



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización  
del suelo en carretera no pavimentada, Huamachuco**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

De La Cruz Guevara, Ana María (ORCID: 0000-0002-9599-8349)

Rosas Rubio, Ilder Deyner (ORCID: 0000- 0001-8313-5151)

**ASESOR:**

Dr. Gutiérrez Vargas, Leopoldo Marcos (ORCID: 0000- 0003-2630-6190)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A Dios, por guiarme siempre y a la vez permitirme cumplir con mis metas y objetivos, a mi pareja por su apoyo incondicional, a mis hijos Alexandra y Gustavo por su inmenso amor, sacrificio y comprensión, siendo mi razón de cada día poder superarme y el motivo de poder seguir adelante.

Ana María De La Cruz Guevara

A Dios, por su infinito amor y bendiciones recibidas en todo momento de mi vida. A mi adorada madre, que ha estado siempre junto a mí en todo momento de mi vida, dándome la oportunidad de soñar y alcanzar mis metas brindándome su amor, cariño y apoyo incondicional. A mis hermanos quienes no le importaba lo que pasara, su apoyo siempre estaría presente. A mis amigos por ayudarme a perseverar y nunca rendirme para cumplir con mis metas.

Ilder Deyner Rosas Rubio

## Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la fuerza para seguir.

Al Dr. Leopoldo Gutiérrez Vargas por guiarnos en el presente trabajo, por su apoyo y comprensión. Y a todas aquellas personas que intervinieron para su realización.

Los Autores

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización .....	18
3.2.1. Variable.....	18
3.2.2. Operacionalización: .....	19
3.3. Población, Muestra, Muestreo y Unidad de Análisis .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos .....	25
IV. RESULTADOS.....	26
4.1. Propiedades Físicas y Mecánicas del suelo natural .....	26
4.2. Propiedades Químicas de Cloruro de Sodio.....	28
4.3. Propiedades Químicas de Ceniza Agrícola .....	28

4.4. Propiedades Físico y Mecánicas del suelo con adición de Cloruro de Sodio.....	29
4.5. Propiedades Físico y Mecánicas del suelo con adición de Ceniza Agrícola.....	33
4.6. Prueba de Hipótesis .....	37
V. DISCUSIÓN .....	45
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES .....	50
REFERENCIAS .....	51
ANEXOS.....	57

## Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de suelos según tamaño de partículas .....	12
Tabla 2 Clasificación de suelos mediante sistema SUCS y AASHTO .....	12
Tabla 3 Clasificación de Categorías de Subrasante .....	14
Tabla 4 Composición del Cloruro de Sodio (NaCl) .....	16
Tabla 5 Características de la ceniza según ASTM C618.....	17
Tabla 6 Ubicación de las calicatas .....	20
Tabla 7 Normas de Ensayos realizados .....	21
Tabla 8 Porcentajes aplicados de Cloruro de Sodio y Ceniza Agrícola .....	23
Tabla 9 Cantidad de Ensayos realizados .....	23
Tabla 10 Análisis Granulométrico de Terreno .....	26
Tabla 11 Análisis del Suelo Natural.....	27
Tabla 12 Propiedades del Cloruro de Sodio .....	28
Tabla 13 Propiedades de la Ceniza Agrícola .....	28
Tabla 14 Muestra de Terreno adicionado el 2% de Cloruro de Sodio.....	29
Tabla 15 Muestra de Terreno Adicionado el 4% de Cloruro de Sodio .....	30
Tabla 16 Muestra de Terreno Adicionado el 6% de Cloruro de Sodio .....	31
Tabla 17 Cuadro Comparativo de Ensayos CBR - Cloruro de Sodio.....	32
Tabla 18 Muestra de Terreno Adicionado el 10% de Ceniza Agrícola.....	33
Tabla 19 Muestra de Terreno Adicionado el 15% de Ceniza Agrícola.....	34
Tabla 20 Muestra de Terreno Adicionado el 20% de Ceniza Agrícola.....	35
Tabla 21 Cuadro Comparativo de Ensayos CBR - Ceniza Agrícola .....	36

## Índice de gráficos y figuras

Ilustración 1 Diagrama de procedimiento .....	24
Ilustración 2 Análisis Granulométrico .....	26
Ilustración 3 Análisis del Terreno Natural .....	27
Ilustración 4 Terreno adicionado 2% de Cloruro de Sodio.....	29
Ilustración 5 Terreno adicionado 4% de Cloruro de Sodio.....	30
Ilustración 6 Terreno adicionado 6% de Cloruro de Sodio.....	31
Ilustración 7 Cuadro comparativo de Ensayos CBR - Cloruro de Sodio .....	32
Ilustración 8 Terreno adicionado 10% de Ceniza Agrícola .....	33
Ilustración 9 Terreno adicionado 15% de Ceniza Agrícola .....	34
Ilustración 10 Terreno adicionado 20% de Ceniza Agrícola .....	35
Ilustración 11 Cuadro Comparativo de ensayos de CBR - Ceniza Agrícola.....	36
Ilustración 12 Prueba de Normalidad CBR + 2% de Cloruro de Sodio .....	37
Ilustración 13 Prueba de T de Student de CBR + 2% de cloruro de sodio.....	38
Ilustración 14 Prueba de Normalidad CBR + 4% de Cloruro de Sodio .....	38
Ilustración 15 Prueba de T de Student de CBR + 4% de cloruro de sodio.....	39
Ilustración 16 Prueba de Normalidad CBR + 6% de Cloruro de Sodio .....	40
Ilustración 17 Prueba de T de Student de CBR + 6% de cloruro de sodio.....	40
Ilustración 18 Prueba de Normalidad CBR + 10% de Ceniza Agrícola.....	41
Ilustración 19 Prueba de T de Student de CBR + 10% de Ceniza Agrícola.....	42
Ilustración 20 Prueba de Normalidad CBR + 15% de Ceniza Agrícola.....	42
Ilustración 21 Prueba T de Student de CBR + 15% de Ceniza Agrícola.....	43
Ilustración 22 Prueba de Normalidad CBR + 20% de Ceniza Agrícola.....	44
Ilustración 23 Prueba de T de Student de CBR + 20% de Ceniza Agrícola.....	44

## Resumen

Nuestra investigación tiene como finalidad determinar el Efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo, en carretera no pavimentada, Huamachuco. De esta manera cumplir con nuestros objetivos planteados, teniendo como referencia las normas ASTM, DG-2018, MTC y siguiendo la metodología SUCS y AASHTO. Para lograr esta investigación se tuvo que realizar el reconocimiento de la carretera desvió Yamobamba – la florida, así mismo los diferentes estudios: topográfico, índice medio diario anual, mecánica de suelos, composición química de cloruro de sodio y ceniza agrícola.

Así mismo se verificará el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo, aplicando los diferentes porcentajes adicionados en 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio y el 10%, 15% y 20% de ceniza agrícola. Logrando obtener resultados favorables para nuestra investigación.

Los ensayos de CBR realizados a las 3 calicatas, nos brinda resultados favorables en la C-1, adicionando 6% de cloruro de sodio, obteniendo un CBR de 26.70%, respecto al terreno natural de 20.50%, así mismo se obtiene un CBR menor al adicionar el 2% de Cloruro de Sodio, obteniendo un valor de CBR de 22.20%, con respecto al terreno natural. Para los ensayos con ceniza tenemos resultado favorable en la C-3, adicionando el 10% de Ceniza Agrícola obteniendo como valor de CBR 15.95% respecto al terreno natural de 15.60%, así mismo se obtiene un CBR desfavorable al adicionar el 20% de Ceniza Agrícola, obteniendo un valor de CBR de 12.55% con respecto al terreno natural.

De esta manera se puede concluir que el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en una carretera no pavimentada es favorable utilizando el 6% de cloruro de sodio y el 10% de ceniza agrícola puesto que aumenta sus propiedades físicas y mecánicas del terreno, por ende, mejora el CBR para la estabilización de la carretera no pavimentada.

**PALABRAS CLAVES:** Cloruro de sodio, Ceniza agrícola, Estabilización de suelos, CBR.

## Abstract

Our research aims to determine the effect of sodium chloride and agricultural ash on soil stabilization, on an unpaved road, Huamachuco. In this way, meet our objectives, having as reference the ASTM, DG-2018, MTC standards and following the SUCS and AASHTO methodology. To achieve this research, a survey of the Yamobamba - Florida diversion highway had to be carried out, as well as the different studies: topographic, mean annual daily index, soil mechanics, chemical composition of sodium chloride and agricultural ash.

Likewise, the effect of sodium chloride and agricultural ash on soil stabilization will be verified, applying the different percentages added in 2%, 4% and 6% of sodium chloride and 10%, 15% and 20% of agricultural ash. Achieving favorable results for our research.

The CBR tests carried out on the 3 pits, gives us favorable results in the C-1, adding 6% of sodium chloride, obtaining a CBR of 26.70%, with respect to the natural terrain of 20.50%, likewise a lower CBR is obtained by adding 2% of Sodium Chloride, obtaining a CBR value of 22.20%, with respect to the natural terrain. For the tests with ash we have a favorable result in C-3, adding 10% of Agricultural Ash, obtaining a CBR value of 15.95% with respect to the natural terrain of 15.60%, likewise an unfavorable CBR is obtained by adding 20% of Ash Agricultural, obtaining a CBR value of 12.55% with respect to the natural terrain.

In this way, it can be concluded that the effect of sodium chloride and agricultural ash on an unpaved road is favorable using 6% sodium chloride and 10% agricultural ash since it increases its physical and mechanical properties of the land, for Hence, it improves the CBR for the stabilization of the unpaved road.

**KEY WORDS:** Sodium chloride, Agricultural ash, Soil stabilizat, CBR (California Bearing Ratio).

## I. INTRODUCCIÓN

En Brasil un problema común se presenta en la subrasante que afecta directamente a los pavimentos flexibles ocasionando que tengan una deformación excesiva de la estructura, esto impide completar su ciclo de vida, para el cual están diseñado, pero una adecuada intervención, podría generar el reforzamiento en la calidad del suelo a nivel de capa de subrasante, este estudio propone posibles mejoras en el tipo de pavimentos enfocados en los límites y recomendaciones a su realidad, asíéndolo económico y duradero para evitar intervenciones tempranas en su mantenimiento (Massenlli y De Paiva, 2018, p.613).

En Ecuador a través de su red de carreteras, existe zonas que tienen un deficiente mantenimiento, cuando se realiza los análisis a nivel de base y subrasante, se revela esencialmente que carecen de las propiedades adecuadas en su composición granulométrica y plasticidad, la cual se refleja en su resistencia. En el presente estudio se utilizó aglomerantes, estos como una alternativa que permiten aumentar la resistencia y tener un mejor comportamiento ante las exigencias que se requiere para tener un suelo de buena calidad (Zambrano y Tejada, 2019, p.3).

