecuado	CBR < 3%
Subrasante pobre	3% ≤ CBR < 6%
Subrasante regular	6% ≤ CBR < 10%
Subrasante buena	10% ≤ CBR < 20%
Subrasante Muy buena	20% ≤ CBR < 30%
Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Figura 3. Tabla 4.11 Clasificación de subrasante en función al CBR

Fuente: *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos*

[23]. Sanz, J. *Mecánica de suelos*: Primera edición española. Barcelona. técnicas asociados S.A.1975, pp.41 ISBN 84-7146-165-X

[24]. DELWYN, G., FREDLUND, H., and others. *Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice*. 1ra ed. USA: John Wiley & Sons, 2012, pp. 73 ISBN 9871118280508

²⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACION. *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos*; R.D. N° 10, Lima, 2014, pp. 35

La cabuya: El producto se adiciono en un porcentaje de 6%, 8% y 12% de ceniza de cabuya al volumen del suelo natural, “La cabuya o maguey es una especie resistente a las sequías y se adaptan con facilidad a otros climas y tipos de suelos encontrándose asociado a partir de los 2500m de altitud [...]” [26].

Propiedades de la ceniza: Se sabe que la ceniza se obtiene a través de la quema de la plantación tallo o hoja seca en forma de polvo, tiene una propiedad que pueda mejorar los suelos, ya que contiene como propiedades como es; magnesio, fosforo, calcio, potasio y sílice. Para obtener la ceniza se debe tener en cuenta las cantidades de minerales que puedan contener, ya que la contracción de metales está por debajo de los limites, siendo la ceniza que tiene alto nutriente y puede ser aprovechar de manera sostenible.²⁷

Expansión del suelo: está relacionada directamente en relación a presión-expansión donde es necesario optar un enfoque numérico para obtener la relación, con ello se de determinar dar una pequeña solución a fisuras o deformaciones generados por el tipo de suelo.²⁸

[26]. TUESTA, MAYRA. y GUEVARA OSCAR. *Propiedades químicas y carencias curativas populares del Maguey o Cabuya (Agave americana L.) Caso, Churcampá, Huancavelica*. Enero- junio, 2014, pp. 77-73. [fecha de consulta: 23 de mayo 2020], disponibilidad y acceso: [file:///C:/Users/pc/Downloads/1105-4023-1-PB%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/1105-4023-1-PB%20(4).pdf)

²⁷ BEATRIZ, I. *Gestión de ceniza como fertilizante y enmedante de plantaciones jóvenes de pinus radiata*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Santiago de compétela, 2007, pp. 16

²⁸ CARTER, J., and others. Cavity expansion in cohesive frictional soils. *Geotechnique*. 2015, volume 36, pp.349
ISSN 00168505

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación de acuerdo al fin:

Tipo Aplicada: Tiene como denominación que es activa o dinámica debido a que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos, donde la investigación se aplicará a problemas precisas, en circunstancias y características concretas [...].²⁹ El cual nos servirá para tomar acciones y establecer políticas y estrategias. [...] así mismo, teniendo un mayor énfasis en dar soluciones a los problemas y así tomar decisiones importantes [...].³⁰

Tipo de investigación de acuerdo al nivel:

El estudio que se realizara es **correlacional**, “[...]ya que responde las preguntas que se plantearon en la investigación teniendo como propósito medir el grado de relación en dos o más conceptos variables y verificar si tienen una relación en los mismos sujetos y luego analizar la correlación.” [31].

Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:

La investigación es **cuasi experimental** proviene del término “experimento” donde se refiere a aplicar una acción para luego observar los resultados. Donde se manipulará intencionalmente una o más variables independiente [...]para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes [...] dentro de una situación de control creada por el investigador.³²

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

El enfoque cuantitativo, se empleó la recolección de datos y el análisis de los mismos para responder las interrogantes de la investigación y demostrar la hipótesis formulada

²⁹ RODRIGUEZ, E. *Metodología de la investigación*. 5ta ed. México: Colección, 2005, pp.23 ISBN 9685748667

³⁰ NAMAUFOROOSH, N. *Metodología de la investigación*. 2ª ed. México: Limusa, 2005, pp. 44 ISBN 9681855178 [31]. TOTO, I y PARRA R. *Método y conocimiento: metodología de la investigación*. 1ra ed. Medellín: Universidad EAFIT, 2006, pp.137 ISBN 9588291113

³² GOMEZ, M. *Introducción a la metodología de investigación científica*. 1ª ed. Córdoba: Bujas, 2006, pp.85 ISBN 9875910260

además confía en la medición de variable e instrumentos [...]” [33].

3.2. Variable y operacionalización

Se define qué; La operacionalización de los variables implica desarrollar los conceptos de cada uno ellos, teniendo como un sustento a un autor, el cual nos define a través de sus análisis del concepto.³⁴

Variable Independiente: Ceniza de cabuya (CC)

Definición operacional: En esta investigación se realizará primero el estudio de suelos patrón y luego de ello, se adiciono una dosificación de N, 6%, 8%, 12% a cada uno de los ensayos teniendo 4 diseños, el cual se realizó lo siguiente ensayos como Proctor modificado, limite Atterberg y CBR, se medirá cambios de propiedades en el laboratorio.

Variable Dependiente: Suelos arcillosos

Definición operacional: En cuanto a este variable dependerá de la variable principal que es la Ceniza de Cabuya para poder cambiar sus propiedades.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: “La población puede ser de cualquier tamaño y puede cubrir cualquier área. Por lo tanto, la población más grande, que es la población ideal con respecto a la cual el investigador desea generalizar sus hallazgos [...] La población practica con la que el investigador tiene que lidiar [...]” [35]. La población para el proyecto de investigación será:

Se tomará el tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, que tiene una distancia de 6 km para los ensayos de suelos

[33]. ÑAUPAS, H., MEJIA, E., NOVOA, E. y VILLAGOMEZ, A. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 4ª ed. Bogotá: Ediciones de la u, 2014, pp.97 ISBN 9789587621884

³⁴ GROVE, S., BURNS., N. GRAY, J. *The practice of nursing research: appraisal, synthesis and generation of evidence*. Seventh edition, china: Elsevier Health Sciences, 2013, pp. 155 ISBN 9780323293310

[35]. KRISHNASWAMY, K., SIVAKUMAR, A. y MATHIRAJAN. *Management research methodology integration of principals, methods and techniques*. Illustrate, India: Pearson education, 2009, pp. 281, párr.1 ISBN 9788177585636

Muestra: “[...] una muestra es representativa de una porción restringida de una población e intenta detallar, los detalles para poder verificar la relevancia de los resultados para otras porciones de la población”. [36]

Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 1 calicata x km	

Figura 4. Cuadro 4.1 Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

En la tabla 3, se determinó de acuerdo al manual de carreteras - sección de suelos y pavimentos de carreteras, donde nos indica la cantidad de calicatas a realizarse para los ensayos de laboratorio, de acuerdo a la tabla N° 02 del manual, nos indica que para carreteras de bajo volumen de tránsito con IMDA ≤ 200 veh/día, se hará calicatas cada 1km para la toma de muestra en la zona donde se presenta mayor dificultad como: baches, desniveles y grietas, para nuestro proyecto, se optó por realizar 3 calicatas, por tener 3km (CBR) y 1km (01 calicata) se tomara 3km para la toma de muestra, por ello, se realizarán tres 03 calicatas para efecto de la muestra, de ese total, se tendrá que extraer una cantidad suficiente para poder realizar (03) Ensayos CBR, Proctor Modificado y Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), para definir las propiedades físico – mecánicas, según (N, 6%, 8%, 12%).

[36]. KRISHNASWAMY, K., SIVAKUMAR, A. y MATHIRAJAN. *Management research methodology integration of principals, methods and techniques*. Ilústrate, India: Pearson education, 2009, pp. 281, párr.2 ISBN 9788177585636

Así mismo se tendrá en cuenta la cantidad de ensayos a realizar en cuanto al CBR de acuerdo a la tabla.

Número de Ensayos M_R y CBR

Tipo de Carretera	Nº M_R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Figura 5. Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos

Muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico, ya que el investigador determinara la cantidad de ensayo que llegaría a ser igual a la cantidad de muestras. “una parte elemental o un componente que se puede separar y garantizar mediante el análisis [...]” [37].

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos tiene como definición que: “[...]La elección, construcción y validación de instrumentos ponen en juego la capacidad de creatividad del investigador, así como su inteligencia para construir instrumentos que le permitan obtener la información que necesita para su estudio.[38]

[37]. PITARD, F. *Theory of sampling and sampling practice*. third edition, U.S: Taylor & Francis Group, LLC, 2019, pp.13 ISBN 9781351105934

[38]. ALBERTO, J, ARIEL, C. *Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la reparación de proyectos de investigación*. 2a ed. Córdoba: Brujas, 2006, pp.31 ISBN 987591-020-1

Las técnicas que se utilizara para el proyecto serán los ensayos de laboratorio.

Los instrumentos que se utilizaran van a ser, los formatos que de los ensayos que se van a realizar, donde se adicionara el aditivo de ceniza de cabuya

3.5. Procedimientos

Prospectivo: se viajó al departamento de Huánuco para realizar in situ para el estudio de mecánica de suelos luego de ello, se procedió a realizar el trazo para la excavación de las calicatas en este caso será de 3 calicatas, donde cada una de las calicatas tendrá una profundidad no menor a 1.50 m según nos indica la MTC y el ASTM, obtenido las muestras se tendrá que transporte al laboratorio suelos donde se realizó los siguientes ensayos como: proctor modificado, límite Atterberg y CBR, los primero ensayos será el muestra Patrón y luego se adicionara el aditivo para determinar su propiedades físicas - mecánicas. Luego se le adicionara la ceniza de cabuya en diferentes porcentajes de 6%, 8% y 12%, al volumen de la muestra con el propósito de mejorar las propiedades suelos arcillosos.

3.6. Método de análisis de datos

Para la selección de datos se ejecutó mediante la observación directa, por medio de ellos nos permitió visualizar cada prueba, ensayado en laboratorio y tomando los apuntes correspondientes necesarios para nuestros resultados y contrastarlos con la hipótesis planteado.

3.7. Aspecto ético

Como estudiante de la carrera de ingeniería civil, desarrollo este proyecto con total honestidad, honradez y responsabilidad, de no haber plagiado de trabajos que fueron realizados con libros, tesis, manuales y otros. El cual se respetó su autoría de cada uno de ellos, para el desarrollo del proyecto de investigación.

IV. RESULTADOS

Tema investigación propuesto

La presente investigación consistió en la Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020

Trabajo de obtención de datos

Procedimiento 1: Se extrajo la muestra del suelo natural del lugar de estudio que se encuentra ubicado en el tramo Yarumayo – San Pedro de Chaulán, para su respectivo secado de cada una de las muestras.

Procedimiento 2: Recojo de las hojas de cabuyas secas que se encuentra en abundancia en lugar estudio para luego calcinar, de esta manera obtener las cenizas en polvo.

Procedimiento 3: Traslado de las muestras al laboratorio suelos para determinar las características físicas de las muestras en estado natural, tales como:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado
- ✓ Límite de Atterberg
 - Límite líquido (LL)
 - Límite plástico LP
 - Índice de plasticidad (IP)
- ✓ Contenido de humedad natural

Procedimiento 4: Determinar las características mecánicas de las muestras que se extrajeron de las calicatas en su estado natural y adicionando las cenizas al 6%, 8% y 12%, a través de los ensayos de:

- ✓ Proctor modificado
- ✓ California Bearing ratio-CBR

Procedimiento 5: Se llevó a cabo el análisis de datos que se obtuvo a través de los ensayos de laboratorio tanto para el suelo en su estado natural como para las muestras suelo incorporándole la ceniza cabuya.

Procedimiento 6: Luego de contrastar los resultados obtenidos, se definió que al incorporar la ceniza tiene un efecto significativo, el cual incrementa su capacidad de soporte del suelo.

Trabajo de laboratorio: Se realizaron 3 calicatas de los cuales se eligió a una muestra, por lo que es el más favorable y más cercano a tipo de suelo planteado en título de investigación, se debió a motivos de pandemia no se realizó el viaje por la inmovilización domiciliaria, el cual estaba prohibido el transporte interprovincial y local, sin embargo, se buscó personas que estuvieron cercano al lugar para poder extraer las muestras y de esta manera poder realizar mis ensayos en el laboratorio, ensayos de Granulometría, proctor modificado, limite Atterberg y CBR , para determinar la clasificación de suelos, siendo su Resultado:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Se observa los resultados granulométricos de la calicata

Granulometrica por Tamizado			
Malla		Masa retenido (g)	% que pasa (1 ó 0.1%)
N°	Abertura (mm)		
3"	75.00	0	100
2"	50.00	0	100
1 1/2"	37.50	0	100
1"	25.00	0	100
3/4"	19.00	0	100
3/8"	9.50	0	100
N° 4	4.75	0.5	100
N° 10	2.000	15.6	97
N° 20	0.850	44.3	90
N° 40	0.425	65.8	80
N° 60	0.250	56.9	71
N° 100	0.150	44.3	64
N° 140	0.106	25.2	60
N° 200	0.075	22.2	56
% Grava	% GG	0	0.1
	% GF	0.1	
% Arena	% AG	3.2	44.0
	% AM	22.3	
	% AF	30.1	
% Finos			56.0

Figura 6. Análisis granulométrico por tamizado

Fuente: Elaboración propia 2020

De acuerdo a la Tabla 6, se observa los porcentajes que pasa por el tamiz 4 perteneciente a gravas es el 0.5%, el porcentaje retenido en el tamiz 200 es del 56% perteneciente a arena y el porcentaje pasante de finos es del 44%.

Los resultados de la clasificación de suelos, de la muestra natural tomada de acuerdos a dos sistemas de clasificación como es, AASTHO y SUCS, se ha logrado analizar que la muestra es de tipo de suelo según AASTHO (A-4) y SUCS (CL) arcilla delgada

arenosa, el cual nos indica que el porcentaje que debe pasar por el tamiz N° 200 sea mayor a 50% para que pueda ser completamente un suelo arcilloso.