Los terrenos con alto material arcilloso y una plasticidad elevada son características asociadas a la pérdida de resistencia, dado que esto es común al encontrarse en la subrasante de proyectos viales, por lo mencionado se debe identificar las propiedades del suelo, dentro de transcurso para mejora del suelo, la estabilización es una opción, la cual mejorara sus propiedades. En esta investigación se busca una caracterización de suelo plástico de vías terciarias, para mejorarlo con el uso de cementantes, esta mejora, va depender del tipo de suelo en estudio y de las propiedades de los materiales que se adiciona, la cual se pueda establecer su aplicación (Gallardo, Martínez y Muñoz, 2020, p.13).

En el Perú es usual estabilizar vías de material arcilloso, haciendo uso de la cal ya que estas presentan un alto índice de plasticidad. Así mismo nos hacen de conocimiento que estabilizar arcillas con alto contenido orgánico es limitada, en diferentes proyectos que se presentan a altitudes de 4700 msnm. Los índices de los suelos de la serranía del Perú, específicamente en zonas de altitud, son finos,

altamente plásticos, saturados y de baja capacidad portante, viéndose la necesidad de la estabilización de suelos, estos métodos son para poder mejorar suelos el cual aplica a ciertos tipos como son las arcillas y limos con índices de plasticidad de entre 10% y 50% concluyendo en la reducción del índice plástico, haciendo que su capacidad portante incremente logrando impermeabilizarlo para de esta forma evitar el ascenso de aguas subterráneas (Odar, Chávez y Silvera, 2019, p.17).

En el desarrollo de proyectos de construcciones viales, una de las grandes dificultades es encontrarse un suelo potencialmente deficiente en su propiedades, el cual esencialmente se debe mejorar, destituir y adicionar un material de mayor resistencia; este procedimiento tiene un alto costo y genera buscar nuevas alternativas para estabilizar el suelo, en el trabajo desarrollado ve la posibilidad de utilizar las cenizas obtenidas de las ladrilleras artesanales las cuales son las principales proveedoras de cenizas industriales, determinándose su composición química de cenizas y suelo, mediante ensayos se llega a una dosificación óptima para la mejora del suelo (Ayala, Rosadio y Duran, 2019, p. 2).

Huamachuco es parte de la Provincia de Sánchez Carrión Departamento de La Libertad, la ciudad de Huamachuco en los últimos años ha venido presentando crecimiento económico local, donde implica que la población de los diferentes distritos aledaños, se movilicen a esta ciudad por temas de negocio, estudios, trabajo y salud. Teniendo inconvenientes al momento de moverse en diferentes unidades públicas y/o privadas, por presentar ineficiencias en sus vías no pavimentadas por los diferentes tipos de terreno, estas no se encuentran adecuadamente habilitada y que en el transcurso de los años viene generada incomodidad al tránsito vehicular.

Se considera las posibles causas que ocasionan el mal estado del suelo en la vía desvió de Yamobamba – La Florida, Huamachuco; es por la mala calidad del suelo, la falta de mantenimiento y factores climatológicos.

De persistir esta problemática podría ocasionar que esta carretera afecte al tránsito vehicular y peatonal, ya que este es el único acceso que utilizan para ingresar a la ciudad de Huamachuco.

En la presente investigación se pretende evaluar el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo, en carretera no pavimentada, aplicando los ensayos correspondientes en laboratorio. Teniendo en cuenta los aportes del “Manual de Ensayo de Materiales” (2016) donde determina sus propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Así mismo se formuló la siguiente interrogante de investigación ¿Qué efecto tiene el cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo de una carretera no pavimentada, Huamachuco?

De forma específica las siguientes interrogantes: ¿Cuál es el tipo de suelo a estabilizar?, ¿Cuál es la composición química de la ceniza agrícola y cloruro de sodio?, ¿Cuál es el porcentaje adecuado que se tiene que utilizar de cloruro de sodio para obtener una mejora de suelo en nivel de subrasante?, ¿Cuál es el porcentaje adecuado que se tiene que utilizar de ceniza agrícola para obtener una mejora del suelo en nivel de subrasante?

La presente investigación tiene justificación por conveniencia, porque al aplicar el cloruro de sodio y ceniza agrícola mejora el suelo de la subrasante, donde ayudara a mantener una buena estabilización en la estructura de la carretera brindando una buena transitabilidad vehicular, así también por relevancia social porque al obtener la ceniza agrícola utilizamos los insumos propios de la zona como son residuos de hoja de eucalipto, panca de maíz y cascara chocho, ya que estos en su mayoría son desechados por los agricultores.

Se considero como objetivo general: determinar el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo, de una carretera no pavimentada, Huamachuco, así como también se consideró objetivos específicos: estudio de mecánica de suelos, composición química del cloruro de sodio y ceniza agrícola, estabilización del suelo de la carretera no pavimentada aplicando cloruro de sodio y estabilización del suelo de la carretera no pavimentada aplicando ceniza agrícola.

En nuestra investigación nos formulamos la siguiente hipótesis, la adición de cloruro de sodio y de ceniza agrícola influyen en la estabilización de la subrasante de una carretera no pavimentada, Huamachuco.

## II. MARCO TEÓRICO

Así mismo para nuestra investigación se ha considerado algunos antecedentes, que se han investigado a nivel nacional e internacional, que hemos podido encontrar en páginas indexadas, libros y normas, que son de mucha ayuda para poder desarrollar con precisión nuestro tema en desarrollo, a continuación, describimos lo encontrado:

Tique, Mora, Diaz y Magaña (2019), en su artículo indica que en la ejecución de obras de ingeniería vial es común que se encuentre suelo que no cumple con las especificaciones indicados según norma, lo cual se busca dar una estabilidad para mejorar sus propiedades, esta investigación realiza un análisis entre Oxido de Calcio y Cloruro de Sodio como agentes estabilizadores, los cuales fueron agregados al suelo en estudio en proporciones iguales para ambos 2%, 4%, 6%, 8%, 10% y 16% los cuales los resultados muestran al Cloruro de Sodio es un mejor estabilizador porque disminuye el índice de plasticidad.

Goñas y Saldaña (2020), en su artículo de investigación, realizado en chachapoyas donde adiciono ceniza de carbón al 15%, 20% y 25% para realizar ensayos de límites de consistencia, compactación, Proctor estándar y capacidad de soporte (CBR), en el suelo según SUCS es de tipo arcilla inorgánica (CH ) y arcilla orgánica de alta o media plasticidad (OH), y según AASHTO A-7-6(16) y A-7-5 (13) respectivamente, donde sus resultados de CBR sin adición de ceniza en la subrasante en cada calicata arrojaron 2.10% y 2.20%, ya que lo resultados de CBR al adicionar ceniza, los más favorables dieron 3.50% y 3.70% para cada calicata respectivamente. Y de acuerdo a los resultados obtenidos con la adición del 25% de cenizas de carbón se observa mejor comportamiento a la subrasante del suelo respecto a sus muestras iniciales.

Hoyle y Rodríguez (2019), en su trabajo de investigación nos muestra que la ceniza de las hojas de eucalipto se obtiene los Óxidos de calcio, Magnesio, hierro y sílice siendo elementos cementantes, conformando con un 47.34 %, logrando así un apoyo para la estabilización del suelo, y actuando como biopolímero la celulosa de las plantas formadas de fibra de raquis de musa paradisiaca con un 33.6%. Los resultados de CBR de la muestra patrón se obtuvo 8.8%, y los resultados más favorables se dieron con adición de los insumos de un 10%, obteniendo resultados

del CBR con un 11.2% Llegando a la conclusión que la ceniza de las hojas de eucalipto y fibra de raquis de musa paradisiaca si logran estabilizar el suelo.

Cochachin (2017), en su trabajo de investigación nos muestra el uso del cloruro de sodio en la estabilidad y durabilidad de una sub base con el fin de aumentar el índice de CBR en un suelo tipo arena limosa (SM). Se adiciono dicho aditivo en porcentajes de 2%, 4% y 6%, teniendo una muestra patrón con CBR de 96.80%, con resultado favorable al adicionar el 2% de cloruro de sodio, mejorando su CBR a un 99.9% de su muestra patrón a diferencia de las adiciones en 4% y 6% que sus resultados de CBR mostrados están por debajo de su muestra patrón cuyos resultados son de 96.20% y 68.50% respectivamente.

Guerra y Mosqueira (2020), el objetivo de este artículo es definir la capacidad de suelos tipo arcilloso donde se empleó fibra de pseudotallo de plátano en longitudes de 25mm, en tres diferentes porcentajes: 0.25%, 0.50%, 0.75% formando mezcla homogénea con el suelo. Según el CBR al incorporar el 0.25% aumento en un 50.78% el valor de CBR para la muestra N.º 01; en un 220.27% para muestra N.º 02 y un 31.73% para el N.º 03, en este podemos observar que disminuye el CBR cuando los porcentajes de fibra aumentan.

Gálvez y Aponte (2019), en su artículo, presenta un mecanismo de reutilización que permitiría reducir el impacto ambiental y agregar un valor a un residuo que se produce a gran escala, este estudio experimental se llevó a cabo mezclando la ceniza obtenida de la quema de madera y carbón en la industria de ladrilleras artesanales con arena, buscando demostrar la mejora de las características en la mezcla suelo-arena. Se aplicaron proporciones de acuerdo al peso seco del suelo en (%) 0, 10, 20, 30 y 40, demostrándose que con el 10% de ceniza se alcanzó mejorar la resistencia al corte del suelo natural, para confirmar los resultados finales se hizo un ensayo triaxial CU con el suelo en estado natural y con la mezcla de ceniza en porcentaje optimo mostrado.

James (2018), en su artículo, evalúa los beneficios de la resistencia alternado la estabilización con el uso del cemento en un suelo donde se presenta reacciones expansivas, empleando ceniza de aserrín, desecho que se genera por las industrias de molienda de madera, así mismo se verificó la resistencia a la compresión no confinada del cemento se adoptaron proporciones de 2%, y 6% en

peso del suelo y la estabilización de cemento modificada con el contenido de ceniza de aserrín se tomaron contenidos de 5%, 10% y 20% con respecto al peso del suelo. El estudio indica que el 5% de la ceniza en la estabilización da como resultado un aumento hasta 26 % de resistencia y un 20% en la resistencia retardada, según el CBR el grosor del pavimento se ve afectado en una reducción de 8.3% de acuerdo al tipo de categoría del pavimento.

Díaz (2018), en su estudio de investigación en estabilización del suelo aplicando ceniza obtenida del residuo de la paja de trigo, clasifica a esta ceniza como una puzolana de clase N, ya que esta presenta un alto contenido de sílice de 73,86%, óxido de aluminio 0.24%, óxido de hierro 0.37%, trióxido de azufre 1.3%, humedad 1.67% y 6.71% pérdida de calcinación. Los porcentajes aplicados al suelo de Cascajal izquierdo son de 25%, 35% y 45%. Obteniendo un CBR del suelo natural de 13.3% siendo una subrasante regular, donde logra alcanzar una estabilización óptima aplicando el 35% de ceniza, ya que obtiene como resultado un CBR de 32%. De acuerdo a su investigación no recomienda subir el porcentaje de ceniza ya que su CBR comienza a descompensarse.

Yadav, Gaurav, Kishor y Suman (2017), en su artículo, evalúa una estabilización de suelos con 3 diferentes insumos que se encuentran en la localidad en estudio, como es la ceniza de cascara de arroz, bagazo de caña de azúcar y estiércol de vaca, esto es adicionado con remplazo parcial del suelo en porcentajes 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5%, el ensayo de CBR sin adición de estos insumos dan como resultado 2.37%, a diferencia del suelo modificado en estudio muestra resultados de una mejora significativa, teniendo de esa manera el contenido óptimo de ceniza al 7.5% en el la prueba de CBR nos muestra un 6.68% respecto al suelo sin estabilizar.

Iparraguirre y Rodríguez (2020), en su trabajo de investigación determina el comportamiento de un suelo arcillo al adicionar cloruro de sodio (NaCl) en dosificación de 15%, 20% y 25% respecto al suelo en estudio, en CBR en el suelo natural según ensayos es de 4.39%, luego de adicionar el NaCl, se determinó el CBR aumento a 7.50% en adición del 15% de NaCl, 8.55% en adición de 20% de NaCl y disminuye a 3.95% en adición de 25%, teniendo como conclusión que al adicionar el 20% de NaCl se obtiene mejores resultados.

Gallardo, Martínez y Muñoz (2020), en su artículo muestra las características de un suelo con propiedades de material arcilloso y con alta plasticidad (MH) el cual según estudios presentan baja resistencia al corte, como resultados obtenidos de pruebas experimentales, al realizar esta investigación se llevó a cabo estabilizaciones con productos cementantes, empleando una metodología de 3 fases, reconocimiento del lugar de muestreo, los ensayos a realizarse en laboratorio y análisis de datos encontrados. Concluyendo de esta manera que los suelos que presentan deficiencia, se deben estabilizar con los diferentes materiales cementantes para aumentar las características del suelo, estas mejoras dependen del tipo de suelo, de esta forma se debe añadir sustancias cementantes.

Montejo, Raymundo y Chávez (2020), en su artículo muestra un estudio sobre estabilización de suelos mediante residuos agrícolas en este caso cascara de arroz, cuyo objetivo es mejorar las propiedades del suelo, se utilizó en proporción de 12%, 20 y 30% en este último muestra valores positivos en el aumento del CBR con respecto a suelo natural. Por ende, al encontrarse con un suelo arcilloso es propicio que se aplique la estabilización con este residuo agrícola.

Rivera, Aguirre, Mejía y Orobio (2020), en su artículo nos muestra diferentes propiedades que deben cumplir agentes estabilizantes para suelos, estos pueden ser convencionales y activados alcalinamente, dentro de los más resaltantes encontramos al cloruro de sodio como alternativa, además de ser un material de bajo costo, este permite una mejor compactación del suelo y según investigadores se puede aplicar en rangos de 2% a 10 % respecto a la muestra de suelo para tener mejores resultados.

Sandoval y Rivera (2019), en su artículo se determina el CBR de muestras sin ninguna alteración en condición de humedad natural y saturación en función a la resistencia a la compresión inconfiada. Mostrando de esta manera su coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0.83 y 0.67 para un CBR natural y saturado, y de acuerdo a su correlación es aplicable a los diferentes tipos de suelo fino (limos o arcillas) ya sean que contengan una compresibilidad alta o baja. Los resultados obtenidos de Pearson( $r$ ) son de 0.91 y 0.82 respectivamente. Estos coeficientes son usados para diferentes cálculos mínimos de muestra ( $r=0,60$ ). Pocas son las

referencias que nos brinda la literatura con respecto a la correlación del CBR con respecto a la resistencia al corte, especialmente en suelo tipo grano fino, ninguna literatura nos habla de la correlación entre CBR de laboratorio y suelo tipo fino sin alteración de su composición.

Cajaleón y Mondragón (2018), en su investigación realizaron los ensayos de muestras en laboratorio midiendo la consistencia, soporte y comportamiento elástico, integrando cenizas de cascara de arroz. Logrando determinar que estas cenizas si estabilizan los suelos arcillosos de subrasante, utilizando el 10% y 15% se obtiene un CBR de 8.50% y 10.30% respectivamente, llegando hacer un suelo regular para subrasante. Siendo así su límite líquido 25%, límite plástico 12% e índice de plasticidad 13%, obteniendo de esta forma una arcilla de baja plasticidad (CL). Los resultados de Proctor modificado con la máxima densidad seca del terreno 2.006 g/cm<sup>3</sup> y un óptimo de humedad de 9.40 %, ejecutando mezclas con adición de ceniza en porcentajes 10% y 15% se obtiene los mismos resultados. El material insitu presento un CBR de 6.20%.

Luna y Yzaguirre (2019), en su trabajo de investigación realizar el mejoramiento de una red vecinal que permite evaluar la influencia del cloruro de sodio (NaCl), dicho insumo de obtiene del mar, donde propiedades del suelo (físicas y mecánicas), mostraron como resultados a una muestra patrón, a un suelo tipo limo - arenoso definido por AASHTO, este estudio trabajo en proporciones de 5% y 7% de NaCl con respecto a la muestra patrón. Mediante los resultados se observa que la mejor dosificación para mejorar el suelo es el 5% por que aumenta el 16.06% CBR de la subrasante, mientras que al adicionar el 7% disminuye al 7.55%, por lo cual se concluye con buenos resultados es adicionando el 5%.

Rivera, Orobio, Mejía de Gutiérrez y Cristelo (2020), en su artículo muestra una estabilización de un suelo arcilloso utilizando materiales cementicios como es la ceniza volante, mediante este estudio se utiliza porcentajes de 20% y 30 % de cenizas volantes, evaluándose la resistencia a la compresión y flexión a los 28 días del curado, el suelo tratado mostro expansión y contracción volumétrica del 0.51 % y -0.57 % en referencia al suelo cemento que resulto tener un grado de compactación de 0.59 % y -0.68 % el cual indica que el suelo estabilizado con ceniza volante esta ligeramente superior al suelo estabilizado con cemento.

Brauer, Giubergia y Gil-Costa (2019), en su artículo evalúa técnicas para mitigar el polvo en caminos mineros, lo cual llevo a utilizar el cloruro de sodio que se colocó en la carpeta de suelo en un 20% respecto al terreno, lo cual previamente la zona fue humedecida y posterior a ello compactado, siendo adicional a esto recomendado utilizar camiones regadores para aumentar la penetración de la solución de cloruro de sodio.

Quispe y Rodríguez (2020), en su trabajo de investigación determino como el cloruro de sodio y cal se comporta en el ensayo de Proctor modificado donde su resultado obtenido es de 12.40 % y su CBR a nivel de subrasante, donde utilizó proporciones de 4%, 8% y 12% respecto al terreno natural, en el presente estudio se obtuvo que al incorporar el 8% de cloruro de sodio y cal muestra un CBR de 11% de la DMS al 95%, cuyo valor inicial de CBR es de 3% de la muestra patrón el cual indica que se logró el objetivo que es la mejora de la subrasante teniendo un tipo de suelo arenosos y limosos (SM) .

Eche y Peláez (2019) en su tesis utilizo cloruro de sodio en la estabilización de suelos de una red vecinal en el distrito de Santa adicionando el 2%, 4% y 6 % de cloruro de sodio en grano. Donde considero una muestra de 2.850 km. de esta red vial, donde los resultados en su tipo de suelo según clasificación SUCS y AASHTO encontraron un suelo ML (limo arenoso) y sus resultados obtenidos en su estabilización fueron positivos adicionando el 2% de cloruro de sodio ya que obtuvo un CBR de 7.46% con respecto a su suelo natural obtenido de 7%

Salazar (2016) en su tesis utilizo cloruro de sodio en la estabilización de la subrasante de una carretera en Cajamarca donde permitirán aumentar el valor CBR del suelo para intensificar sus propiedades físicas y mecánicas. Donde sus dosificaciones utilizadas fueron de 1%, 2% y 3% de cloruro de sodio por metro cúbico de su muestra extraída. Donde sus ensayos AASHTO le dieron un tipo de suelo CL (arcillas de comprensibilidad baja a media) y CH (arcillas de comprensibilidad alta) y sus resultados óptimos fueron al adicionar el 2% de cloruro de sodio por metro cubico de su muestra obteniendo un CBR de 17.02%.

Chacón y De la cruz (2019), en su proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar la incorporación de ceniza volante a la subrasante en el centro poblado de Yaurilla con el distrito de Aquije, teniendo un suelo SP-A-2-4(0), luego de realizar los ensayos se muestra resultados favorables ya que estos mejoraron la capacidad portante del suelo de 16.20% (suelo natural), teniendo un CBR con adicción del 5% de ceniza aumento 19.98% , con el 10% aumento un 37.13% y con el 15% logro aumentar un 40.88%, lo cual este último se considera como excelente pues logro aumentar en 24.68% respecto al suelo patrón.

Quiroz (2019), en su trabajo de investigación se analizará los ensayos de mecánica de suelos. Sus pruebas son realizadas mediante calicatas donde se han adicionado porcentajes de ceniza de carbón en 7%, 14% y 21%, cuyo resultado se demostró los efectos son los factores que más influyen sobre la variable de respuesta en cada uno de las muestras, concluye que las cenizas de carbón en los suelos arenosos de Ancón, muestran un mejor comportamiento.

Maluquis y Zegarra (2018), en su trabajo de investigación nos muestra la influencia que tiene la ceniza volante de carbón y cemento portland en las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo a nivel de subrasante, para cuyas muestras han considerado 2 calicatas, para el ensayo de CBR se consideró el valor más desfavorable al 95 % cuyo valor es 1.69% siendo como categoría subrasante inadecuada y con la adición de 2% + 15% de ceniza volantes de carbón respecto a la muestra patrón se evidencia una mejora en el CBR al 95% el cual es de 21.50% pasando de esta manera a una categoría de subrasante muy buena.

Ipince (2020), en su trabajo de investigación agrega ceniza de tusa de maíz para un suelo a nivel de subrasante, su objetivo principal de este estudio es determinar la influencia del suelo tipo arcilloso limoso con un solo porcentaje 15% de ceniza de tusa de maíz, cuyo resultado es favorable, se muestra una clara influencia el ensayo de CBR inicial es de 1.84 % en su calicata 3, mientras que al accionar el 15% del insumo el resultado de CBR es de 22.40%.

Nuestra investigación entrega una información teórica, la misma que es necesaria y fundamental para nuestro motivo el mismo que se pretende manifestar.

Luzón y Moreira (2018), en su artículo de investigación indica lo vital que es realizar un estudio de suelos, los diferentes problemas geotécnicos que se encuentran, para realizar un diseño reside en un buen estudio de suelos. Además de estudiar el comportamiento y resistencia, se analiza si es económicamente como material de construcción, por las diferentes propiedades físicas y mecánicas que se puedan presentar.