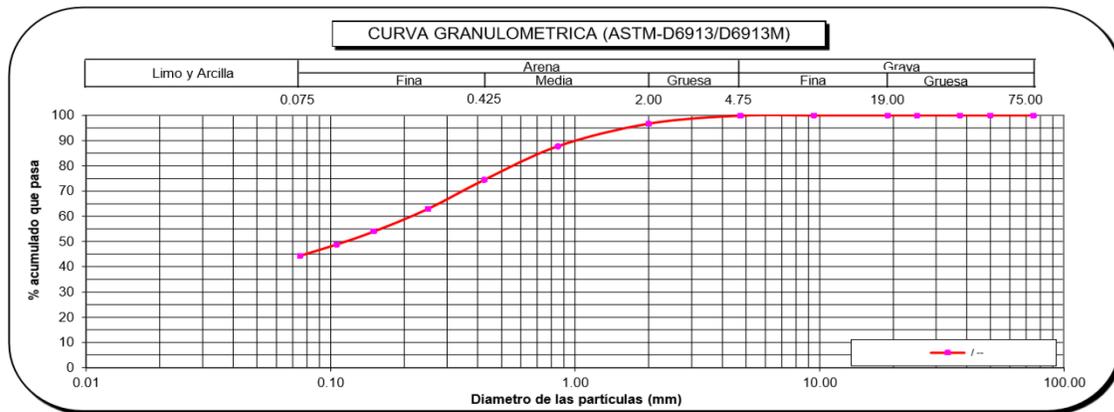


Figura 7: Curva granulométrica

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

De acuerdo a la figura 7, se observa que las aberturas de los tamices 75.00, 19.00y 4.75 es el porcentaje de partículas que pasa es el 100% desde el punto de inicio de la curva granulométrica, en la abertura de 2.00 el porcentaje de partícula que pasa es el 97%, en la abertura 0.425 el porcentaje de partícula que pasa es el 80% y por último en la abertura 0.075 el porcentaje de partícula que pasa es el 56%.

Se realizaron 3 calicatas de los cuales se eligió a una muestra, por lo que es más favorable y más cercano a tipo de suelo planteado en título de investigación, se debió a motivos de pandemia no se realizó el viaje por la inmovilización domiciliaria, el cual estaba prohibido el transporte interprovincial y local, sin embargo, tuve personas que estuvieron cercano al lugar para poder extraer las muestras y de esta manera poder realizar mis ensayos en el laboratorio, ensayos Granulometría, Proctor modificado, limite Atterberg y CBR para determinar la clasificación de suelos, siendo su Resultado:

Límites de Atterberg (ASTM D4318)

Los resultados obtenidos según la tabla 1, que el limite liquido (LL) es de 29%, el límite plástico (LP) es del 18%, donde la diferencia de LL y LP nos dio como resultado un índice de plasticidad (IP) de 11%. Llegando a concluir que es de plasticidad media con

característica de suelos arcillosos de acuerdo a la tabla 4.6 de Manual de carreteras 2014.

Tabla 1: *límite de consistencia*

Límite Atterberg (ASTM D4318)	SUELO NATURAL
Límite Líquido (LL)	29%
Límite Plástico (LP)	18%
Índice Plástico (IP)	11%

Fuente: Elaboración propia 2020

En la figura 8, se observa el resultado de la muestra patrón ensayada, el cual se determinó a través del diagrama de fluidez que se relaciona en cuanto al número de golpes en X y el CH en Y.

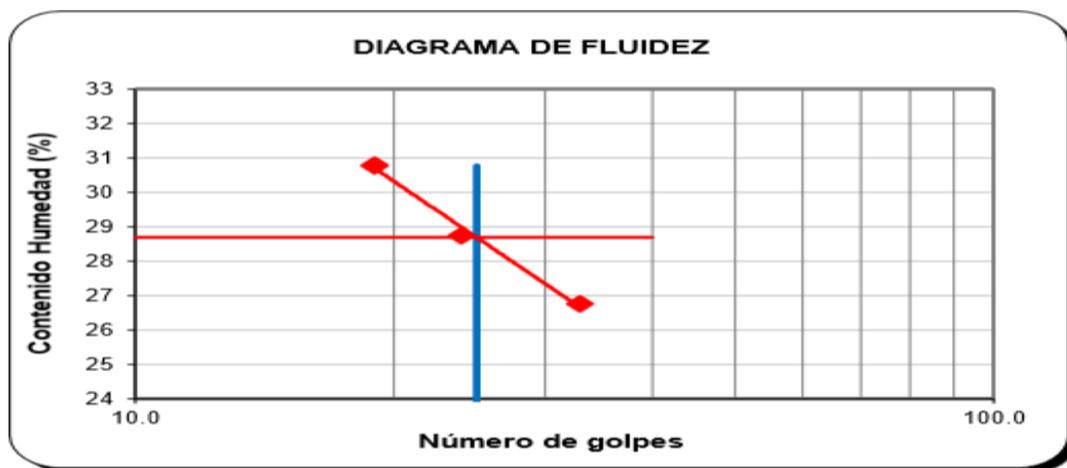


Figura 8. Diagrama de fluidez

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

De acuerdo a la Figura 9, se observa que al incorporar 6%, 8% y 12% de ceniza cabuya redujo su índice de plasticidad en IP=0%

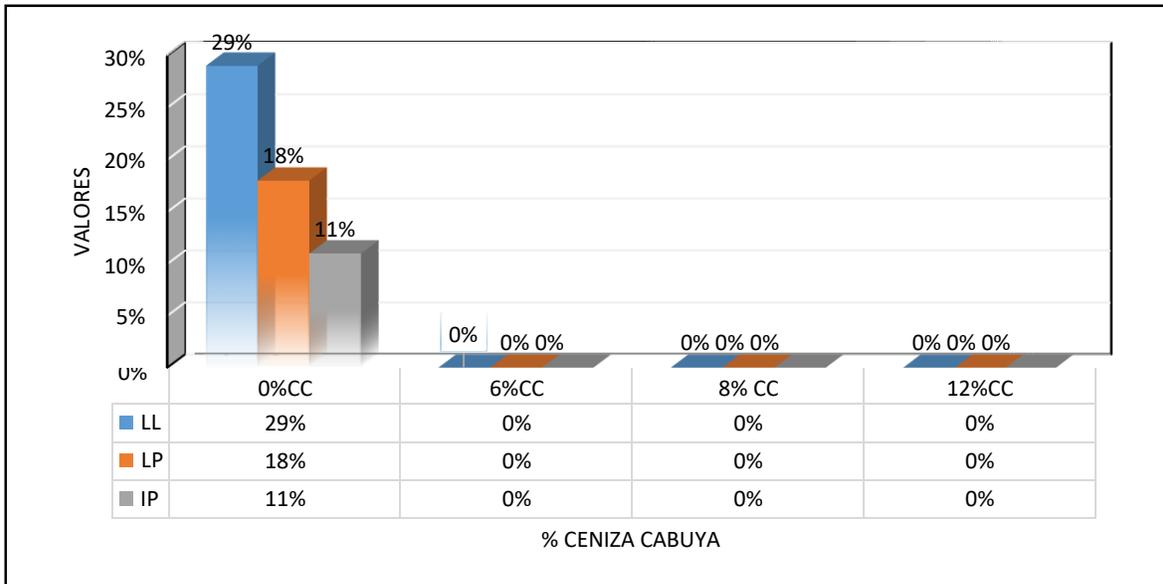


Figura 9. Límite de consistencia vs porcentajes Ceniza Cabuya

Fuente: Elaboración propia

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D854-14)

Tabla 2: Proctor modificado suelo natural

PROCTOR MODIFICADO SUELO NATURAL (ASTM D854 - 14)						
Densidad húmeda	kN/m ³	18.79	20.08	20.94	20.42	
Contenido de agua	%	7.4	10.4	13.6	16.2	
Densidad seca	kN/m ³	17.5	18.19	18.44	17.57	
Densidad húmeda	g/cm ³	1.916	2.047	2.135	2.085	
Densidad seca	g/cm ³	1.784	1.855	1.88	1.792	
Densidad Seca Optima						
Máxima Densidad Seca	(kN/m ³)					18.47
Optimo Contenido de Humedad	(%)					12.8
Máxima Densidad seca	(g/cm ³)					1.884

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la tabla 2, se observa el contenido de humedad del suelo natural en 12.8% y en cuanto a máxima densidad seca tenemos que es 1.884 g/cm³, el resultado obtenido

del suelo natural, para luego compararlos con los resultados al incorporar las cenizas de cabuya en porcentaje de 6%,8% y 12.

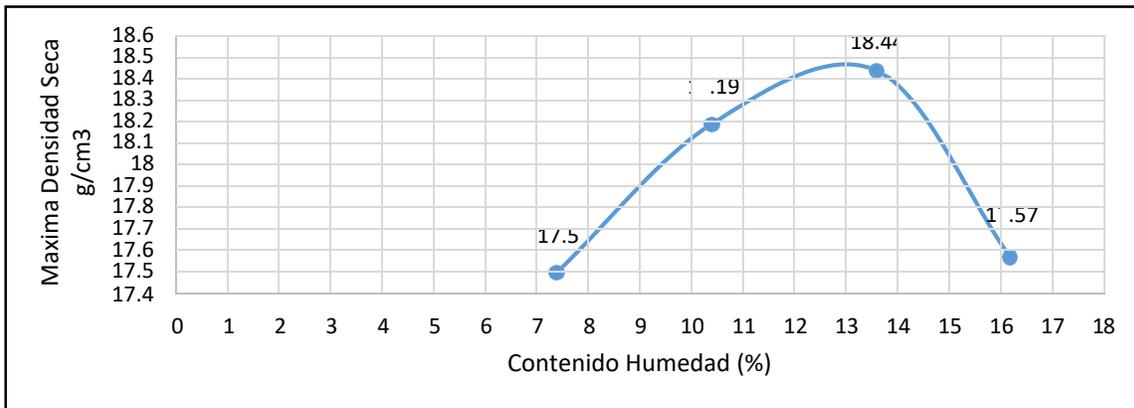


Figura 10. Relaciona contenido Humedad– MDS de Suelo natural

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la figura 10, se demostró que la relación entre la máxima densidad seca y contenido humedad llega a un punto máximo de 1.88 g/cm³ y luego empieza a descender.

Tabla 3: Proctor modificado incorporándole la ceniza de cabuya 6%

PROCTOR MODIFICADO CENIZA DE CABUYA 6% (ASTM D854 - 14)						
Densidad húmeda	kN/m ³	18.26	19.09	19.67	19.77	
Contenido de agua	%	8.5	11.4	14.6	17.4	
Densidad seca	kN/m ³	16.83	17.13	17.17	16.83	
Densidad húmeda	g/cm ³	1.862	1.946	2.006	2.016	
Densidad seca	g/cm ³	1.717	1.747	1.751	1.717	
Densidad Seca Optima						
Máxima Densidad Seca	(kN/m ³)					17.2
Optimo Contenido de Humedad	(%)					13.4
Máxima Densidad seca	(g/cm ³)					1.754

Fuente. Laboratorio Labgeo CRVV

En la tabla 3, se presenta los resultados de realizar las comparaciones entre el suelo natural y adicionando 6% de ceniza de cabuya, para luego observar su varianza en cuanto al contenido humedad y máxima densidad seca.

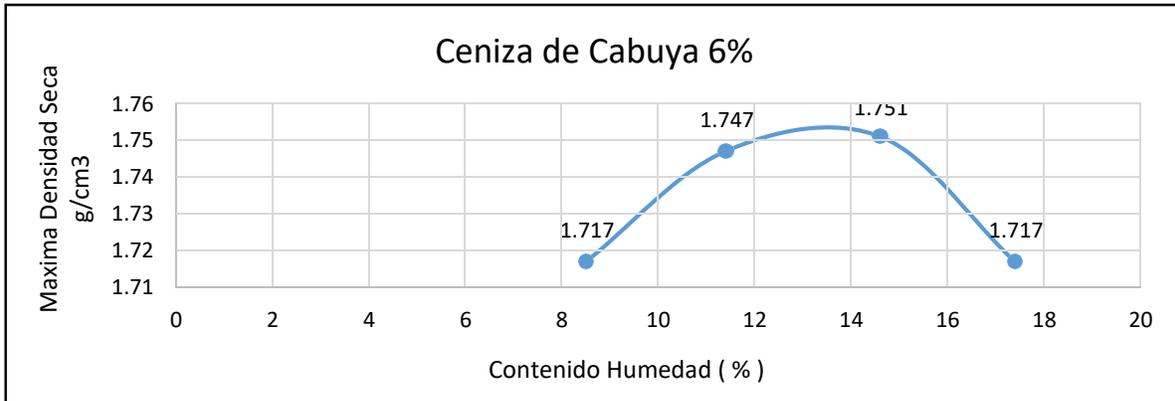


Figura 11. Máxima densidad seca con los porcentajes incorporados en 6%

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la figura 11, se observa que contenido de humedad aumento en 0.6% en cuanto a suelo natural al incorporando la ceniza de cabuya 6% y en cuanto a máxima densidad seca tenemos que es 1.745 g/cm³ haciendo que disminuya en 0.130 g/cm³.

Tabla 4: Proctor modificado incorporándole la ceniza de cabuya 8%

PROCTOR MODIFICADO CENIZA DE CABUYA 8% (ASTM D854 - 14)					
Densidad húmeda	kN/m ³	17.73	19.34	19.89	19.29
Contenido de agua	%	10.5	13.9	17.2	20.3
Densidad seca	kN/m ³	16.05	16.99	16.97	16.03
Densidad húmeda	g/cm ³	1.808	1.972	2.028	1.967
Densidad seca	g/cm ³	1.636	1.732	1.731	1.635
Densidad Seca Optima					
Máxima Densidad Seca	(kN/m ³)				17.11
Optimo Contenido de Humedad	(%)				15.5
Máxima Densidad seca	(g/cm ³)				1.745

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la tabla 4, se presenta los resultados de realizados incorporándole en 8% ceniza de cabuya, el cual se obtuvo que el contenido humedad es 15.5%, la máxima densidad seca de 1.745 g/ cm³.

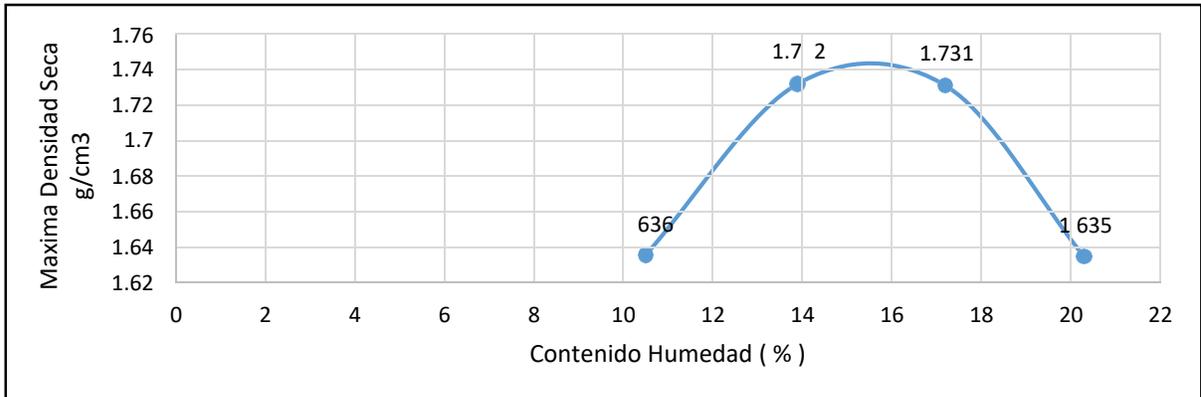


Figura 12. Máxima densidad seca con los porcentajes incorporados en 8%

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la figura 12, se observa que contenido de humedad aumenta en 2.1% al incorporarle 8% de ceniza de cabuya respecto al adición de 6% y en cuanto a máxima densidad seca tenemos que es 1.745 g/cm³ haciendo que disminuya en 0.279 g/cm³.