Manual de Carreteras Diseño Geométrico (2018), Indica que una Carretera denominado también camino tiene como función el tránsito de vehículos de mínimo dos ejes, cuyos parámetros de diseño y cumplimiento de tal función están en relación a pendientes, estructura de superficie y más elementos que se debe cumplir con la norma técnica vigente, en nuestro país se clasifican según función de demanda de acuerdo al IMDA (Índice Medio Diario Anual), las cuales son autopistas de primera y segunda clase; carreteras de primera, segunda, tercera clase y trochas carrozables. En nuestro trabajo la clasificación es trocha carrozable por tener un IMDA menor a 200 veh/día contando con un ancho mínimo de 4 metros y capa de rodadura a nivel de afirmado o sin afirmar.

Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (2008), según Resolución Directoral N-02-2008-MTC, una carretera no pavimentada, es de superficie de rodadura organizado por gravas o afirmado, suelos estabilizados o nivel de terreno natural, cumpliendo con toda la normativa vigente.

Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), denominan suelo como parte exterior de la estructura terrenal cuya característica es la descomposición de rocas, mientras tanto en la ingeniería civil se define la conformación del suelo con material de roca, arena y arcilla que puedan dar una clasificación según características físicas o mecánicas. En cuadro 1 se muestra la Clasificación de suelos según tamaño de sus partículas. A discrepancia de los suelos granulares, cohesivos, poseen la característica de tamaño más fino en sus partículas (inferior a 0.08 mm, según el sistema unificado SUCS), siendo la cohesión su principal propiedad desde el punto de vista mecánico en suelos de este tipo; por tanto, es notable observar su escasa permeabilidad al dificultar el ingreso de agua por el desestimable vacío que poseen sus poros.

Tabla 1 Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
<b>Grava</b>		75 mm - 4.75 mm
<b>Arena</b>		Arena Gruesa de 4.75 mm a 2.0 mm
		Arena Media de 2.00 mm a 0.425 mm
		Arena Fina de 0.425 mm a 0.075 mm
<b>Material Fino</b>	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Inferior a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014 (p. 31)

Teniendo conocimiento en particular de granulometría y plasticidad; brinda como resultado una de las clasificaciones de los suelos y se refleja en el sistema mostrado en cuadro 2, presenta una correlación en dos sistemas más frecuentes AASHTO y ASTM (SUCS).

Tabla 2 Clasificación de suelos mediante sistema SUCS y AASHTO

Clasificación de suelos AASHTO - AASHTO M - 145	Clasificación de suelos SUCS ASTM - D - 2487
<b>A - 1 - a</b>	GW, GP, GM, SW, SP, SM
<b>A - 1 - b</b>	GM, GP, SM, SP
<b>A - 2</b>	GM, GC, SM, SC
<b>A - 3</b>	SP
<b>A - 4</b>	CL, ML
<b>A - 5</b>	ML, MH, CH
<b>A - 6</b>	CL, CH
<b>A - 7</b>	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014(p. 33).

El análisis de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad permite determinar las constantes físicas del suelo, indica que los valores de límite líquido y índice de plasticidad obtenidos de muestras con su humedad natural en cual es expresado en porcentaje, la determinación de este un ensayo el cual se utiliza como parte de integral de varios sistemas. El límite líquido, límite plástico y índice de

plasticidad son principalmente usados individual como en grupo, estas propiedades tienen un comportamiento sobre compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte, la muestra del material debe pasar el tamiz #40, a su vez pueden ser reducidas mediante métodos de cuarteo o división.

Limite Líquido, este ensayo de contenido de humedad según (ASTM-D 1241, MTC E 110-2016, NTP 339. 129.suelos). esta expresado en porcentaje, es por el cual el suelo se encuentra en el límite de los estados líquido y plástico.

Limite Plástico, denomina limite plástico según (ASTM-D 1241, MTC E 110-2016, NTP 339. 129.suelos). a la humedad más baja, el cual consiste en formar barras de 3.2 mm de diámetro y rodar sobre una superficie lisa, sin que estas se desmoronen.

Índice de Plasticidad, es el cálculo de índice de plasticidad si se conoce el límite líquido del mismo suelo, esto es según (ASTM-D 1241, MTC E 110-2016, NTP 339. 129.suelos). también menciona que el límite líquido, limite plástico y índice de plasticidad de suelos son usados tanto individual como en conjunto para su comportamiento ingenieril.

Contenido de Sales, es el procedimiento analítico para determinar el contenido de cloruros y sales de los agregados empleados en bases estabilizadas, cuya finalidad es verificar el contenido total de sales, este ensayo se realiza mediante reactivos químicos y está establecido mediante (MTC E 219 – 2017).

Para la realización de estos ensayos del Proctor modificado establecido para la compactación del suelo en el laboratorio, el cual abarca la relación del suelo entre contenido de agua y peso seco del suelo, para estas relaciones el suelo debe estar tamizado y el material retenido en la malla #3/4 de una 30% o menos, permitiendo así conocer el contenido de agua y peso unitario seco (densidad humedad, densidad seca y peso unitario seco). Este ensayo establecido en (ASTM D 1557, MTC E 115-2000)

Manual de ensayo de Materiales (2016), indica el procedimiento para determinar la resistencia de su valor de la relación de soporte, denominado CBR (California Bearing Ratio) del suelo manipulado en el laboratorio para determinar humedad y densidad. Cuyo valor del CBR es parte fundamental para diseño de

pavimento, donde su índice verifica la capacidad de soporte del suelo en las diferentes capas de la estructura de un pavimento. El CBR mediante (ASTM D 1883, MTC E 132-2000)

López y Ortiz (2018), en su trabajo de investigación determinan la estabilización de suelos como el alivio de propiedades físicas del suelo a través de procesos mecánicos y la adicción de productos químicos, naturales o sintéticos, esta mejora se realiza en suelos de subrasante de características inadecuadas, teniéndose en cuenta los estabilizadores de suelo más comunes al cemento, cal y otros productos diversos, para determinar el tipo de estabilización, principalmente conocer el tipo de suelo encontrado. Teniendo como objetivo brindar resistencia mecánica y logrando mantener su estabilidad en el trascurso del tiempo, las diferentes técnicas para lograr la estabilidad comprenden desde emplear otro tipo suelo, añadiendo uno o más estabilizantes, a todo lo mencionado debe continuarse un proceso de compactación.

Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014), considerando ciertos criterios geotécnicos en la estabilización de suelos a nivel de subrasante, los suelos con  $CBR \geq 6\%$  se encuentran aptos, pero de ser menor a este porcentaje se considera una subrasante de mala calidad. Al encontrar subrasante compuesta por arcillas o limos, estas capas al humedecer penetran en las capas granulares contaminando de esta forma al pavimento. Para tener una subrasante excelente debe estar a 0.60 m. sobre el nivel de la napa freática y 0.80 m. una subrasante buena y regular; considerándose pobre cuando esta se encuentra a 1.00m y en 1.20 m. no aceptable (inadecuada).

Tabla 3 Clasificación de Categorías de Subrasante

<b>Categoría de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
S0: Subrasante Inadecuada	$CBR < 3\%$
S1: Subrasante Pobre	de $CBR \geq 3\%$ a $CBR < 6\%$
S2: Subrasante Regular	de $CBR \geq 6\%$ a $CBR < 10\%$
S3: Subrasante Buena	de $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$
S4: Subrasante Muy Buena	de $CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$
S5: Subrasante Extraordinaria	de $CBR \geq 30\%$

Fuente: Manual de Carreteras – MTC 2014

Así mismo se considera la estabilización mecánica para la mejora del suelo existente, sin modificar su estructura y su conformación; para esto se debe utilizar la compactación reduciendo de esta forma el volumen de vacíos que presenta el suelo. En cuanto a la estabilización por combinación de suelos se debe desagregar a una profundidad de 15 cm y añadir material de mejor calidad, estos serán humedecidos hasta lograr una correcta compactación. También se considera estabilización por sustitución de suelos en donde solo se aplica material adicional, presentándose dos casos: uno de ellos es cuando la aplicación es directa en el suelo natural existente con profundidad de 15 cm (terraplén) y en el segundo caso realiza la excavación antes de remplazarlo por material que se va a adicionar, en ambos casos de debe humedecer o airear, según se requiera para obtener una buena compactación.

Estabilización con cloruro de sodio conocido también como sal permite controlar el polvo que se genera en la superficie de un camino para un tránsito liviano, considerado como estabilizador natural, cuya propiedad primordial es absorber la humedad de los materiales, logrando mejorar el suelo cohesivo, el índice de plasticidad debe ser mayor al 8%, en cuanto para la fracción de suelos que pasa la malla #200 se requiere un mínimo de 12%, encontrándose el espesor de suelo estabilizado en 150 mm o 200 mm, el proceso de obtención de sal se divide en 3 métodos: el primero se basa en utilizar el calor para producir evaporización del agua salada, con esto se obtiene los residuos de sal; el siguiente es de extracción de las minas de sal y el ultimo se realiza mediante la evaporización del agua de mar mediante hornos, para su aplicación esta debe de estar limpia, libre de materia orgánica, libre de aceite y álcalis perjudiciales.

Tabla 4 Composición del Cloruro de Sodio (NaCl)

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>LIMITES</b>
Cloruro de Sodio (%)	98.00 - 99.70
Humedad (%)	2.00 - 3.60
Material Insoluble (%)	0.007 - 0.175
Ion Calcio (%)	0.035 - 0.910
Ion Magnesio (%)	0.002 - 0.355
Ion Sulfato (%)	0.125 - 0.355
Tamiz 4.75 mm (Nº4)	20 - 55
Tamiz 1.18 mm (Nº16)	50 - 70
% pasa Tamiz 1.18 mm (Nº16)	13 % máx.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones– MTC 2013 (p – 121)

Cubas y Falen Chávez (2016), refieren que las cenizas de carbón se llegan a fragmentar en cenizas de fondo, conocidas también como cenizas volantes por la norma ASTM, definiéndolas como residuos de fondo de las caleras, donde su dimensión es menor de 0.075 mm, ya que logra pasar con facilidad la malla N° 200, logrando resultados beneficiosos gracias a su microestructura cristalina y amorfas, formada a través de los aluminosilicatos alcalinos, que logran activarse por contener hidróxido alcalino y silicato alcalino, conocido también como geo polímero por contener propiedad puzolánica de gran similitud al cemento Pórtland. Incide también que según la norma ASTM C 618 define a las cenizas como puzolanas siendo estas compuestas de material silicios o sílice y aluminosos, que actuando singularmente contienen muy bajo valor cementante, pero esparcidas finamente en presencia de humedad, su reacción química de hidróxido de calcio en una temperatura ambiente logra obtener propiedades cementantes.

El ensayo de rayos X de la ceniza agrícola, este ensayo permitirá determinar la composición química de la ceniza, la determinación se base a la norma ASTM E2465-13. La muestra es alcanzada con radiación (rayos X) y se verificara la composición química. Los elementos se reportan en porcentajes de acuerdo a su peso y se observa como óxidos del elemento encontrado en el ensayo, siendo los más importantes el óxido de sílice y aluminio para conocer si es un material puzolánico y si es adecuado para utilizarlo como agente estabilizador de suelo, en nuestro trabajo se realizara este ensayo con los insumos de hoja de eucalipto,

panca de maíz y cascara de chocho, estos serán ingresados al horno a una temperatura de 110° C por 24 horas y tamizada por la malla N.º 200, hasta obtener su ceniza

Tabla 5 Características de la ceniza según ASTM C618

Ceniza		Clase		
		F	C	N
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	min %	70	50	70
SO <sub>3</sub>	máx. %	5	5	4
Contenido de Humedad	máx. %	3	3	3
Perdida de calcinación	máx. %	6*	6	10

\*Se puede emplear puzolanas de clase F con contenido de hasta 12% de Perdida por calcinación si cuenta con registro de performance o resultados de ensayos de laboratorio aceptables.

Fuente: ASTM C618 – 2012

Pérez (2017), nos muestran una breve reseña sobre el Eucalyptus glóbulus, en cual muestran que este compuesto por una corteza externa de color café plomizo teniendo una consistencia escamosa, internamente su corteza es de color claro y consistencia lisa, sus raíces son poderosas y agresivas, sus hojas son de forma helicoidal cuando alcanza la madures llegan a medir hasta unos 30 centímetros de longitud, y cuando aún son tiernos mantienen una forma angular, y cuando ya llegan a ser más adultas son lanceoladas, coriáceas y de color verde azulado. Cundo florece éstas son de color blanco y amarilloso. Logrando dar un fruto de forma de capsula abriéndose en el ápice.

Hurtado (2020) en su tesis utilizó panca de maíz para el desarrollo de su proyecto donde lo describen como desechos de cultivo a tallos y hojas conocido también como rastrojo de maíz, dicha fibra es deficiente en proteínas (5.04%), y conteniendo un (73%) de fibra.

Tapia (2015), describe al chocho como una planta nativa de la zona andina, cultivada a 2500 y 3800 m.s.n.m en climas templados y fríos. Destacándose por su resistencia a condiciones adversas, como plagas, enfermedades, sequías y heladas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Nuestra investigación es de tipo aplicada.

**Diseño de investigación:**

Es un diseño experimental puro, porque se realizará las pruebas con los diferentes insumos orgánicos, a continuación, describimos nuestro diseño de estudio:

$RG_1 X_1 O_1$

$RG_2 X_2 O_2$

$RG_3 X_3 O_3$

$RG_4 X_4 O_4$

$RG_5 X_5 O_5$

$RG_6 X_6 O_6$

$RG_7 - O_7$

Dónde:

**RG 1,2,3,4,5,6**= Grupo experimentales aleatorios

**RG 7** = Grupo control

**X1** = Cloruro de Sodio al 2%

**X2** = Cloruro de Sodio al 4%

**X3** = Cloruro de Sodio al 6%

**X4** = Ceniza Agrícola al 10%

**X5** = Ceniza Agrícola al 15%

**X6** = Ceniza Agrícola al 20%

**O 1,2,3,4,5,6,7** = Estabilización del suelo

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### 3.2.1. Variable

**Variable independiente:**

VI 1: Cloruro de sodio

VI 2: Ceniza agrícola

**Variable dependiente:**

VD. 1: Estabilización del suelo de carretera no pavimentada

### **3.2.2. Operacionalización:**

#### **Dimensiones e indicadores**

##### **VI 1: Cloruro de sodio**

###### **Dimensiones:**

La cantidad utilizada (%) de cloruro de sodio con respecto al peso de suelo natural extraído como muestra.

###### **Indicadores:**

Muestra del suelo natural sin adición del cloruro de sodio 0%, muestra con adición del 2%, 4% y 6% del cloruro de sodio respecto a su peso.

##### **VI 2: Ceniza agrícola**

###### **Dimensiones:**

La cantidad utilizada (%) de ceniza agrícola con respecto al peso de suelo natural extraído como muestra.

###### **Indicadores:**

Muestra del suelo natural sin adición de la ceniza agrícola 0%, muestra del suelo con adición del 10%, 15% y 20% de la ceniza agrícola respecto a su peso.

##### **VD: Estabilización del suelo de carretera no pavimentada**

###### **Dimensiones:**

1. Tipo de suelo: Índice plástico, Limite líquido, Limite plástico.
2. Densidad y contenido de Humedad
3. Resistencia del suelo.
4. Cantidad de sales en el suelo.

###### **Indicadores:**

1. Análisis granulométrico,
2. Ensayo de Proctor Modificado,
3. Ensayo del CBR.
4. Ensayo de contenido de sales solubles.

En el anexo N°1 se muestra la matriz de operacionalización de variable

### 3.3. Población, Muestra, Muestreo y Unidad de Análisis

#### Población

En nuestra investigación se ha considerado como población de estudio la trocha del tramo desvió de yamobamba – la florida del distrito La Florida donde esta carretera alcanza aproximadamente unos 12 kilómetros de extensión y un ancho promedio de 6 metros de vía.

#### Muestra

La muestra de terreno natural sin estabilizar corresponde a realizar 3 calicatas de la carretera, de tal manera que se realicen los ensayos respectivos, Para su obtención estas fueron realizados a profundidad de 1.50 m, realizadas de forma longitudinal en los kilómetros 4, 8 y 12, el cual se tiene un orden de la carretera con un IMDA menor a 200 veh/día con una calzada de un solo carril, tomando como referencia los parámetros en el manual de carreteras

Tabla 6 Ubicación de las calicatas

CARRETERA	CALICATA	PROF. (m)	COORDENADAS	
			Este	Norte
KM: 4+000	C1	1.50	818845.231	9128345.195
KM: 8+000	C2	1.50	818772.448	9124975.200
KM: 12+000	C3	1.50	819288.332	9121243.123

Fuente: Elaboración propia

#### Muestreo

El tipo de muestreo es probabilístico estratificado porque la presente investigación establece el número de muestras de acuerdo a la normativas determinar el número de calicatas según la distancias, que tiene que ser también al número de ensayos, codificando a cada calicata para así tener un mejor control al momento de realizar los ensayos, por ser un trabajo experimental a las muestras de suelo natural se le agrega Ceniza agrícola en porcentajes de 10%, 15% y 20% y del cloruro de Sodio en 2%, 4% y 6% esto permite determinar cuál es el porcentaje óptimo para mejorar la calidad de la carretera pavimentada.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### **Técnicas:**

En nuestra investigación utilizaremos la técnica de la observación para obtener los datos de los diferentes ensayos realizados con la adición de los estabilizantes

#### **Instrumentos:**

En nuestros instrumentos a utilizar serán formatos de diferentes ensayos establecidos, normados y estandarizados en el MTC aplicado en nuestro país (Perú).

Tabla 7 Normas de Ensayos realizados

NORMATIVA		ENSAYOS
<b>MTC E - 107</b>	(ASTM D422)	Análisis granulométrico
<b>MTC E - 108</b>	(ASTM D2216)	Contenido de humedad
<b>MTC E - 110</b>	(ASTM D1241)	Límite líquido
<b>MTC E - 111</b>	(ASTM D1241)	Límite plástico e índice de plasticidad
<b>MTC E - 219</b>		Ensayo de Sales Solubles
<b>MTC E - 115</b>	(ASTM D1557)	Proctor modificado
<b>MTC E - 132</b>	(ASTM D1883)	CBR
	(ASTM E2465-13)	Ensayo de rayos X de Ceniza

Fuente: Elaboración propia

#### **Confiabilidad y validez:**

##### **Confiabilidad**

En nuestra investigación nuestros los ensayos han sido realizados en el laboratorio JVC CONSULTORÍA GEOTECNIA, los equipos utilizados se encuentran calibrados para obtener resultados precisos y evitar errores; así mismo los ensayos fueron realizados siguiendo los procesos establecidos por el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones “MTC”, obteniendo resultados confiables.

##### **Validez:**

En nuestra investigación se utilizaron normas técnicas peruanas e internacionales, como son NTP, MTC, ASTM, SUCS y AASHTO, por lo que no es necesario realizar una validación por especialista, ya que estas normas cuentan con formatos establecidos para realizar nuestros ensayos permitiendo así presentar resultados válidos.

### 3.5. Procedimientos

Para nuestra investigación realizaremos los siguientes procesos y recolección de datos:

#### **Reconocimiento de la zona de estudio:**

En nuestra investigación se realizó la visita del lugar en estudio como es la carretera desvió de Yamobamba – La Florida siendo esta una carretera que no se encuentra pavimentada (trocha), para evaluar el estado de terreno que conforma esta carretera es necesario utilizar la técnica de observación.

#### **Levantamiento topográfico:**

Se realizó el levantamiento topográfico, el cual permitió conocer la longitud exacta de la carretera en estudio, sección de vía y superficie del terreno, por lo tanto, nos permite ubicar las calicatas de las cuales obtendremos las muestras de la carretera en estudio.

#### **Índice Medio Diario Anual:**

Se realizó el conteo de vehículos para cuantificar, clasificar el tipo y clasificación de carretera en estudio mediante fichas ya establecidas.

#### **Toma de muestras:**

Teniendo la magnitud de la carretera de 12 km y su clasificación según el MTC, se realizara la excavación de las calicatas en los kilómetros 4, 8 y 12 a una profundidad de 1.50 m. cada una de ellas, de esta manera se obtiene las muestras del suelo, paralelo a este procedimiento se obtendrá la hojas de eucalipto, panca de maíz y cascara de chocho, insumos que son para la obtención de su ceniza, y se encuentran en la misma zona, incidiendo que estos 2 últimos son productos agrícolas, a continuación describimos los ensayos a realizar:

Tabla 8 Porcentajes aplicados de Cloruro de Sodio y Ceniza Agrícola

<b>Muestras Estabilizada (Considerando una muestra de 500 gr.)</b>		
<b>Muestra de ceniza de hoja de eucalipto, Panca de maíz y cascara de chocho</b>		
Porcentajes	Gr.	Ceniza (gr)
10%	450	50
15%	425	75
20%	400	100
<b>Cloruro de sodio (NaCl)</b>		
Porcentajes	Gr.	NaCl (gr)
2%	490	10
4%	480	20
6%	470	30
<b>Terreno Natural</b>		
0%	500	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Cantidad de Ensayos realizados