Tabla 5: Proctor modificado incorporándole la ceniza de cabuya 12%

PROCTOR MODIFICADO CENIZA DE CABUYA 12% (ASTM D854 - 14)					
Densidad húmeda	kN/m³	17.84	18.81	19.42	19.33
Contenido de agua	%	11	14	17	20
Densidad seca	kN/m³	16.07	16.5	16.6	16.08
Densidad húmeda	g/cm³	1.819	1.918	1.981	1.971
Densidad seca	g/cm³	1.639	1.683	1.693	1.64
Densidad Seca Optima					
Máxima Densidad Seca	(kN/m³)				16.62
Optimo Contenido de Humedad	(%)				16.2
Máxima Densidad seca	(g/cm³)				1.692

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la tabla 5, se presenta los resultados de realizados incorporándole en 12% ceniza de cabuya, el cual se obtuvo que el contenido humedad es 16.2%, la máxima densidad seca de 1.692 g/ cm³.

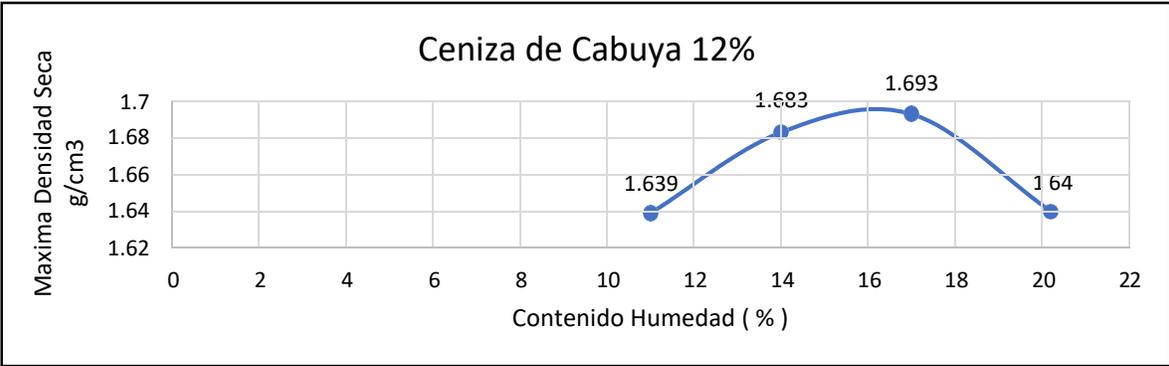


Figura 13. Máxima densidad seca con los porcentajes incorporados en 12%

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la figura 13, se observa que contenido de humedad aumenta en 0.7% al incorporarle 12% de ceniza de cabuya respecto al adición de 8% y en cuanto a máxima densidad seca tenemos que es 1.692 g/cm³ haciendo que disminuya en 0.053 g/cm³.

Registro de expansión

Los resultados que obtuvieron se muestra en las gráficas de 8, 9 y 10, para observar las diferencias de moldes 1, molde 2 y molde 3 para luego ver en cuanto varías su expansión al adicionar la Ceniza Cabuya en porcentajes de 6%, 8% y 10%.

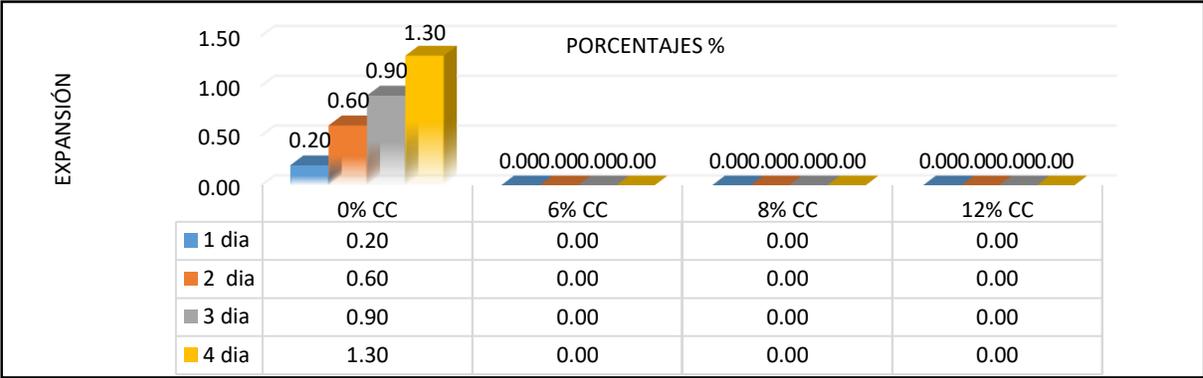


Figura 14. Expansión para molde 1 con porcentaje de ceniza cabuya

Fuente: Elaboración propia 2020

Los resultados que obtuvieron de acuerdo a la figura 14, se observa que su expansión ha tenido un ligero incremento de 0.20 del 1 día hasta llegar a 1.30% en 4 día.

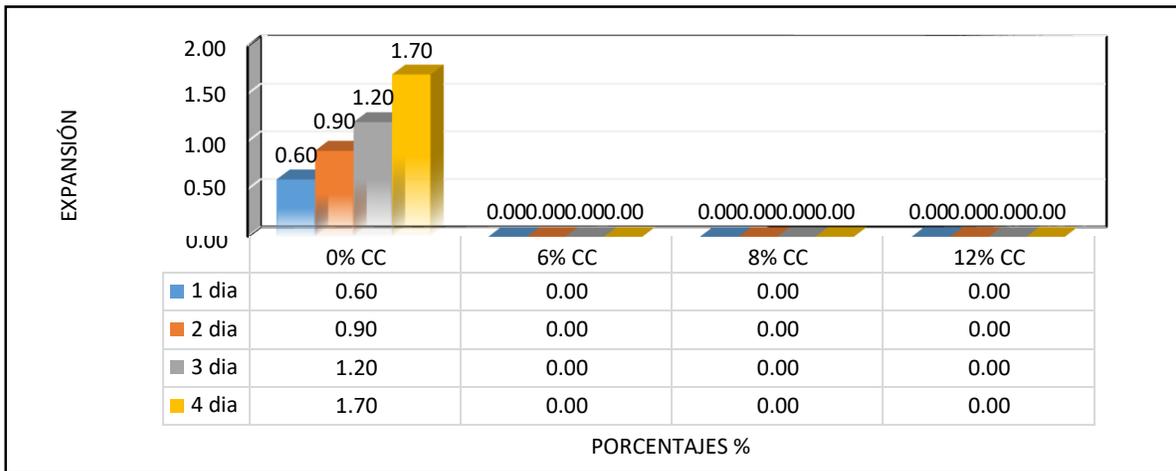


Figura 15. Expansión para molde 2 con porcentaje de ceniza cabuya

Fuente: Elaboración propia 2020

En la figura 15, se observa que su expansión ha tenido un ligero incremento de 0.60 del 1 día hasta llegar a 1.70% en 4 día.

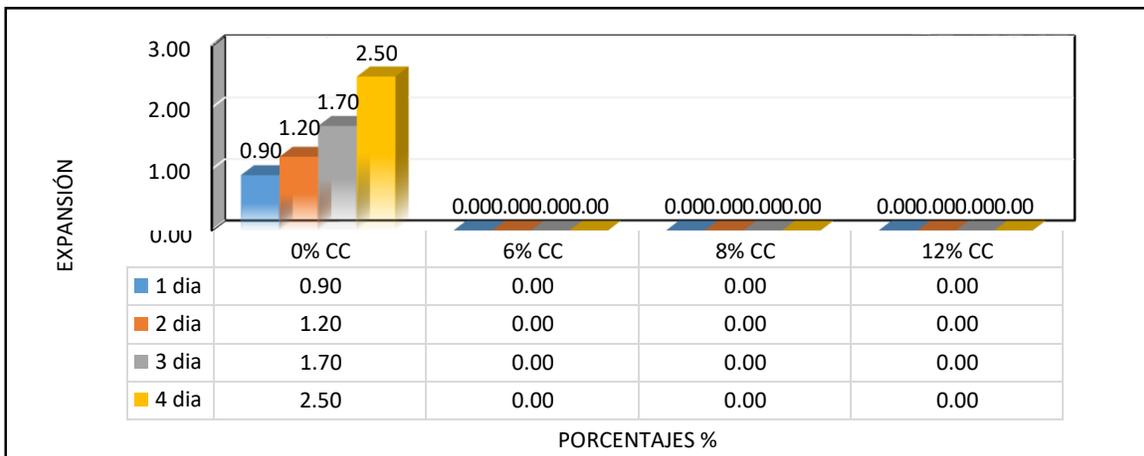


Figura 16: Expansión para molde 3 con porcentaje de ceniza cabuya

Fuente: Elaboración propia 2020

En la figura 16, se observa que su expansión ha tenido un ligero incremento de 0.90 del 1 día hasta llegar a 2.50% en 4 día

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) – ASTM D1883

- **CBR del Suelo Natural:** La presente figura 8, presenta los resultados obtenidos del suelo natural en cuanto al CBR.

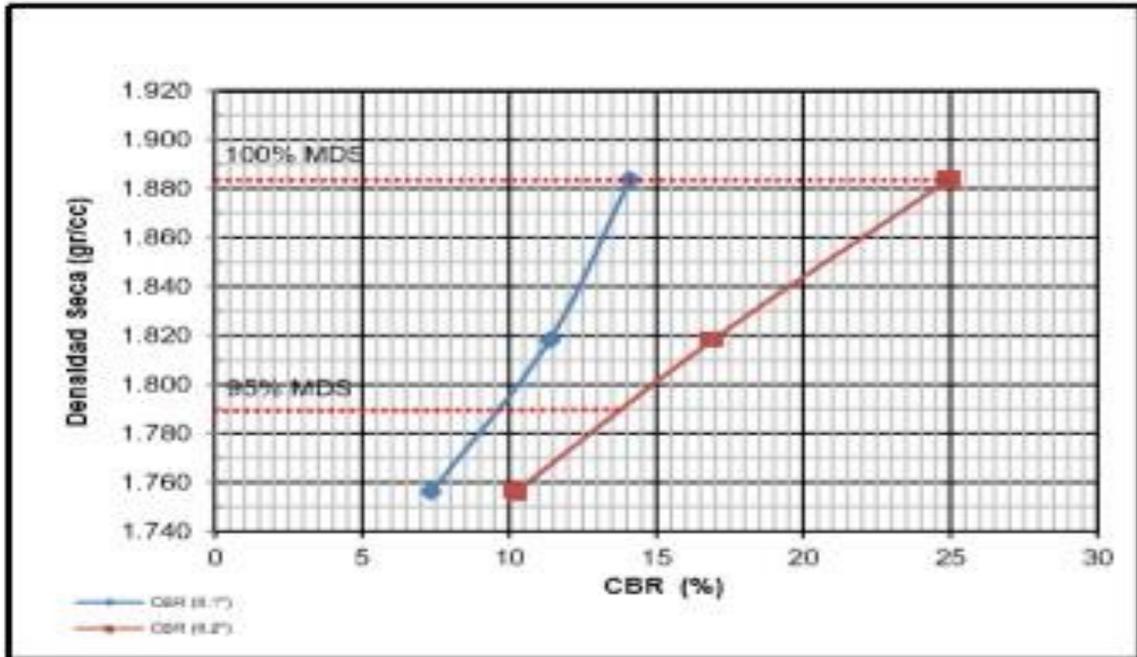


Figura 17. Relación CBR y Máxima densidad seca de suelo natural

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la figura 17, se observa el ensayo CBR, que tomaremos como referencia la muestra de suelo natural. Teniendo como mejor densidad seca 1.884 gr/cm³ con una Humedad de 12.8%, la muestra fue utilizada del Proctor modificado y luego se realizó la saturación para poder medir su resistencia con una penetración correlacional de 0.1” con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante el cual nos determinó un valor de 8.0%.

El ensayo CBR es para determinar si el suelo que se utilizó, es apto para el sub rasante, para ello tendremos que acudir a la norma del ministerio de transporte y comunicaciones E – 132, el resultado de CBR que determinó la muestra patrón es 8 % CBR, el cual es considerado como un sub rasante regular.

CBR con incorporación de Ceniza de Cabuya 6%.

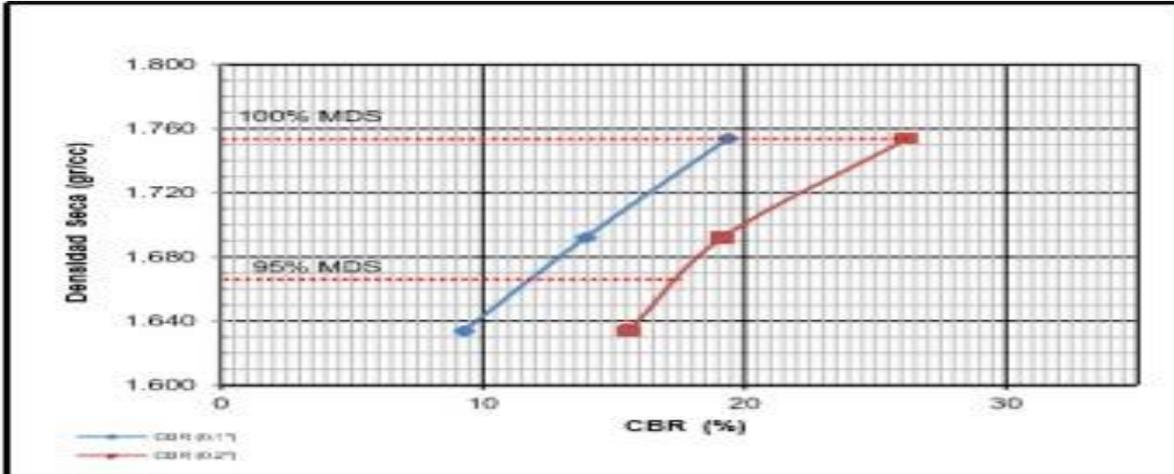


Figura 18. Relación CBR y MDS al adicionar 6% de ceniza cabuya

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la figura 18, se observa los resultados del ensayo CBR incorporando 6% de ceniza de cabuya, tuvo como resultado en cuanto a su capacidad de soporte con una penetración correlacional de 0.1" con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante el cual nos determinó un valor de 13.2% y un incremento respecto al suelo natural es de 5.2%.

CBR con incorporación de Ceniza de Cabuya 8%

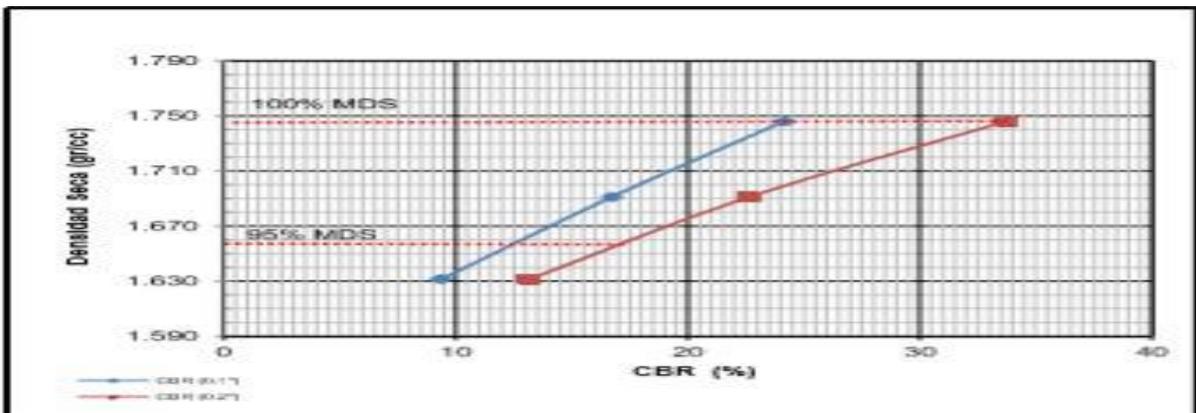


Figura 19. Relación CBR y MDS al adicionar 8% de ceniza Cabuya

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la figura 19, se observa que al adicionar 8% de ceniza de cabuya se obtiene un resultado de 14.0% con una lectura al 95% de CBR y el aumento de capacidad de soporte respecto a la incorporación de 6 % es de 0.8%.

CBR con incorporación de Ceniza de Cabuya 12%

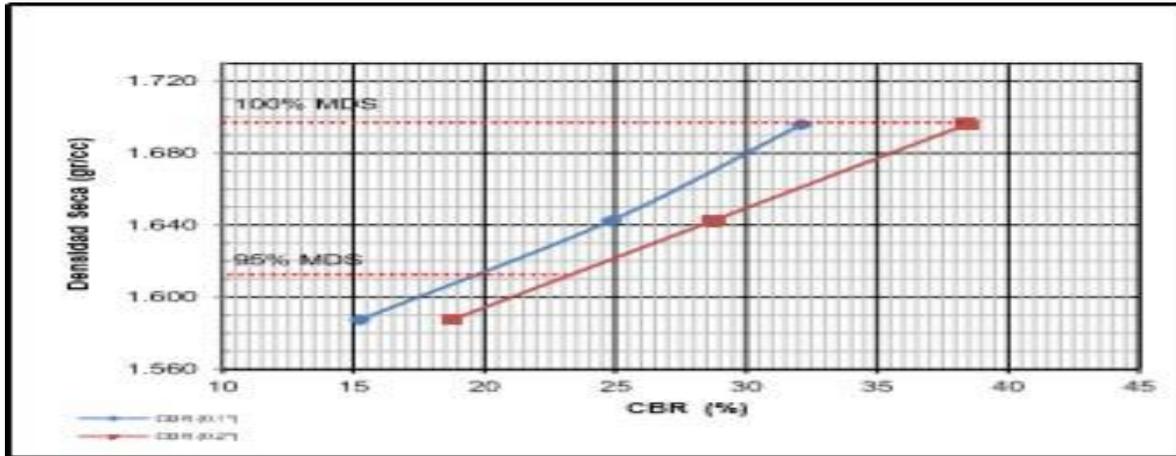


Figura 20. Relación CBR y MDS al adicionar 12% de ceniza cabuya

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

En la figura 20, se observa que al adicionar 12% de ceniza de cabuya se obtiene un resultado de 17.5% con una lectura al 95% de CBR y el aumento de capacidad de soporte respecto a la incorporación de 8 % es de 3.5%.

V. DISCUSIÓN

5.1. La Incorporación de la Ceniza de Cabuya disminuye la índice plasticidad de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

Resultados: En cuanto granulometría SUCS clasifica al suelo en arcilla delgada arenosa (CL) y ASSHTO en (A-4), el cual se obtuvo un índice de plasticidad del suelo natural es de 11%, e incorporando 6%, 8% y 12% de ceniza de cabuya se logra obtener un IP =0 Indicando su plasticidad es no plástico(NP) con características de suelos extensos de arcilla.

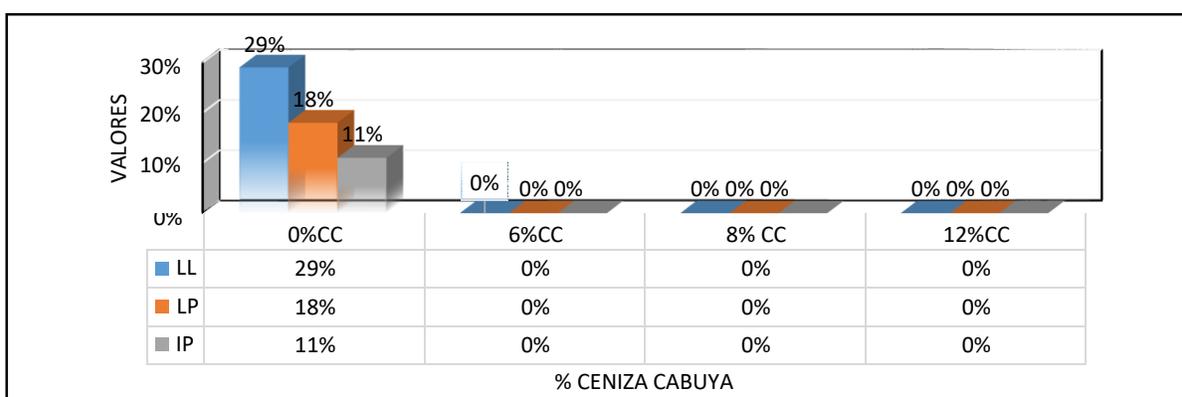


Figura 21. Límite de consistencia vs porcentajes Ceniza Cabuya

Fuente: Elaboración propia 2020

Antecedentes: Respecto al tesis realizada por Barragán, Cuervo (2019) en su investigación incorporo en cantidades proporcionales en porcentajes de la ceniza de cascarilla de arroz, en la muestra del suelo natural, donde obtuvo el limite liquido del suelo natural es 40.05% e incorporo 1% de ceniza de cascarilla de arroz logrando reducir a 18.56%, y respecto al índice plasticidad del suelo natural fue de 24% y al incorporar el 1% de ceniza de cascarilla de arroz logro disminuir a 8.04%, con las ceniza de cabuya se obtuvieron resultados similares al reducir el índice de plasticidad.

La hipótesis: La Incorporación de la Ceniza de Cabuya disminuye la índice plasticidad de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020. Lo resultados obtenidos del laboratorio, Por medio de los ensayos de limite Atterberg se corrobora la influencia que tuvo las dosificaciones la ceniza de cabuya en el terreno

natural, ya que disminuyó el límite líquido, límite plástico y progresivamente el índice de plasticidad.

Pregunta: ¿En cuánto influye la Incorporación de la Ceniza de Cabuya en la índice plasticidad de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020? Al comenzar el proyecto tesis (en base al resultado del tesista), el terreno natural fue clasificado como suelo arcilla delgada arenosa CL con una índice plasticidad de 11% y en la medida que se incorporó la ceniza de cabuya en 6%, 8% y 12%, obtuvo como el mejor resultado al incorporar el 6% ceniza de cabuya reduciendo su índice plasticidad volviéndolo no plástico, el cual nos indica que al incorporar mayor cantidad de ceniza de cabuya el suelo se vuelve no plástico. Dicha tesis de investigación respaldado como una fuente confiable cuando se pone en comparación con nuestros resultados obtenidos, por lo que se tiene una similitud y también en cuanto a su metodología donde se realiza la manipulación a la variable independiente al incorporar la ceniza de cabuya, el cual se alcanzó a reducir el índice de plasticidad.

5.2. La Incorporación de la Ceniza de Cabuya disminuye en la expansión de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

Para determinar la expansión del suelo, se realizó el ensayo de compactación en golpes de 56, 25 y 12, se observa en la gráfica 11, luego incorporando 6%, 8% y 12% de ceniza de cabuya logrando obtener la máxima densidad seca del suelo natural es de 1.884 gr/cm³, logrando obtener una reducción de 1.884 gr/cm³ hasta 1.692 gr/cm³.

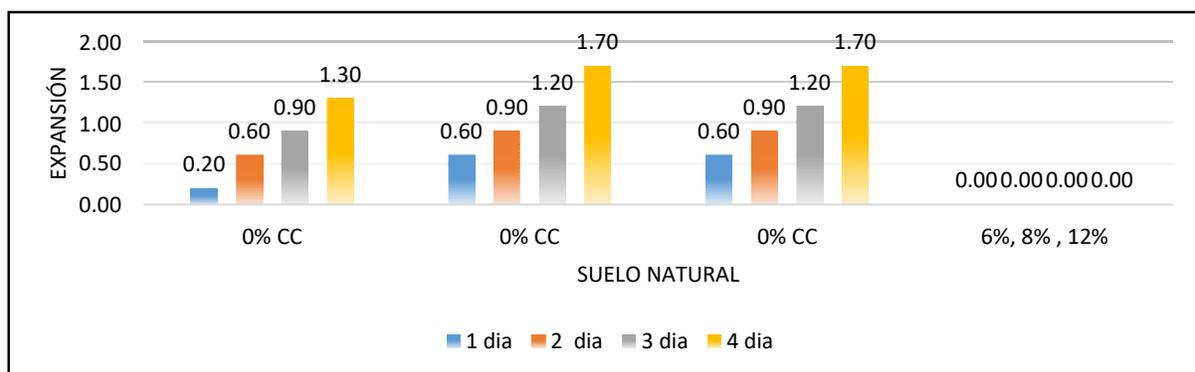


Figura 22. Expansión suelo natural y Ceniza Cabuya

Fuente: Elaboración propia 2020

Antecedentes: Respecto al tesis realizada por Llamoga (2017), en su investigación adiciono en porcentajes 4%, 7% y 10% de ceniza de cascarilla de arroz donde obtuvo resultados en cuando a su expansión al adicionar 4%CCA y 7%CCA que son pertenecientes al molde 55 y 26 que al igual que en el análisis de la expansión para IP obtuvo una disminución; sin embargo, con 10%CCA incremento su expansión y IP.

La hipótesis: La Incorporación de la Ceniza de Cabuya disminuye en la expansión de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020. Por medio de resultados de los ensayos de compactación se llega a corroborar la incorporación de ceniza cabuya en el terreno natural, ya que disminuye la índice plasticidad y disminuye la expansión del suelo.

Pregunta: ¿En cuánto influye la Incorporación de la Ceniza de Cabuya en la expansión de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020? Al comenzar el proyecto tesis (en base a resultados de la tesis de Llamoga (2017), el terreno natural fue clasificado como suelo arcilloso y en el porcentaje que se incorporó la ceniza de cabuya de 6%, 8% y 12% la expansión de suelo de redujo de manera considerable y en cuanto a la máxima densidad seca de suelos natural es 1.884 gr/cm³, el cual disminuye en 0.300 g/cm³, 0.279 g/cm³ y 0.053 g/cm³, dando un resultado favorable en cuanto al expansión y máxima densidad seca.

5.3. La Incorporación de la Ceniza de Cabuya aumenta la resistencia al esfuerzo de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020.

Para el ensayo de CBR (California Bearing Ratio), el cual esta normado con la ASTM D 1883 y MTC E 132 el ensayo determina la capacidad de soporte de suelos que estará referido al 95% de la máxima densidad seca y a una penetración de carga de 2.54mm, teniendo como resultado el CBR del suelo natural de 8 % y se le incorporo en porcentajes de 6%,8% y 12% la ceniza de cabuya logrando un resultado favorable por lo que aumenta la capacidad soporte de 8% hasta 17.2% y de acuerdo a categoría de clasificará en sub rasante buena encontrándose en el rango de CBR≥10% a CBR≤20%.

Tabla 6: Relación CBR y cabuya

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	RESULTADOS			
	Incorporación de Ceniza Cabuya	Suelo natural	6%	8%
CBR (%)	8%	13.2%	14%	17.5%

Fuente: Elaboración propia 2020

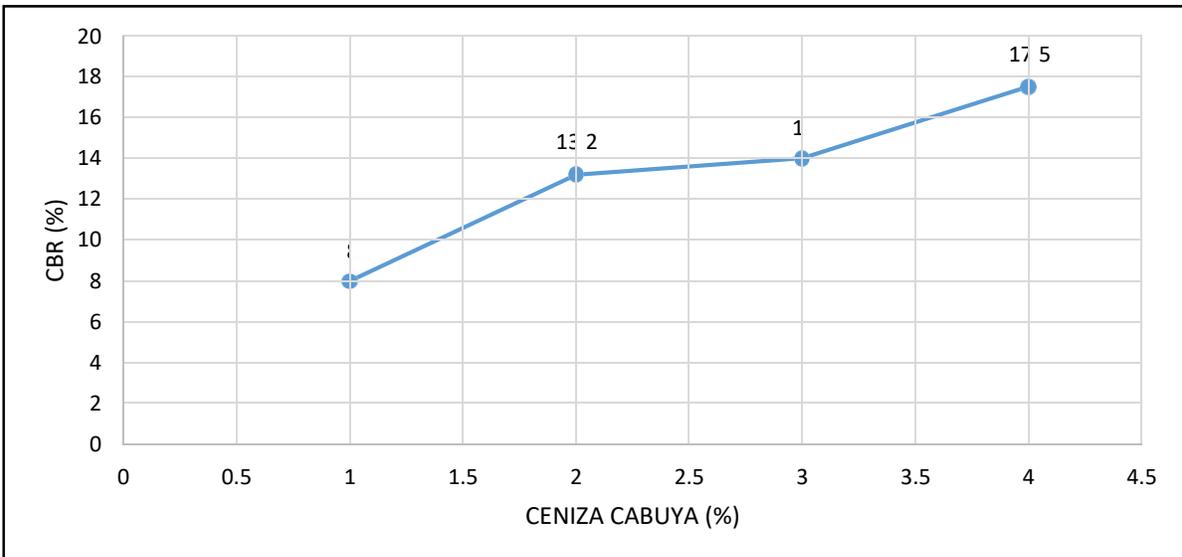


Figura 23. Comparación de CBR al incorporar la Ceniza Cabuya

Fuente: Elaboración propia 2020

Antecedentes: En la tesis de investigación realizado por Ormeño (2020), en cuanto al CBR aplicando un porcentaje de 10%, 15%, 25% y 30% de ceniza de cascara de arroz (CCA), suelos natural 10.60% a mayor porcentaje de CCA aumenta el contenido humedad hasta 19.80, respecto al máxima densidad seca 1.694gr/cm³ a mayor CCA disminuye su valor hasta 1.508 gr/cm³, de modo que el CBR a mayor ceniza de cascara de arroz aumentar de 4.30% a 20.70% su capacidad de soporte, de modo que se acepta la incorporación de ceniza de cabuya para la mejora del CBR.