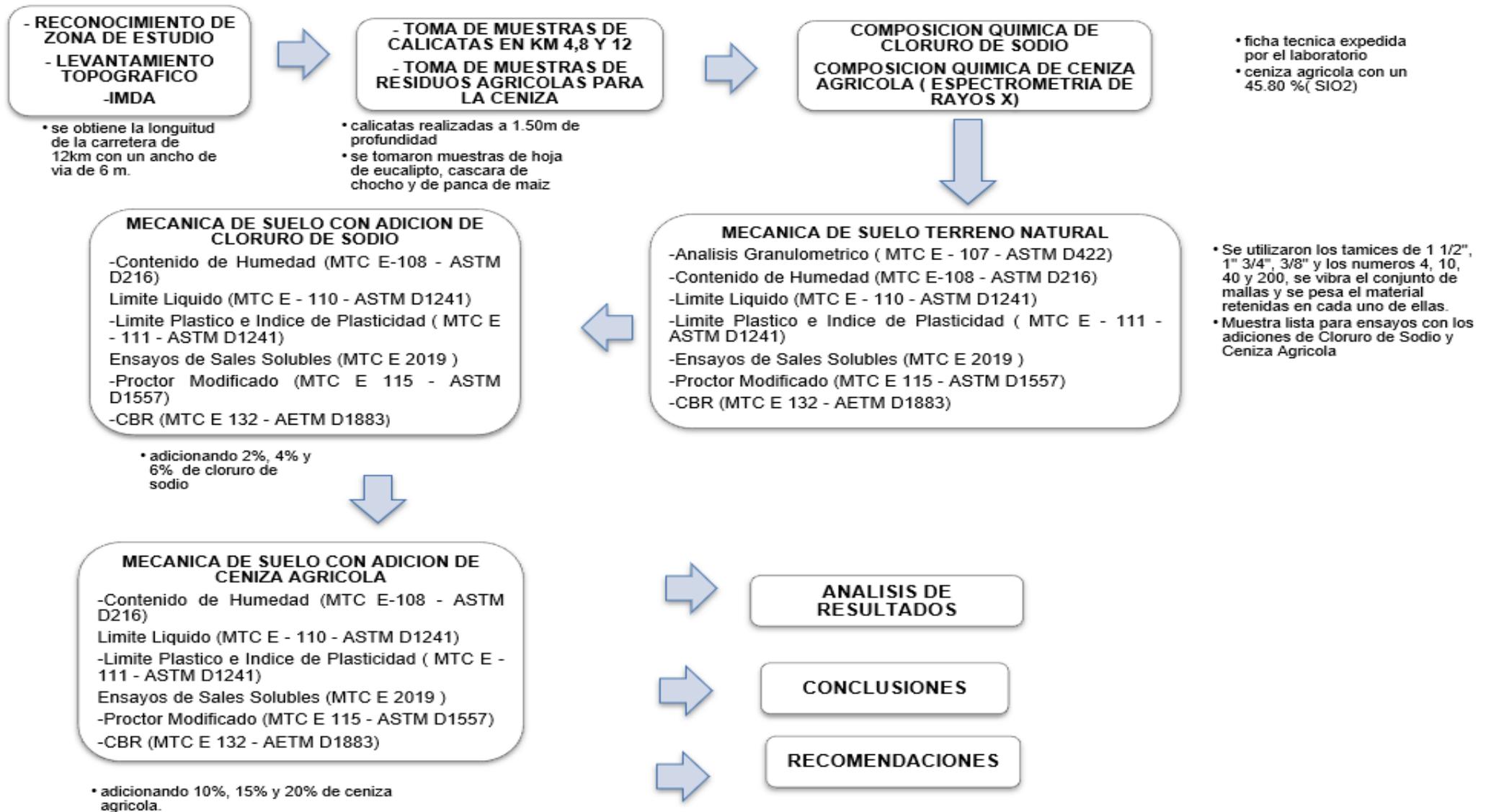
<b>ENSAYOS</b>	<b>MUESTRAS - CALICATAS</b>		
	<b>C-1</b>	<b>C-2</b>	<b>C-3</b>
Análisis Granulométrico	1	1	1
Limite Líquido	7	7	7
Limite Plástico	7	7	7
Contenido de Humedad	7	7	7
Contenido de Sales Solubles	1	1	1
Proctor Modificado	7	7	7
CBR	7	7	7
<b>Sub Total</b>	37	37	37
<b>TOTAL</b>		<b>111</b>	

Fuente: Elaboración propia

### **Estudio de mecánica de suelos:**

Obteniendo el número de calicatas de donde se obtendrá las muestras de suelo para los ensayos que se realizarán en laboratorio, determinando así el tipo de suelo que estaremos estabilizando con adición de cloruro de sodio y ceniza agrícola en los porcentajes ya establecidos para la presente investigación, logrando obtener de esta manera porcentajes óptimos para cada muestra.

Ilustración 1 Diagrama de procedimiento



### **3.6. Método de análisis de datos**

Para nuestro análisis de datos se realizó el recorrido de la carretera desvió Yamobamba - La Florida siendo el área de estudio, para luego llevar a realizar los ensayos análisis granulométrico, Proctor modificado, CBR y ensayo de rayos X, los resultados obtenidos del laboratorio se reflejan mediante las hojas de cálculo de acuerdo a los formatos establecidos por normativa, se presentan mediante tablas y gráficos con la ayuda de Microsoft Word, Microsoft Excel, IBM SPSS Statistics 23, AutoCAD Civil 3D, Google Earth y laboratorio de mecánica de suelos.

### **3.7. Aspectos éticos**

En la realización de esta investigación los datos y contenidos tuvo como principios: originalidad, ética y veracidad, todos los contenidos y datos para representación final del trabajo, los artículos, normatividad o publicaciones bibliográficas, han sido citados, los datos y resultados obtenidos, no se realizaron alteraciones o modificaciones que puedan generar algún interés en los resultados.

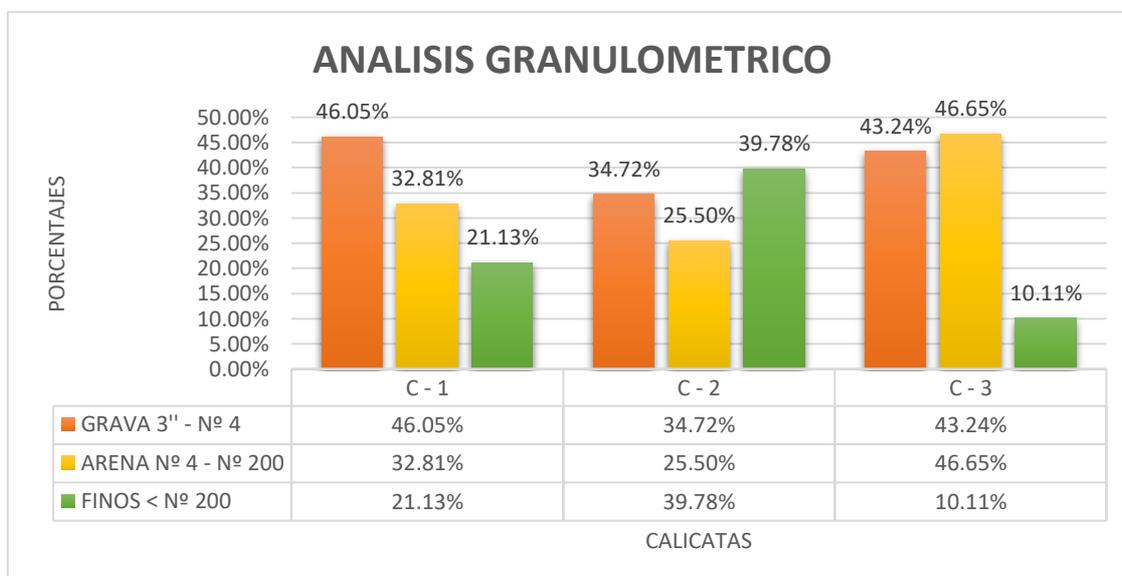
## IV. RESULTADOS

### 4.1. Propiedades Físicas y Mecánicas del suelo natural

Tabla 10 Análisis Granulométrico de Terreno

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
DESCP.	C - 1	C - 2	C - 3
GRAVA 3" - N.º 4	46.05%	34.72%	43.24%
ARENA N.º 4 - N.º 200	32.81%	25.50%	46.65%
FINOS < N.º 200	21.13%	39.78%	10.11%

Ilustración 2 Análisis Granulométrico



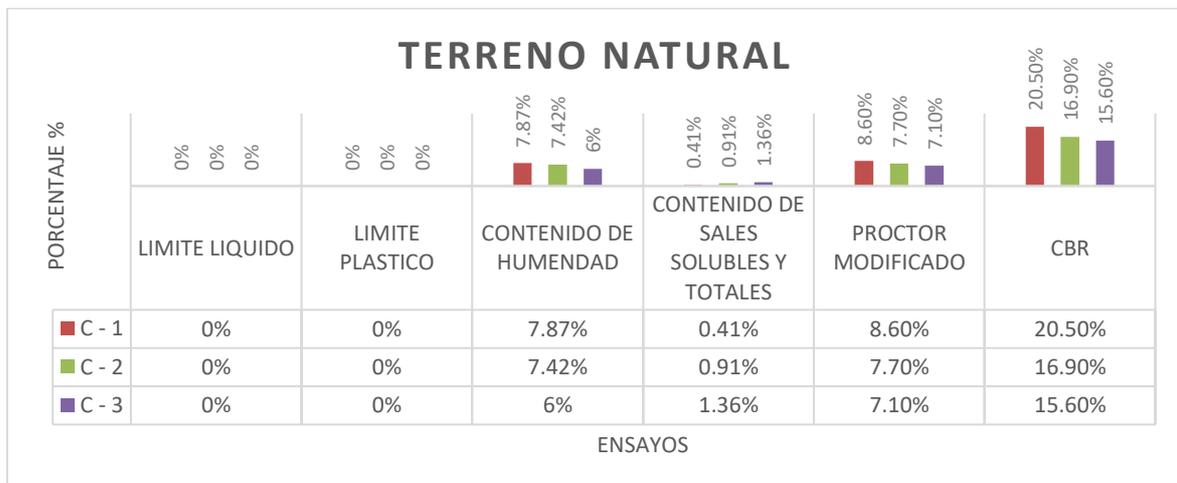
**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

**Interpretación:** al realizar los ensayos granulométricos de las 3 calicatas, se muestra que el contenido de grava se encuentra entre 34.72% al 46.05% y el contenido de arena esta entre 25.50% al 46.65% así mismo los finos obtenidos se encuentran entre 10.11% al 39.78 % respectivamente.