Barragán, Cuervo (2019) en su investigación adicionó en porcentajes la ceniza de cascarrilla de arroz al suelo natural luego de excavación de la calicata, de esta manera se logró obtener una variación en la resistencia. En suelo natural se determinó un CBR

de 1.6% y adicionando el 1% de cal estructural aumentó a 1.9%, con la ceniza de cabuya se obtuvo resultados similares al incrementar el CBR.

La Hipótesis: La Incorporación de la Ceniza de Cabuya aumenta la resistencia al esfuerzo de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020. De mismo modo se obtuvo los resultados de capacidad de soporte CBR se afirma la influencia que tuvo la incorporación de la ceniza de cabuya el cual mejora la capacidad de soporte.

Pregunta: ¿En cuánto influye la Incorporación de la Ceniza de Cabuya en la resistencia al esfuerzo de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo – San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020? Al inicio del proyecto tesis (en base a los resultados del tesisista Ormeño (2020) y Barragán, Cuervo (2019), para el indicador de capacidad de soporte el terreno natural fue clasificado como un suelo arcilla delgada arenosa con un CBR 8.00% en la medida que se incorporó la ceniza de cabuya en 6%, 8% y 12% que el mejor resultado fue de 12% obteniendo la capacidad soporte de 17.5% De este modo logro aumentar la resistencia en un suelo arcilloso.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo general: Se determinó la incorporación de ceniza de cabuya, mejoran las propiedades del suelo del tramo Yarumayo – San pedro de Chaulán, observando su evaluación en sus propiedades: disminuir el índice de plasticidad en los Límites de Atterberg; el aumento en la expansión y el incremento de la capacidad de soporte o CBR.

Objetivo 1: Se concluyó que la muestra suelo, ha sido calificado como suelo arcilloso delgada arenosa (CL), en el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), las cuales se le incorporo porcentaje de 6%, 8%, 10% de ceniza cabuya, todas las incorporaciones que se realizó respondieron positivamente llegando a tener un $IP=0$; entonces la influencia está directamente relacionada con los porcentajes planteado, por lo que la incorporación de ceniza cabuya mejora con respecto a Los Límites de Atterberg, el cual queda demostrado.

Objetivo 2: Se concluyó que la incorporación de ceniza de cabuya en 6%, 8% y 12% aporta en la reducción en la expansión; lo que impide la entrada de agua, reduciendo los cambios volumétricos del suelo expansivo, de esta manera reduciendo posibles grietas, asentamiento.

Objetivo 3: De acuerdo a los resultados obtenidos del CBR en relación a máxima densidad seca con penetración 1" y 100% de la MDS , la incorporación en porcentaje de ceniza de cabuya contribuye en la capacidad soporte de 8% para suelo natural obteniendo valores en forma creciente desde 13.2% con el 6% hasta un 17.5% con el 12% de ceniza cabuya; entonces la influencia de la ceniza cabuya es notable en los porcentajes pretendidos, poder ser usado como un sub rasante bueno y cumpliendo con lo indicado en Manual de Carreteras del MTC.

Para la aplicación de estos adictivos como estabilizante en campo, se debe tener en cuenta los efectos logrados en los resultados de CBR en cuanto a su benéfico para mejorar el sub rasante.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo 1: En la presente investigación al elegirse porcentaje de ceniza cabuya de 6%, tuvo una reducción en cuanto al índice de plasticidad, por ello, se recomienda realizar estudios con porcentaje menores que 6% de ceniza cabuya.

Objetivo 2: La expansión del suelo arcillosa se redujo de manera considerable, de modo que contaba con porcentaje bajas 0.6% hasta 1.7 % de expansión, se sugiere a las futuras investigaciones a obtener el óptimo porcentaje de ceniza de cabuya que estarían en rango 0% y 6%.

Objetivo 3: Se recomienda únicamente para el CBR un óptimo porcentaje de ceniza de cabuya mayor a 12%, de manera que el suelo pueda estar en rango un sub rasante muy bueno de acuerdo a manual de MTC.

Se recomiendo al distrito Yarumayo – San pedro de Chaulán aprovechar ceniza de cabuya como estabilizante, ya que este componente abunda en todo el trayecto de la zona.

Para tener un buen resultado en su investigación es importante elegir bien el suelo, así mismo tener una referencia en cuanto a los suelos predominantes en zonas de estudio.

Se recomienda para futuras investigaciones realizar el análisis comparativo en cuanto a costos entre el mejoramiento del suelo con ceniza cabuya y otro tipo de estabilizante como cemento, fibras, etc.

REFERENCIAS

1. ALBERTO, J, ARIEL, C. *Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la reparación de proyectos de investigación*. 2a ed. Córdoba: Brujas, 2006, pp.31 ISBN 987591-020-1
2. AYALA, GULLERNO., ROSADIO, ALDO Y DURA, GARY. 2019. *Study of the effect of adding ash from artisanal barking on the stabilization of clay soils for pavements*. 17th multiple international LACCEI conferences for engineering, education and technology. Jamaica. Pág.1-6. ISSN 2416390
3. BADILLO, E. y RODRIGUEZ, A. *Fundamento de Mecánica de Suelos*. 5ta ed. México; Limusa, 2011, pp. 34 ISBN 9681800699
4. BARRAGÁN, H Y CUERVO, J (2019). *“Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de caricarilla de arroz de la variedad blando a un suelo areno-arcilloso”* tesis de grado inédita, de la universidad piloto de Colombia, 2019.
5. BEATRIZ, I. *Gestión de ceniza como fertilizante y enmedante de plantaciones jóvenes de pinus radiata*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Santiago de compétela, 2007, pp. 16
6. BRAJA, D. *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. 4th Edition. EE. UU: Cengage Learning, 2013, pp. 49 ISBN 9781111576752
7. CAÑAR, R. y CAÑAR, E. *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos Arenosos Finos y Arcillosos combinadas con Ceniza de Carbono*. tesis de grado inédita, universidad técnica de Ambato, Ecuador, 2017.
8. CARTER, J., and others. Cavity expansion in cohesive frictional soils. *Geotechnique*. 2015, volume 36, pp.349 ISSN 00168505
9. CHHACHHIA, A. *Improvement of clayey soil stabilized with bagasse ash*. Thesis to choose the degree of civil engineer, University Kurukshetra National Institute of Technology, India, 2015.
10. DAL-RE, R. *Caminos Rurales proyecto y construcción*. 3ra ed. España: Mundi-prensa, 2001, pp. 87 ISBN 8471149990

11. DELWYN, G., FREDLUND, H., and others. *Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice*. 1ra ed. USA: John Wiley & Sons, 2012, pp. 73 ISBN 9871118280508
12. GOMEZ, M. *Introducción a la metodología de investigación científica*. 1ª ed. Córdoba: Bujas, 2006, pp.85 ISBN 9875910260
13. GROVE, S., BURNS., N. GRAY, J. *The practice of nursing research: appraisal, synthesis and generation of evidence*. Seventh edition, china: Elsevier Health Sciences, 2013, pp. 155 ISBN 9780323293310
14. HODGSON, J. *Muestro y descripción de suelos*. 1ra ed. Barcelona: reverté S.A, 1987, pp. 57 ISBN 8429110178
15. KHAOYA, P. *Stabilization of expansive clay soil using bagasse ash and lime*. Thesis to choose the degree of civil engineer, University of Agriculture and Technology, Kenia, 2016.
16. KRISHNASWAMY, K., SIVAKUMAR, A. y MATHIRAJAN. *Management research methodology integration of principals, methods and techniques*. Illustrate, India: Pearson education, 2009, pp. 281, párr.1 ISBN 9788177585636
17. KRISHNASWAMY, K., SIVAKUMAR, A. y MATHIRAJAN. *Management research methodology integration of principals, methods and techniques*. Ilústrate, India: Pearson education, 2009, pp. 281, párr.2 ISBN 9788177585636
18. LLAMOGA, L. *Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasante al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016*", tesis de grado inédita, de la universidad privada del Norte, lima, 2017.
19. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACION. *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos*; R.D. Nª 10, Lima, 2014, pp. 20
20. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACION. *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos*; R.D. Nª 10, Lima, 2014, pp. 32
21. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACION. *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos*; R.D. Nª 10, Lima, 2014, pp. 35

22. MONTEJO RODOLFO, R., RAYMUNDO JUÁREZ. J Y CHÁVEZ ANCAJIMA J. Materiales alternativos para estabilizar: el uso de ceniza de cascara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. *Revista tzhoeoen*. Enero- marzo 2020, Volumen 12 / nº1, pp. 131-140. ISSN 19978731
23. NAMAUFOROOSH, N. *Metodología de la investigación*. 2ª ed. México: Limusa, 2005, pp. 44 ISBN 9681855178
24. ÑAUPAS, H., MEJIA, E., NOVOA, E. y VILLAGOMEZ, A. *Metodología de la investigación cuantitativa- cualitativa y redacción de la tesis*. 4ª ed. Bogotá: Ediciones de la u, 2014, pp.97 ISBN 9789587621884
25. ORMEÑO, O y et. Stabilization of a sub-rant composed of low plasticity clay with rice shell ash. *IOP Publishing Ltd*. 2020. Materials Science and Engineering 758, pp. 1-5. ISSN 1757899X
26. PITARD, F. *Theory of sampling and sampling practice*. third edition, U.S: Taylor & Francis Group, LLC, 2019, pp.13 ISBN 9781351105934
27. RAMOZ, M. y ILLIDGE, D. *Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento*. tesis de grado inédita, universidad de la Salle. Colombia, 2017.
28. RICO, A. *La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras ferrocarriles y aeropistas*. 1ª ed. México: Limusa, 2005. ISBN 968-18-0054-0
29. RODRIGUEZ, E. *Metodología de la investigación*. 5ta ed. México: Colección, 2005, pp.23 ISBN 9685748667
30. ROESYANTO. 2018. Clay stabilization by using gypsum and paddy husk ash with reference to UCT and CBR value. *Journal citation and DOI*. Indonesia: Materials Science and Engineering 309, pp.1-6. ISSN 1757899X
31. ROJAS, F al et. *Plantas ornamentales del trópico*. 1ra ed. Costa Rica: Editora tecnológica,2006. 594 ISBN 9977661820
32. SANZ, J. *Mecánica de suelos*: Primera edición española. Barcelona. técnicas asociados S.A.1975, pp.41 ISBN 84-7146-165-X

33. TERRONES, A. *Estabilización de suelos Arcillosos adicionando Cenizas de Bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza Trujillo-2018*. tesis de grado inédita, Universidad privada del norte, Trujillo, 2018.
34. THOMPSON, L and others. *Soils and Fertility*. 4th ed. New York: Megraw-hill book company, 1988, pp. 64 ISBN 8429110710
35. TOTO, I y PARRA R. *Método y conocimiento: metodología de la investigación*. 1ra ed. Medellín: Universidad EAFIT, 2006, pp.137 ISBN 9588291113
36. TUESTA, MAYRA. y GUEVARA OSCAR. *Propiedades químicas y carencias curativas populares del Maguey o Cabuya (Agave americana L.) Caso, Churcampa, Huancavelica*. Enero- junio, 2014, pp. 77-73. [fecha de consulta: 23 de mayo 2020], disponibilidad y acceso: [file:///C:/Users/pc/Downloads/1105-4023-1-PB%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/1105-4023-1-PB%20(4).pdf)
37. VEGA, A. “*Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac Alto, provincia de Huaraz-1017*”. Tesis de grado inédita, universidad San Pedro de Huaraz, Ancash, 2017
38. Villalaz, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 2004, pp. 69 ISBN 968-18-6489-1
39. Villalaz, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 2004, pp. 64 ISBN 968-18-6489-1
40. Villalaz, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 2004, pp. 78 ISBN 968-18-6489-1

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEP: CENIZA DE CABUYA	Rojas, Bermúdez y Quiricón nos dice: que estas plantaciones crecen en la parte nativa, de América latina y en otros países son cultivadas por su alto valor ornamental y por su resistencia a suelos pobres. Teniendo como característica hojas bastante compactadas y duradera creciendo en lugares rocosas y en algunos casos en taludes. ³⁹	Este proyecto se va a desarrollar con finalidad de dar una posible solución. se presentara y se evaluara el variable, como también sus dimensiones que es el base principal para el desarrollo del proyecto.	INCORPORACION DE LA CENIZA DE CABUYA	INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE CABUYA CON 6%	Experimento aplicando, el porcentaje de Ceniza de Cabuya a volumen de Suelo.
				INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE CABUYA CON 8%	Experimento aplicando, el porcentaje de Ceniza de Cabuya a volumen de Suelo.
				INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE CABUYA CON 12%	Experimento aplicando, el porcentaje de Ceniza de Cabuya a volumen de Suelo.
VARIABLE DEPEND: SUELOS ARCILLOSOS	Según Thompson nos dice que: Los suelos arcillosos tiende a cambiar su color y su identificación depende ante todo de la consistencia y apariencia en el campo. Lo subsuelos arcillosos secos tiene una dura o muy dura consistencia as estar en estado seco y mayormente en sus casos de perfil tienden a agrietarse y será difícil poder escavar. ⁴⁰	En cuanto a este variable dependerá de la variable principal para poder cambiar sus propiedades del subrasante.	La Expansión	Compactación suelos	Ensayo de expansión
			Índice de Plasticidad (I.P.)	Límite Líquido Límite Plástico	Ensayo de límite de atterberg
			Resistencia al esfuerzo	CBR Máxima Densidad seca	Ensayo de CBR

Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 2. Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN METODOLOGÍA
<u>PROBLEMA GENERAL</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS GENERAL</u>	V. DEPENDIENTE: SUELOS ARCILLOSOS			Metodo: (Científico) Tipo: (Aplicada) Nivel: (Correlacional) Diseño: (Cuasi Experimental) Enfoque: (Cuantitativo) Población: tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán 6km Muestra: 03 calicatas de 3km Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación Directa. Instrumentos: Granulometría, proctor modificado, CBR y atterberg.
			<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	
¿En cuanto influye la incorporación de la ceniza de cabuya para mejorar las propiedades de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cabuya para mejorar las propiedades de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	La incorporación de la ceniza de cabuya para mejorar las propiedades de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	D1: La expansión	Compactación suelo	ENSAYOS DE EXPANSIÓN	
			D2: Índice de plasticidad	Limite Líquido (LL) y Limite plástico (LP)	ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG	
			D3: Resistencia al esfuerzo	CBR y Densidad Máxima Seca	ENSAYO DE CBR	
<u>PROBLEMA ESPECÍFICOS</u>	<u>OBJETIVO ESPECÍFICOS</u>	<u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</u>	V. INDEPENDIENTE: CENIZA DE CABUYA			
			<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	
¿En cuanto influye la incorporación de la ceniza de cabuya en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cabuya en el índice de plasticidad de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	la incorporación de la ceniza de cabuya disminuye el índice de plasticidad de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	DISTRIBUIR LA CENIZA DE CABUYA	INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE CABUYA CON 6%	EXPERIMENTO APLICANDO EL PORCENTAJE DE CENIZA DE CABUYA A VOLUMEN DE SUELO	
¿En cuanto influye la incorporación de la ceniza de cabuya en la expansión de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cabuya en la expansión de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	La incorporación de la ceniza de cabuya disminuye la expansión de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020		INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE CABUYA CON 12%		
¿En cuanto influye la incorporación de la ceniza de cabuya en la resistencia al esfuerzo de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de cabuya en la resistencia al esfuerzo de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020	La incorporación de la ceniza de cabuya aumenta la resistencia al esfuerzo de suelos arcillosos, tramo de Yarumayo – san pedro de Chaulán, Huánuco – 2020		INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE CABUYA CON 16%		

Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 4. Excavación de la calicata para la extracción de la muestra



Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 5. Cabuya de la zona Rosa Pampa



Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 6. Límite de Atterberg



Elaboración propia 2020

Anexo 7. Ceniza de cabuya



Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 8. Combinación de Suelo Arcilloso y Ceniza cabuya



Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 9. Ensayo de Proctor modificado



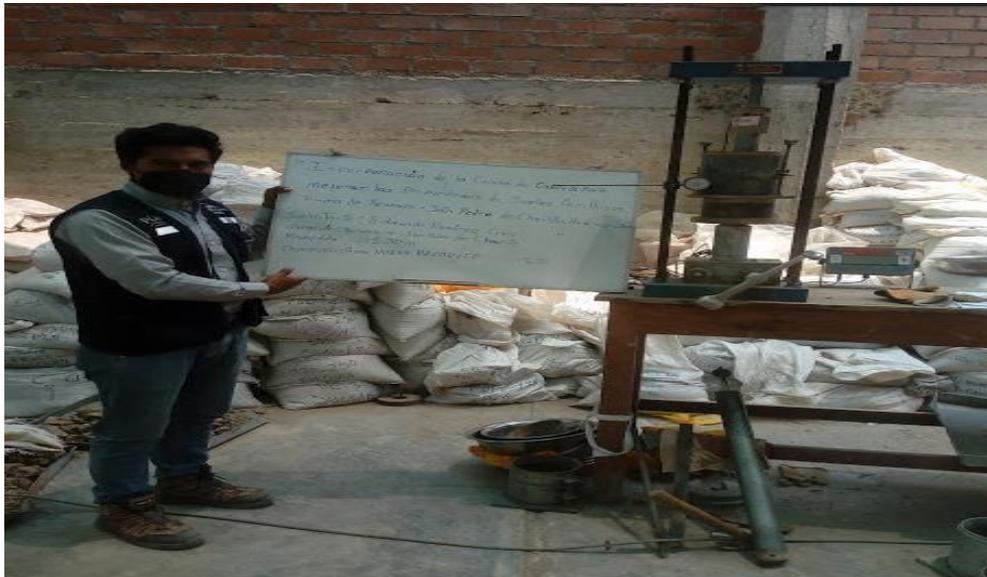
Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 10. Ensayo de peso de Proctor modificado



Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 11. Ensayo de CBR (california Bearing Ratio).



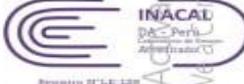
Fuente: Elaboración propia 2020

Anexo 13. Ensayo Proctor Modificado



LabGeo_{CRVV}
Laboratorio Geotécnico
& de Concreto

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-129**



INACAL
DA - Perú
Organismo de Acreditación

INFORME DE ENSAYO - PROCTOR MODIFICADO

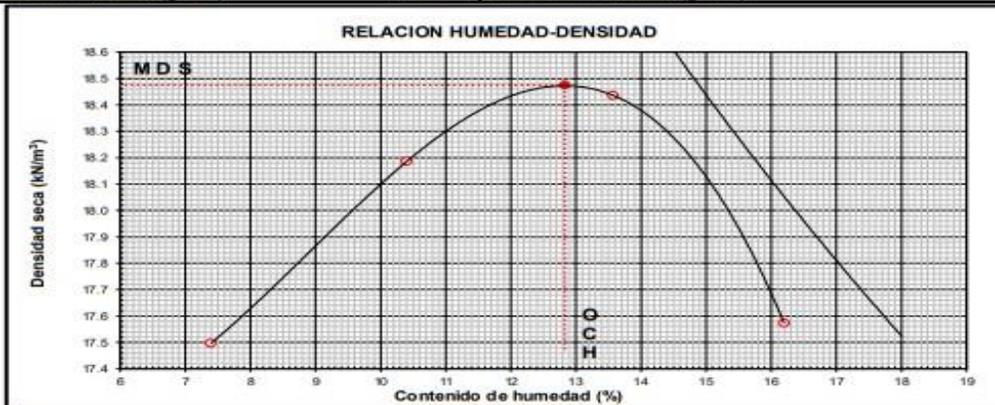
INFORME N° : LABGEO-20-204.01B **F. de Emisión** : 27/11/2020
F. de Recepción : 17/09/2020

SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz
DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ate - Vitarte
PROYECTO : "Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco – 2020"

UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaulán

Identificación : Natural **Muestra** : --- **F. ejecución del ensayo** : 5/10/2020
Clasificación : CL, arcilla delgada arenosa. **Prof. (m)** : 1.50
Preparación : Húmeda **% Humedad** : 3%
Compacción : --- **Tamiz** : --- **% retenido P_c** : --- **Pisón** : Manual
% pasante P_t : ---

Gravedad Específica (g/cm ³) : ---		Método de ensayo : ASTM D854 - 14			
Densidad húmeda	kN/m ³	18.79	20.08	20.94	20.42
Contenido de agua	%	7.4	10.4	13.6	16.2
Densidad seca	kN/m ³	17.50	18.19	18.44	17.57
Densidad húmeda	g/cm ³	1.916	2.047	2.135	2.082
Densidad seca	g/cm ³	1.784	1.855	1.880	1.792
Densidad Seca Óptima (Sin corrección)		Densidad Seca Óptima (Corregido por sobre tamaño)			
Máxima Densidad Seca (kN/m³)	18.47	Máxima Densidad Seca (kN/m³)		---	
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.8	Óptimo Contenido de Humedad (%)		---	
Máxima Densidad Seca (g/cm³)	1.884	Máxima Densidad Seca (g/cm³)		---	



Observaciones : ---

Signature
ROMERO CRISTOBAL
CHRISTIAN HENRY

Fecha: 27/11/2020 10:10
By www.tocapu.pe

Signature
VASQUEZ LOPEZ DAVID
LEONCIO

LABGEO CRVV S.A.C.
Fecha: 27/11/2020 10:11
By www.tocapu.pe



Jefe de Laboratorio

Director de Laboratorio

Sello

CP-57142

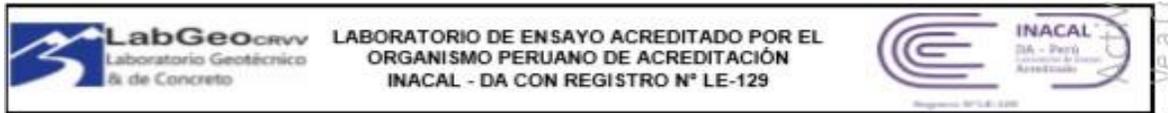
ASTM D1557-12e1	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lb/ft ³ (2,700 kN-m/m ³))
ASMT D4718-15	Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles
ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

Los resultados solo están relacionados con el ítem ensajado. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.

Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

Anexo 14. Ensayo Proctor Modificado 6% ceniza Cabuya



INFORME DE ENSAYO - PROCTOR MODIFICADO

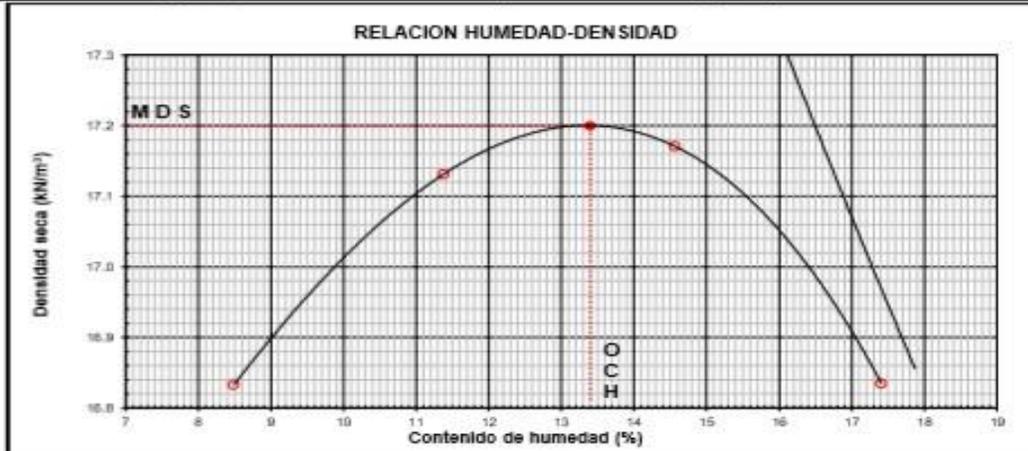
INFORME N° : LABGEO-20-204.04A F. de Emisión : 20/11/2020
F. de Recepción: 17/09/2020

SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz
 DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ale - Vitarlo
 PROYECTO : "Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020"

UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaulán

Identificación : 6% Ceniza F. ejecución del ensayo : 5/10/2020
 Clasificación : SM Arena limosa Prof. (m) : 1.50
 Preparación : Húmeda % Humedad : 3%
 Compactación : --- Tamiz : --- % retenido P_c : --- Pisón : Manual
 Gravedad Especifica (g/cm³) : --- Método de ensayo : ASTM D854 - 14 % pasante P_c : ---

Densidad húmeda	kN/m ³	18.26	19.08	19.67	19.77
Contenido de agua	%	8.5	11.4	14.6	17.4
Densidad seca	kN/m ³	16.83	17.13	17.17	16.83
Densidad húmeda	g/cm ³	1.862	1.946	2.006	2.016
Densidad seca	g/cm ³	1.717	1.747	1.751	1.717
Densidad Seca Óptima (Sin corrección)			Densidad Seca Óptima (Corregido por sobre tamaño)		
Máxima Densidad Seca (kN/m ³)	17.20	Máxima Densidad Seca (kN/m ³)	---		
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.4	Óptimo Contenido de Humedad (%)	---		
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.754	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	---		



Observaciones: ---



ROMERO CRISTOBAL
CHRISTIAN HENRY
Fecha: 20/11/2020 09:25
By www.tocapu.pe

Jefe de Laboratorio



VASQUEZ LOPEZ DAVID
LEONCIO
LABGEO CRVV S.A.C.
Fecha: 20/11/2020 09:37
By www.tocapu.pe

Director de Laboratorio



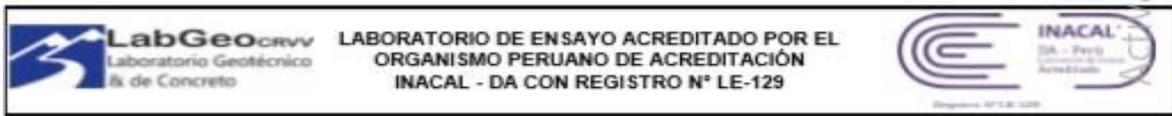
Sello

- ASTM D1557-12a1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))
- ASTM D4718-15 Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles
- ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.

Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

Anexo 15. Ensayo Proctor Modificado 8% ceniza Cabuya

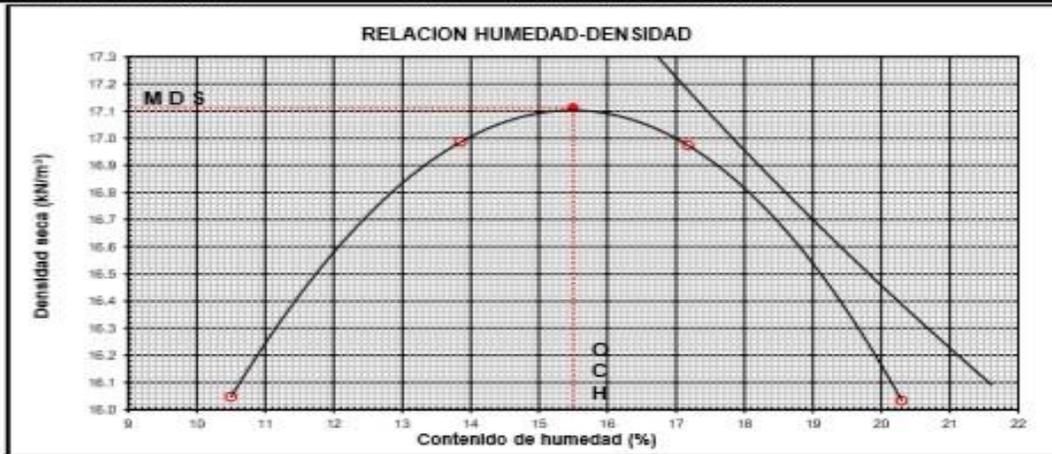


INFORME DE ENSAYO - PROCTOR MODIFICADO

INFORME N° : LABGEO-20-204.05A **F. de Emisión** : 20/11/2020
F. de Recepción : 17/09/2020
SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz
DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ate - Vitarte
PROYECTO : "Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020"
UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaulán

Identificación : 8% Ceniza **Muestra** : ---
Clasificación : SM Arena limosa **F. ejecución del ensayo** : 5/10/2020
Preparación : Húmeda **Prof. (m)** : 1.50
Compactación : --- **% Humedad** : 3%
Pisón : Manual
Tamiz : --- **% pasante P_c** : ---
% retenido P_c : --- **% pasante P_c** : ---
Gravedad Especifica (g/cm³) : --- **Método de ensayo** : ASTM D854 - 14

Densidad húmeda	kN/m ³	17.73	19.34	19.89	19.29
Contenido de agua	%	10.5	13.9	17.2	20.3
Densidad seca	kN/m ³	16.05	16.99	16.97	16.03
Densidad húmeda	g/cm ³	1.808	1.972	2.028	1.967
Densidad seca	g/cm ³	1.636	1.732	1.731	1.635
Densidad Seca Óptima (Sin corrección)			Densidad Seca Óptima (Corregido por sobre tamaño)		
Máxima Densidad Seca (kN/m ³)		17.11	Máxima Densidad Seca (kN/m ³)		---
Óptimo Contenido de Humedad (%)		15.5	Óptimo Contenido de Humedad (%)		---
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)		1.745	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)		---



Observaciones: ---



**ROMERO CRISTOBAL
CHRISTIAN HENRY**
 Fecha: 20/11/2020 09:28
 By www.tocapu.pe

Jefe de Laboratorio



**VASQUEZ LOPEZ DAVID
LEONCIO**
 LABGEO CRVV S.A.C.
 Fecha: 20/11/2020 09:37
 By www.tocapu.pe

Director de Laboratorio



Sello

CIH-57142

ASIM 01557-12a1	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft ³ (2,700 kN-m/m ³))
ASMI 04716-15	Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles
ASIM 02216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.

Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-09

Tel.: (01) 6956927 / 993535196 / 989801817

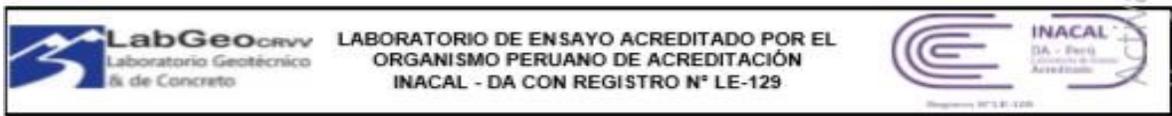
e-mail: atendiente@labgeo-crvv.com

www.labgeo-crvv.com

Página 1 de 1

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

Anexo 16. Ensayo Proctor Modificado 12% ceniza Cabuya



INFORME DE ENSAYO - PROCTOR MODIFICADO

INFORME N° : LABGEO-20-204.06A

F. de Emisión : 20/11/2020
F. de Recepción: 17/09/2020

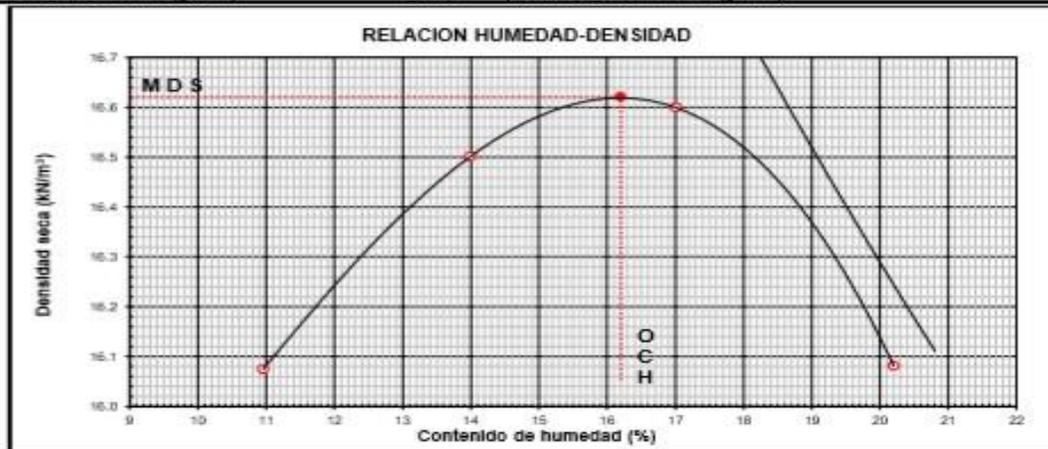
SOLICITANTE : Edmundo Ramírez Cruz
DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ale - Vitarte
PROYECTO : Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020

UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaulán

Identificación : 12% Ceniza
Clasificación : SM Arena limosa
Preparación : Húmeda
Compactación : ---
Tamiz : ---
% retenido P_c : ---
Método de ensayo : ASTM D854 - 14
Gravedad Específica (g/cm^3) : ---

F. ejecución del ensayo : 5/10/2020
Prof. (m) : 1.50
% Humedad : 3%
Plasn : Manual
% pasante P_c : ---

Densidad húmeda	kN/m^3	17.84	18.81	19.42	19.33
Contenido de agua	%	11.0	14.0	17.0	20.2
Densidad seca	kN/m^3	16.07	16.50	16.60	16.08
Densidad húmeda	g/cm^3	1.819	1.918	1.981	1.971
Densidad seca	g/cm^3	1.639	1.683	1.693	1.640
Densidad Seca Óptima (Sin corrección)		Densidad Seca Óptima (Corregido por sobre tamaño)			
Máxima Densidad Seca (kN/m^3)	16.62	Máxima Densidad Seca (kN/m^3)		---	
Óptimo Contenido de Humedad (%)	16.2	Óptimo Contenido de Humedad (%)		---	
Máxima Densidad Seca (g/cm^3)	1.695	Máxima Densidad Seca (g/cm^3)		---	



Observaciones: ---



ROMERO CRISTOBAL
CHRISTIAN HENRY
Fecha: 20/11/2020 09:26
By www.tocapu.pe

Jefe de Laboratorio



VASQUEZ LOPEZ DAVID
LEONCIO
LABGEO CRVV S.A.C.
Fecha: 20/11/2020 09:37
By www.tocapu.pe

Director de Laboratorio



Sello

ASIM D1557-12a1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))

ASIM D4718-15 Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles

ASIM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

Los resultados solo están relacionados con el ítem ensayado. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.

Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-89
Ver. 01

Tel.: (01) 6958927 / 993535196 / 999891817

e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com

www.labgeo-crvv.com

Página 1 de 1

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

Anexo 17. Ensayo de Expansión de suelo natural

 LabGeo CRVV Consultores & Laboratorio Geotécnico y de Concreto	INFORME DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883
	AT VE

INFORME N° : LABGEO-20-204.01AB

Fecha de Emisión : 20/11/2020

F. de Recepción: 17/09/2020

F. de Ejecución: 7/10/2020

SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz

DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ate - Vitarte

PROYECTO : "Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020"

UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaulán

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : Natural

MUESTRA : 0% de ceniza

PROF. (m) : 1.50

PROGRESIVA : ---

CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : ---

COMPACTACION

	3		28		30	
	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12865.00	12920.00	12680.00	12830.00	12790.00	13040.00
Peso de molde (g)	8356.00	8356.00	8225.00	8225.00	8415.00	8415.00
Peso del suelo húmedo (g)	4509.00	4564.00	4455.00	4605.00	4375.00	4625.00
Volumen del molde (cm ³)	2121.90	2132.50	2172.10	2204.70	2208.20	2258.70
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.125	2.140	2.051	2.089	1.981	2.048
Peso suelo húmedo + tara (g)	559.00	588.30	958.00	814.20	695.00	492.10
Peso suelo seco + tara (g)	506.10	533.00	864.60	720.00	626.30	439.00
Peso de tara (g)	93.00	140.00	135.00	115.00	90.00	140.00
Peso de agua (g)	52.90	55.30	93.40	94.20	68.70	53.10
Peso de suelo seco (g)	413.10	393.00	729.60	605.00	536.30	299.00
Contenido de humedad (%)	12.81	14.07	12.80	15.57	12.81	17.76
Densidad seca (g/cm ³)	1.854	1.876	1.818	1.807	1.756	1.739

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/10/2020	14:25	---	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
9/10/2020	14:25	---	11.000	0.279	0.2	26.000	0.660	0.6	39.000	0.991	0.9
10/10/2020	14:25	---	29.000	0.737	0.6	39.000	0.991	0.9	55.000	1.397	1.2
11/10/2020	14:25	---	43.000	1.092	0.9	55.000	1.397	1.2	76.000	1.930	1.7
12/10/2020	14:25	---	58.000	1.473	1.3	78.000	1.981	1.7	112.000	2.845	2.5

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0			0				0			
0.635			43.0			37.0				30.0			
1.270			82.0			65.0				42.0			
1.905			133.0			113.0				75.0			
2.540	70.455		205.0	192.2	14.1	164.0	155.3	11.4		106.0	100.3	7.4	
3.810			352.0			245.0				150.0			
5.080	105.682		530.0	510.3	25.0	346.0	345.9	16.9		208.0	209.2	10.2	
6.350			690.0			440.0				266.0			
7.620			806.0			550.0				302.0			
10.160			980.0			700.0				376.0			
12.700			1060.0			800.0				460.0			

Observaciones: ---

Referencia ASTM D1883 - 16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

Los resultados solo están relacionados con el ítem ensayado. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.

Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

Anexo 18. Ensayo de Expansión con 6% ceniza Cabuya

 LabGeo CRVV Consultores & Laboratorio Geotécnico y de Concreto	INFORME DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883
--	--

INFORME N° : LABGEO-20-204.04A

Fecha de Emisión : 20/11/2020

SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz

F. de Recepción: 17/10/2020

DIRECCION : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ate - Vitarte

F. de Ejecución: 7/10/2020

PROYECTO : Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yanumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020*

UBICACION : Yanumayo - San Pedro de Chaulán

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 6% de ceniza

PROGRESIVA : ---

MUESTRA : ---

CLASF. (SUCS) : SM

PROF. (m) : 1.50

CLASF. (AASHTO) : ---

COMPACTACION

	13A		28		30	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12140.00	12195.00	11740.00	11866.00	11750.00	11950.00
Peso de molde (g)	7884.00	7884.00	7666.00	7666.00	7822.00	7822.00
Peso del suelo húmedo (g)	4256.00	4311.00	4074.00	4200.00	3928.00	4128.00
Volumen del molde (cm ³)	2140.00	2140.00	2123.20	2123.20	2119.80	2119.80
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.985	2.014	1.919	1.978	1.853	1.947
Peso suelo húmedo + tara (g)	723.80	677.50	650.90	689.00	610.80	589.90
Peso suelo seco + tara (g)	650.00	602.30	588.30	611.20	552.30	499.60
Peso de tara (g)	99.00	103.00	121.00	155.00	116.00	137.00
Peso de agua (g)	73.80	75.20	62.60	77.80	58.50	70.30
Peso de suelo seco (g)	551.00	499.30	467.30	456.20	436.30	362.60
Contenido de humedad (%)	13.39	15.06	13.40	17.05	13.41	19.39
Densidad seca (g/cm ³)	1.754	1.751	1.692	1.690	1.634	1.631

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Sin Expansión											

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (drv)	kg	kg	%	Dial (drv)	kg	kg	%	Dial (drv)	kg	kg	%
0.000		/	0			/	0			/	0		
0.635		/	72.0			/	45.0			/	30.0		
1.270		/	133.0			/	82.0			/	55.0		
1.905		/	196.0			/	133.0			/	90.0		
2.540	70.455	/	254.0	264.2	19.4	/	203.2	190.0	13.9	/	133.0	126.7	9.3
3.810		/	399.0			/	268.0			/	212.0		
5.080	105.682	/	550.0	536.9	26.3	/	387.0	391.9	19.2	/	333.0	319.0	15.6
6.350		/	655.0			/	482.0			/	422.0		
7.620		/	745.0			/	600.0			/	499.0		
10.160		/	880.0			/	755.0			/	599.0		
12.700		/	1000.0			/	820.0			/	650.0		

Observaciones: ---

Referencia ASTM D1883 : 16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

Los resultados solo valen relacionado con el ítem ensayado. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.

Prohibida la reproducción íntegra o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

Laboratorio: Av. Camarina Central 9746 - Ate Vitarte

LABGEO-F-11
Ver. 03

Tel.: 393535196 / 262621617

E-mail: atamconclant@labgeo-crvv.com

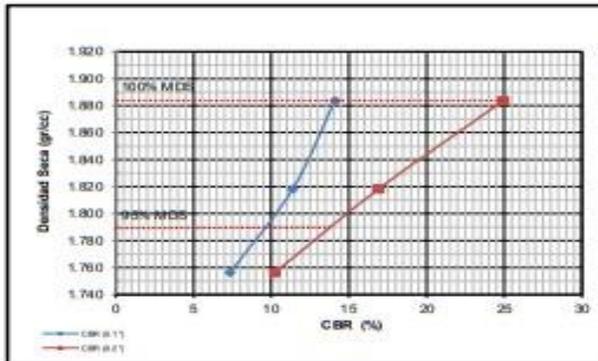
Página 1 de 2

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

Anexo 18. Ensayo de CBR

 LabGeo CRVV Consultores & Laboratorio Geotécnico y de Concreto	INFORME DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D 1883	Activo
--	---	--------

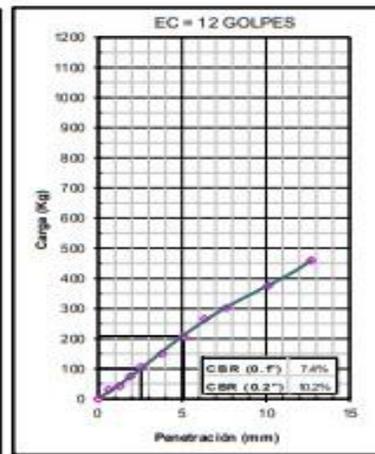
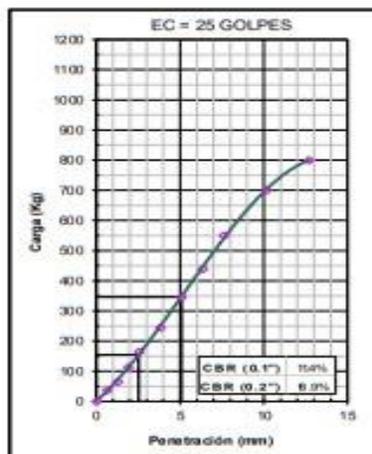
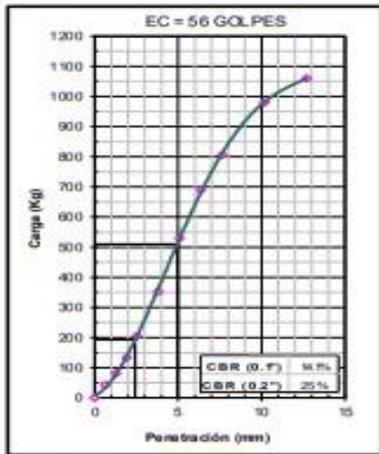
INFORME N° : LABGEO-20-204.01AB	Fecha de Emisión : 20/11/2020
SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz	F. de Recepción: 17/09/2020
DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ate - Vitarite	F. de Ejecución: 7/10/2020
PROYECTO : "Incorporación de la Ceniza para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaután, Huánuco - 2020"	
UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaután	
CALICATA : Natural	PROGRESIVA : --
MUESTRA : 0% de ceniza	CLASF. (SUCS) : CL
PROF. (m) : 1.50	



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.884
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.81
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.790

C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1" = 14.1	0.2" = 25.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1" = 8.0	0.2" = 15.0

OBSERVACIONES:



Handwritten signature
 ROMERO CRISTOBAL
 CHRISTIAN HENRY

Fecha: 27/11/2020 10:09
 By www.tocapu.pe
 Jefe de Laboratorio

Handwritten signature
 VASQUEZ LOPEZ DAVID
 LEONCIO

VASQUEZ LOPEZ DAVID
 LEONCIO
 LABGEO CRVV S.A.C.
 Fecha: 27/11/2020 10:11
 By www.tocapu.pe
 Director de Laboratorio
 CIP-57142



Sello

Referencia ASTM D1883 - 16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
 Los resultados solo están relacionados con el ítem ensayado. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.
 Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

Anexo 19. Ensayo de CBR 6% ceniza Cabuya



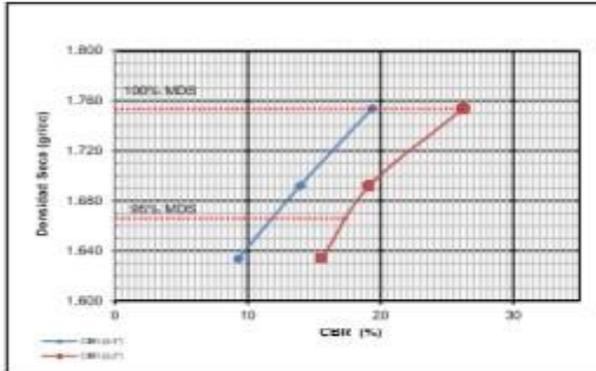
LabGeo CRVV
Consultores & Laboratorio Geotécnico y de Concreto

INFORME DE ENSAYO
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883

Actividad

INFORME N° : LABGEO-20-204.04A **Fecha de Emisión** : 20/11/2020
SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz **F. de Recepción**: 17/10/2020
DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ate - Vitarie **F. de Ejecución**: 7/10/2020
PROYECTO : "Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020"
UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaulán

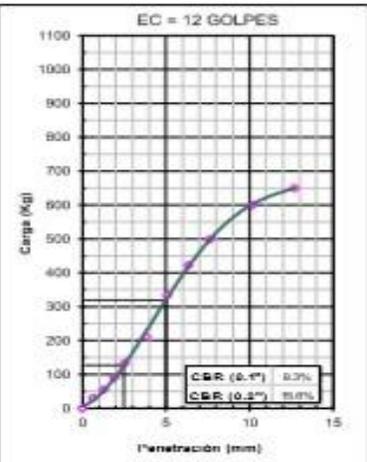
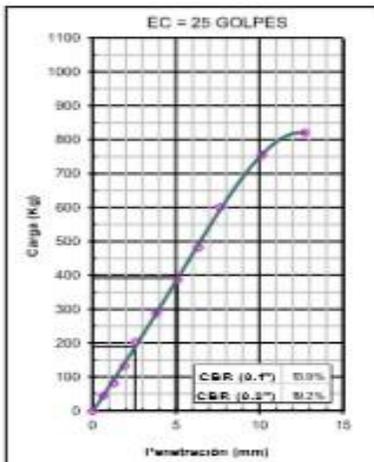
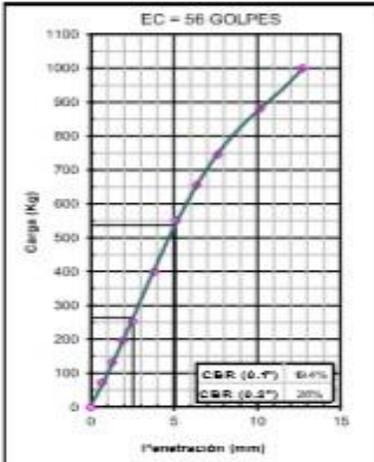
CALICATA : 6% de ceniza **PROGRESIVA** : --
MUESTRA : -- **CLASF. (SUCS)** : SM
PROF. (m) : 1.50



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.754
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.40
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.666

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1" = 19.4	0.2" = 26.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1" = 13.2	0.2" = 14.9

OBSERVACIONES:



Romero Cristobal
 ROMERO CRISTOBAL
 CHRISTIAN HENRY

Fecha: 20/11/2020 09:29
 By www.tocapu.pe
Jefe de Laboratorio

Vasquez Lopez David
 VASQUEZ LOPEZ DAVID
 LEONCIO

Fecha: 20/11/2020 09:38
 By www.tocapu.pe
Director de Laboratorio
 CIP-57142



Sello

Referencia: ASTM D1883 : 16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

Los resultados solo están relacionados con el ítem ensayado. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.

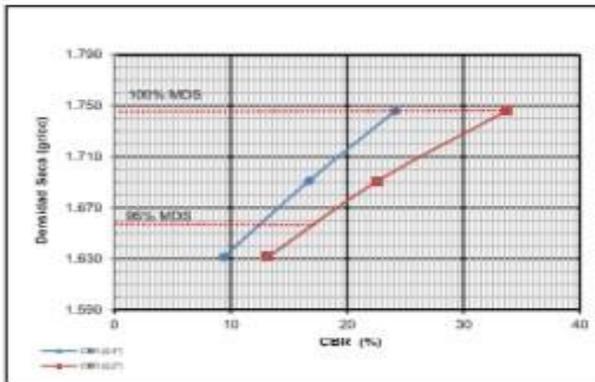
Prohibida la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

Fuente: Laboratorio Labgeo CRVV

Anexo 19. Ensayo de CBR 8% ceniza Cabuya

 LabGeo CRVV Consultores & Laboratorio Geotécnico y de Concreto	INFORME DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883	Activo
--	--	--------

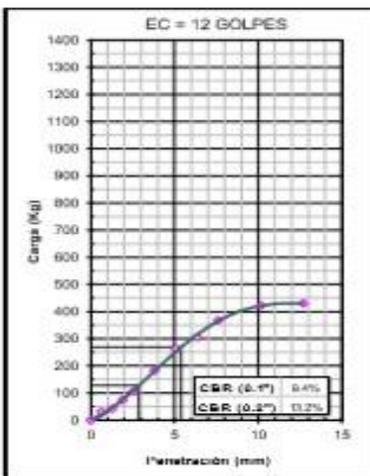
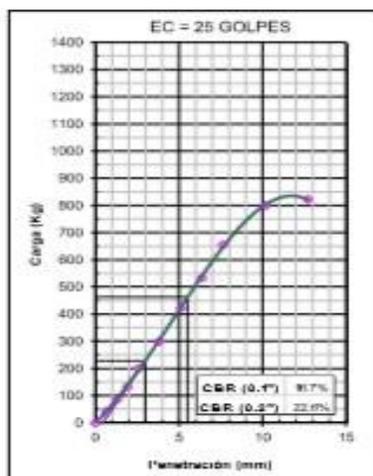
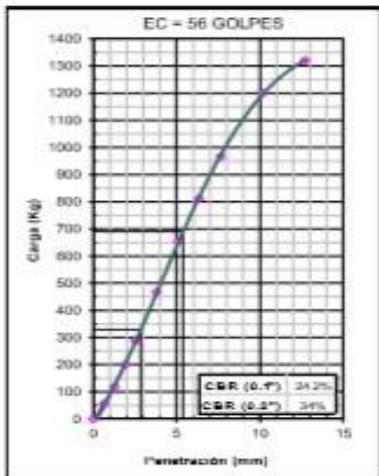
INFORME N° : LABGEO-20-204.05A SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ate - Vitarte PROYECTO : "Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020" UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaulán	Fecha de Emisión : 20/11/2020 F. de Recepción : 17/09/2020 F. de Ejecución : 7/10/2020
CALICATA : 8% de ceniza MUESTRA : --- PROF. (m) : 1.50	PROGRESIVA : --- CLASIF. (SUCS) : SM



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.745
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.50
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.699

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1" = 24.2	0.2" = 34.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1" = 14.0	0.2" = 15.2

OBSERVACIONES:




ROMERO CRISTOBAL CHRISTIAN HENRY
 Fecha: 20/11/2020 09:30
 By www.tocapu.pe
Jefe de Laboratorio

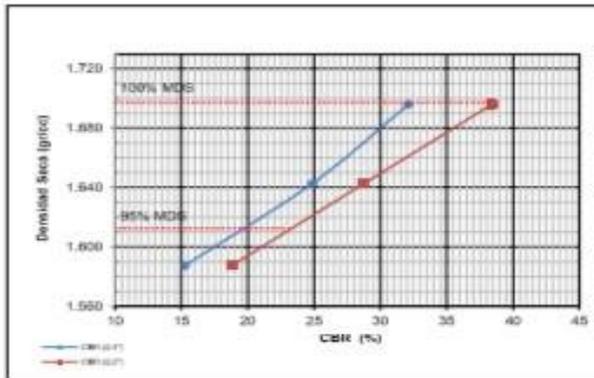

VASQUEZ LOPEZ DAVID LEONCIO
LABGEO CRVV S.A.C.
 Fecha: 20/11/2020 09:39
 By www.tocapu.pe
Director de Laboratorio



Anexo 20. Ensayo de CBR 12% ceniza Cabuya

 LabGeo CRVV Consultores & Laboratorio Geotécnico y de Concreto	INFORME DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883	Activo
--	--	--------

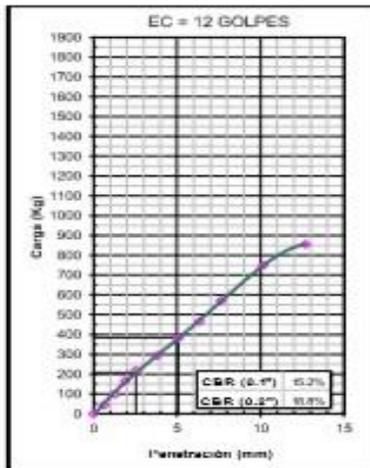
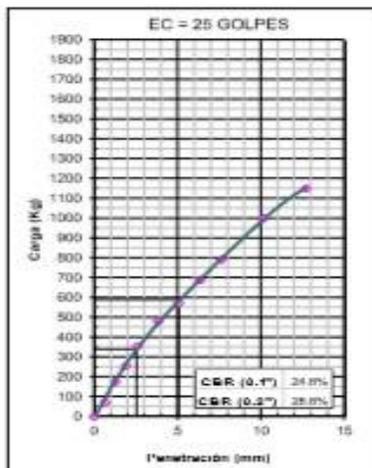
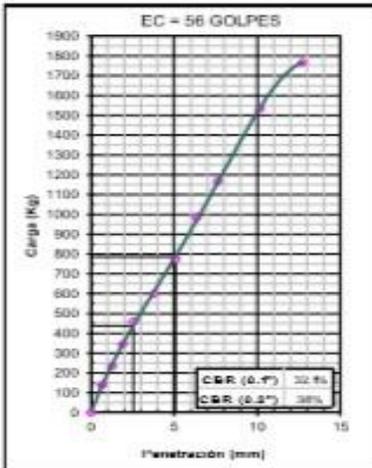
INFORME N° : LABGEO-20-204.06A SOLICITANTE : Edmundo Ramirez Cruz DIRECCIÓN : Asoc. NUEVA PRIMAVERA, Ate - Vitarte PROYECTO : "Incorporación de la Ceniza de Cabuya para mejorar las propiedades de Suelos Arcillosos, tramo de Yarumayo - San Pedro de Chaulán, Huánuco - 2020" UBICACIÓN : Yarumayo - San Pedro de Chaulán	Fecha de Emisión : 20/11/2020 F. de Recepción : 17/09/2020 F. de Ejecución : 7/10/2020	
CALICATA : Cantera MUESTRA : 12% de ceniza PROF. (m) : 1.50	PROGRESIVA : --- CLASF. (SUC\$) : SM	



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.898
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.20
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.611

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1" = 32.1	0.2" = 36.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1" = 17.5	0.2" = 20.8

OBSERVACIONES:



ROMERO CRISTOBAL
CHRISTIAN HENRY
 Fecha: 20/11/2020 09:31
 By www.tocapu.pe



VASQUEZ LOPEZ DAVID
LEONCIO
 LABGEO CRVV S.A.C.
 Fecha: 20/11/2020 09:39
 By www.tocapu.pe



Bello

Referencia ASTM D1883 : 16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.
 Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

Anexo 20. Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos



Fuente: Ministerio de transporte y comunicacion



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE CABUYA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO DE YARUMAYO – SAN PEDRO DE CHAULAN, HUÁNUCO – 2020", del (los) autor (autores) RAMIREZ CRUZ EDMUNDO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y 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 el Trabajo de Investigación / 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.

Lima, 19 de diciembre de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID 0000-0002-0655-523X	Firmado digitalmente por: CMINAYARO el 26 Dic 2020 11:12:23



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), EDMUNDO RAMIREZ CRUZ estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE CABUYA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE SUELOS ARCILLOSOS, TRAMO DE YARUMAYO – SAN PEDRO DE CHAULAN, HUÁNUCO – 2020", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado 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 asumo (asumimos) 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.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
EDMUNDO RAMIREZ CRUZ DNI: 70567506 ORCID 0000-0002-1640-7142	Firmado digitalmente por: ERAMIREZC9 el 20 Dic 2020 14:49:00