Tabla 11 Análisis del Suelo Natural

MUESTRA DE TERRENO NATURAL			
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	CALICATAS		
	4 KM C - 1	8 KM C - 2	12 KM C - 3
CLASIFICACIÓN SUCS	GM	GM	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0)	A-4 (1)	A-1-b (0)
LIMITE LIQUIDO	0%	0%	0%
LIMITE PLÁSTICO	0%	0%	0%
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.87%	7.42%	6%
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES Y TOTALES	0.41%	0.91%	1.36%
PROCTOR MODIFICADO	8.60%	7.70%	7.10%
CBR	20.50%	16.90%	15.60%

Ilustración 3 Análisis del Terreno Natural



**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

**Interpretación:** al realizar los ensayos granulométricos de las 3 calicatas, encontramos propiedades del suelo que se clasifican según SUCS en Grava Limosa (GM) y Arena mal Graduada con Arena Limosa (SP – SM) así mismo obtenemos su clasificación AASHTO por el tipo de suelo A-1-b (0) y A-4 (1), en el los ensayos realizados no muestra Limite Liquido, Limite Plástico; los resultados de contenidos de humedad oscilan entre el 6% y 7.87%, así también el contenido de sales solubles esta entre 0.41% y 1.36% respectivamente, al realizar los ensayos de Proctor modificado entre 7.10% y 8.60%, encontrando también un CBR de

15.60% y 20.50% según los parámetros de Categoría tenemos una Subrasante Muy Buena según ASTM D – 1557

#### 4.2. Propiedades Químicas de Cloruro de Sodio

Tabla 12 Propiedades del Cloruro de Sodio

CLORURO DE SODIO (%)	
CARACTERÍSTICAS	LIMITES
Cloruro de Sodio (%)	99.5
Humedad (%)	1
Sulfatos ppm máximo	3500
Magnesio ppm máximo	1000
Calcio ppm máximo	1000

**Fuente:** Propia con referencia de Ficha técnica de Sal Industrial Rejyra

**Interpretación:** La composición química del cloruro de sodio presenta un alto porcentaje en Cloruro de Sodio en 99.50%, Humedad 1%, Sulfatos 3500 ppm, Magnesios 1000 ppm, Calcio 1000 ppm. Presentando un aspecto de gránulos finos y de color blanco hueso.

#### 4.3. Propiedades Químicas de Ceniza Agrícola

Tabla 13 Propiedades de la Ceniza Agrícola

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CENIZA AGRÍCOLA (%)		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS
Dióxido de Silicio (Si O <sub>2</sub> )	%	45.8
Oxido de calcio (CaO)	%	15.21
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	10.06
Trióxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	5.32
Oxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	%	11.21
Oxido de magnesio (MgO)	%	1.45
Pentóxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	3.76
Oxido de Cobre (Cu O)	%	0.54
Trióxido de Azufre (S <sub>0</sub> 3)	%	0.02
Oxido de Zinc (Zn O)	%	0.023
Oxido de Manganeseo (Mn O)	%	0.017
PERDIDA DE CALCINACIÓN	%	6.59

**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de servicios a la comunidad e investigación LASACI – UNT

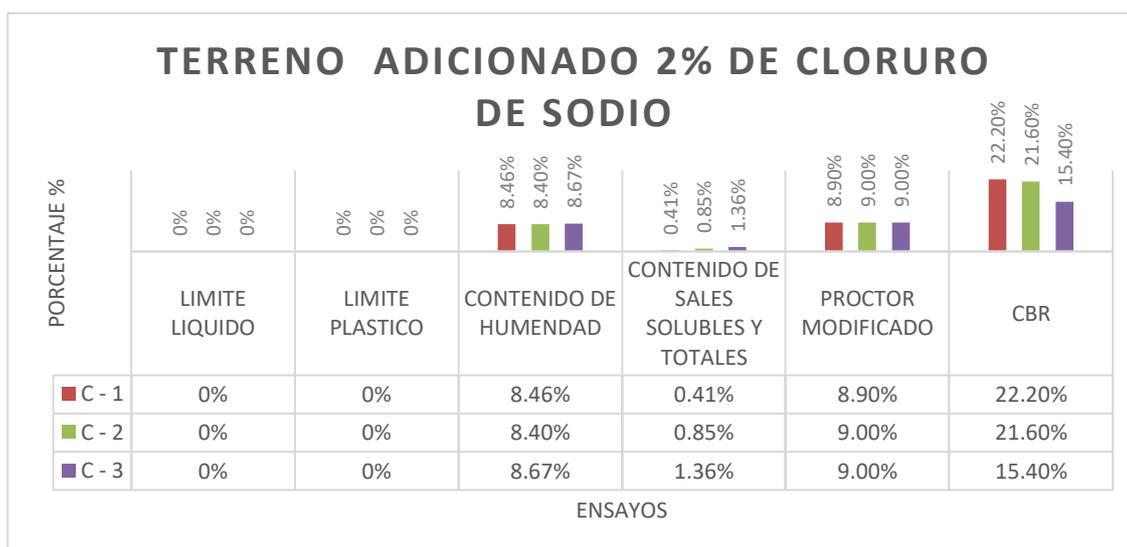
**Interpretación:** al realizar Espectrometría de Fluorescencia de rayos x a la ceniza agrícola con respecto a la tabla periódica se encontró su composición con alto porcentaje en Sílice (Si) con 45.80%, Calcio(Ca) 15.21% , Potasio (K) en 11.21%, aluminio (Al) 10.06%, así mismo se encontraron porcentajes menores en Fosforo (P) 3.76%, Hierro (Fe) 5.32%, Magnesio (Mg) 1.45%, Manganeso(Mn) 0.017%, Cobre(Cu) 0.54%, Azufre(S) 0.02 y Zinc(Zn) 0.023%.

#### 4.4. Propiedades Físico y Mecánicas del suelo con adición de Cloruro de Sodio

Tabla 14 Muestra de Terreno adicionado el 2% de Cloruro de Sodio

MUESTRA DE TERRENO ADICIONADO 2 % DE CLORURO DE SODIO			
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	CALICATAS		
	4 KM C - 1	8 KM C - 2	12 KM C - 3
CLASIFICACIÓN SUCS	GM	GM	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0)	A-4 (1)	A-1-b (0)
LIMITE LIQUIDO	0%	0%	0%
LIMITE PLÁSTICO	0%	0%	0%
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.46%	8.40%	8.67%
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES Y TOTALES	0.41%	0.91%	1.36%
PROCTOR MODIFICADO	8.90%	9.00%	9.00%
CBR	22.20%	21.60%	15.40%

Ilustración 4 Terreno adicionado 2% de Cloruro de Sodio



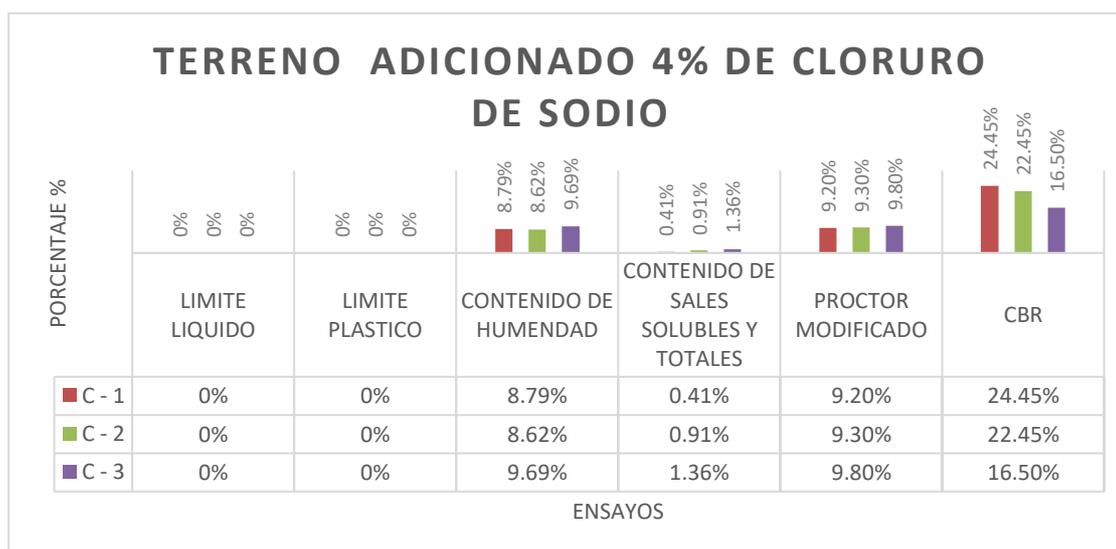
**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia

**Interpretación:** al realizar los ensayos físico y mecánicos de las 3 calicatas, adicionando el 2% de Cloruro Sodio (NaCl) con respecto a la muestra patrón (Ilustración 2) obtenemos un aumento en el CBR en las C-1 y C-2 de 22.20% y 21.60% respectivamente, mientras que en la C-3, disminuyo a 15.40%.

Tabla 15 Muestra de Terreno Adicionado el 4% de Cloruro de Sodio

MUESTRA DE TERRENO ADICIONADO 4 % DE CLORURO DE SODIO			
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	CALICATAS		
	4 KM C - 1	8 KM C - 2	12 KM C - 3
CLASIFICACIÓN SUCS	GM	GM	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0)	A-4 (1)	A-1-b (0)
LIMITE LIQUIDO	0%	0%	0%
LIMITE PLÁSTICO	0%	0%	0%
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.79%	8.62%	9.69%
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES Y TOTALES	0.41%	0.91%	1.36%
PROCTOR MODIFICADO	9.20%	9.30%	9.80%
CBR	24.45%	22.45%	16.50%

Ilustración 5 Terreno adicionado 4% de Cloruro de Sodio



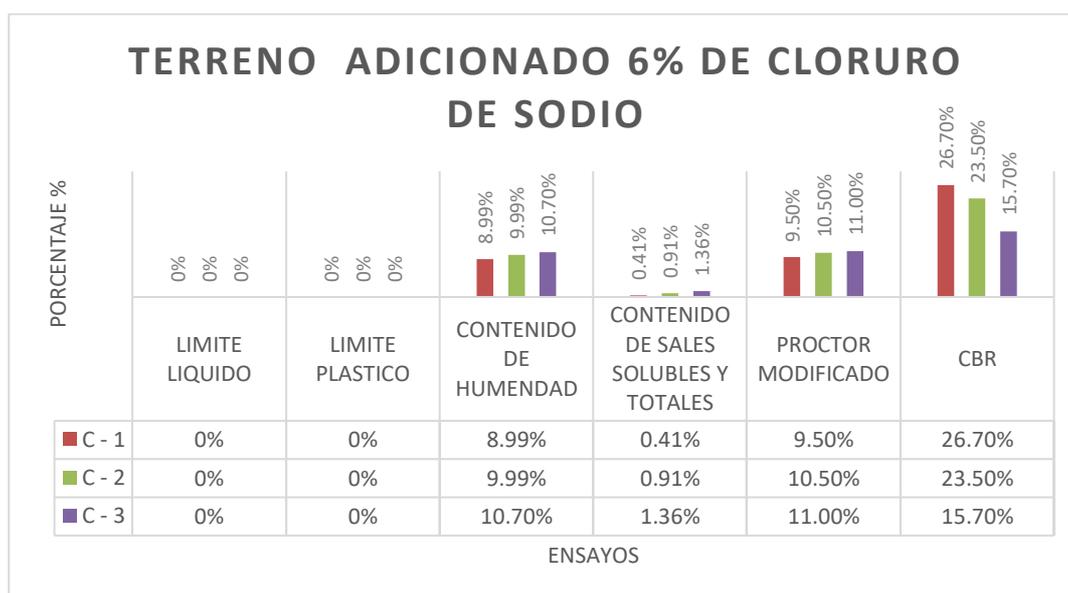
**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

**Interpretación:** al realizar los ensayos físico y mecánicos de las 3 calicatas, adicionando el 4% de Cloruro Sodio (NaCl) con respecto a la muestra patrón (Ilustración N 2) obtenemos un aumento en el CBR en las C-1 y C-2 de 24.45% y 22.45% respectivamente, mientras que en la C-3, disminuyo a 16.50%.

Tabla 16 Muestra de Terreno Adicionado el 6% de Cloruro de Sodio

MUESTRA DE TERRENO ADICIONADO 6 % DE CLORURO DE SODIO			
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	CALICATAS		
	4 KM C - 1	8 KM C - 2	12 KM C - 3
CLASIFICACIÓN SUCS	GM	GM	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0)	A-4 (1)	A-1-b (0)
LIMITE LIQUIDO	0%	0%	0%
LIMITE PLÁSTICO	0%	0%	0%
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.99%	9.99%	10.70%
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES Y TOTALES	0.41%	0.91%	1.36%
PROCTOR MODIFICADO	9.50%	10.50%	11.00%
CBR	26.70%	23.50%	15.70%

Ilustración 6 Terreno adicionado 6% de Cloruro de Sodio



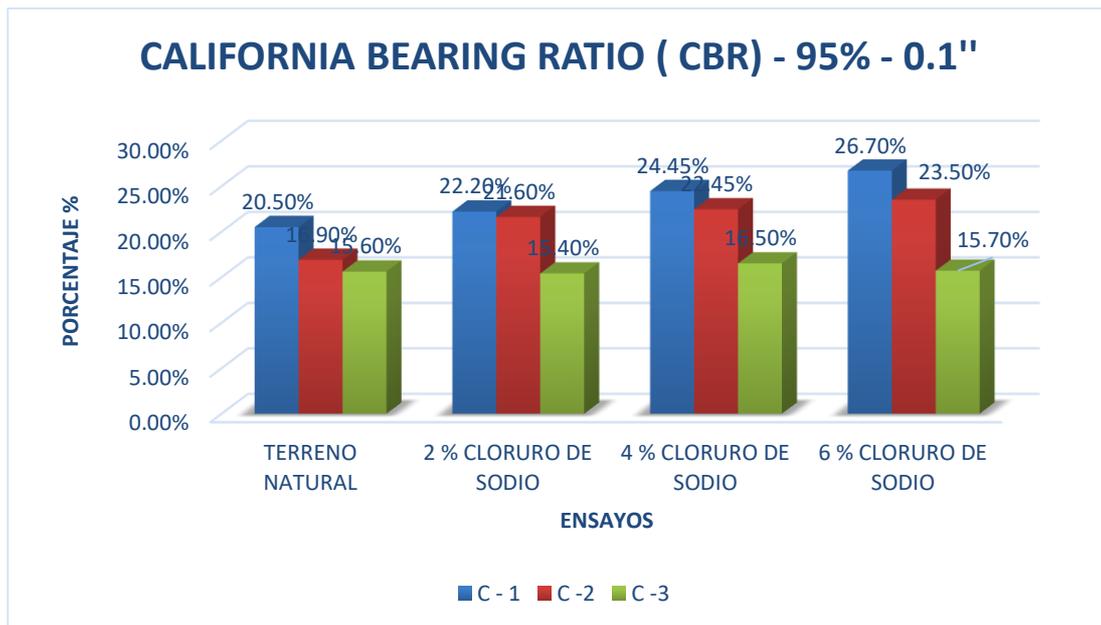
**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

**Interpretación:** al realizar los ensayos físico y mecánicos de las 3 calicatas, adicionando el 6% de Cloruro Sodio (NaCl) con respecto a la muestra patrón (Ilustración N 2) obtenemos un aumento en el CBR en las C-1 y C-2 de 26.70 % y 23.50% respectivamente, mientras que en la C-3 aumento, pero no es tan significativo a 15.70%.

Tabla 17 Cuadro Comparativo de Ensayos CBR - Cloruro de Sodio

CUADRO COMPARATIVO DE ENSAYOS DE CBR - 95% - 0.1"			
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)	C - 1	C - 2	C - 3
TERRENO NATURAL	20.50%	16.90%	15.60%
2 % CLORURO DE SODIO	22.20%	21.60%	15.40%
4 % CLORURO DE SODIO	24.45%	22.45%	16.50%
6 % CLORURO DE SODIO	26.70%	23.50%	15.70%

Ilustración 7 Cuadro comparativo de Ensayos CBR - Cloruro de Sodio



**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

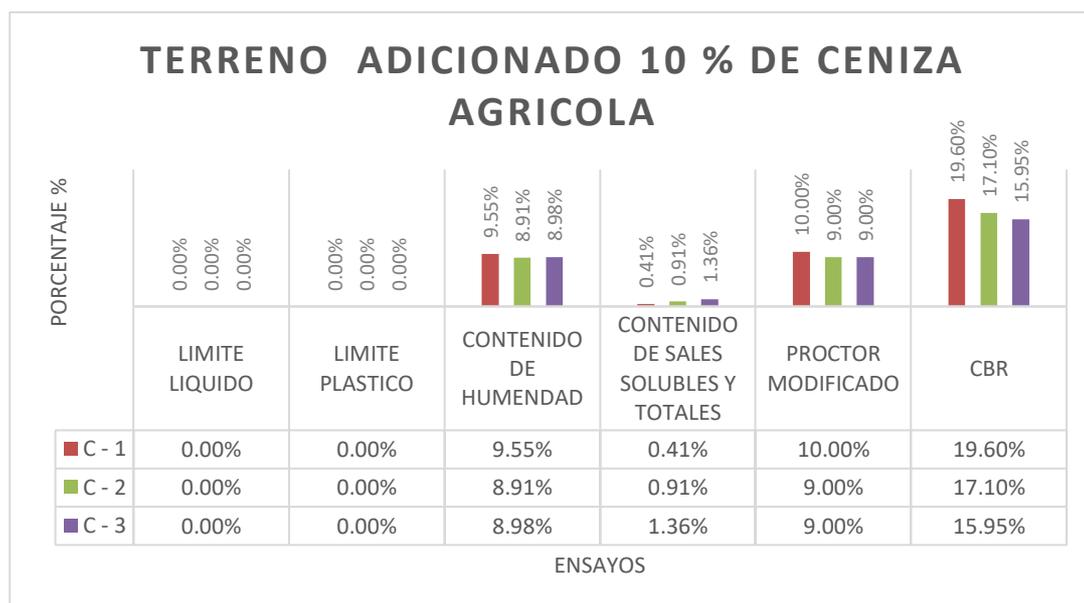
**Interpretación:** al realizar los ensayos de CBR en las 3 calicatas, se obtiene un resultado favorable, adicionando el 6% de cloruro de sodio obteniendo como valor de CBR 26.70% respecto al terreno natural de 20.50%, así mismo se obtiene un CBR menor al adicionar el 2% de Cloruro de Sodio, obteniendo un valor de CBR de 22.20% respecto al terreno natural.

#### 4.5. Propiedades Físico y Mecánicas del suelo con adición de Ceniza Agrícola

Tabla 18 Muestra de Terreno Adicionado el 10% de Ceniza Agrícola

MUESTRA DE TERRENO ADICIONADO 10 % DE CENIZA AGRÍCOLA			
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	CALICATAS		
	4 KM C - 1	8 KM C - 2	12 KM C - 3
CLASIFICACIÓN SUCS	GM	GM	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0)	A-4 (1)	A-1-b (0)
LIMITE LIQUIDO	0.00%	0.00%	0.00%
LIMITE PLÁSTICO	0.00%	0.00%	0.00%
CONTENIDO DE HUMEDAD	9.55%	8.91%	8.98%
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES Y TOTALES	0.41%	0.91%	1.36%
PROCTOR MODIFICADO	10.00%	9.00%	9.00%
CBR	19.60%	17.10%	15.95%

Ilustración 8 Terreno adicionado 10% de Ceniza Agrícola



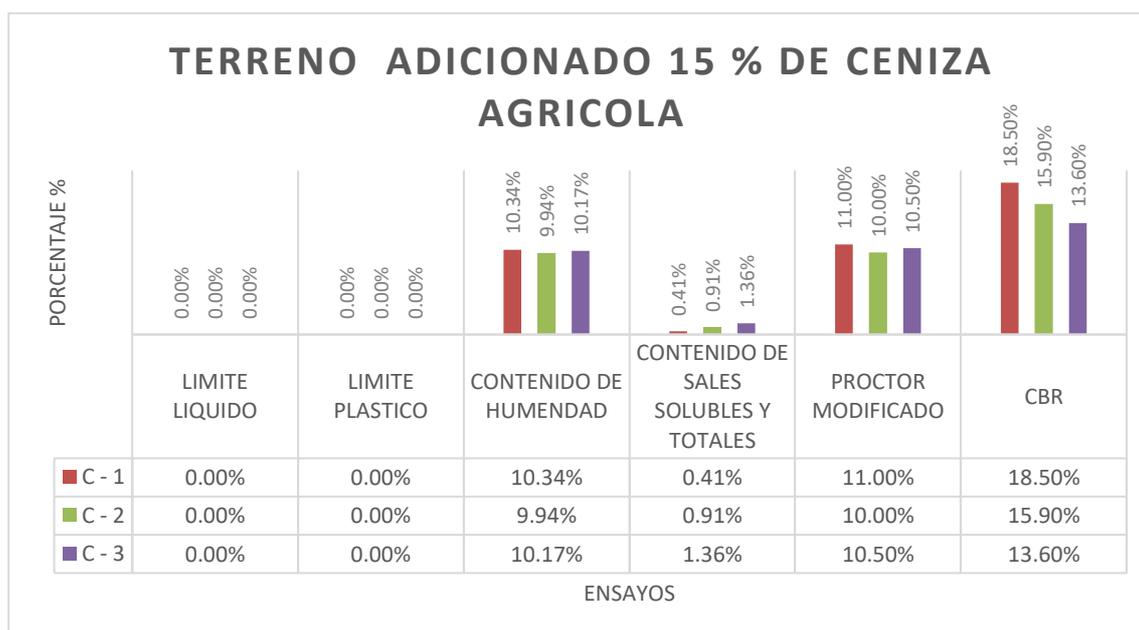
**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

**Interpretación:** al realizar los ensayos físico y mecánicos de las 3 calicatas, adicionando el 10% de Ceniza Agrícola con respecto a la muestra patrón (Ilustración N-2) obtenemos un aumento en el CBR en la C-2 y C-3 de 17.10 y 15.95%, mientras que en la C-1 disminuye 19.60%.

Tabla 19 Muestra de Terreno Adicionado el 15% de Ceniza Agrícola

MUESTRA DE TERRENO ADICIONADO 15 % DE CENIZA AGRÍCOLA			
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	CALICATAS		
	4 KM C - 1	8 KM C - 2	12 KM C - 3
CLASIFICACIÓN SUCS	GM	GM	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0)	A-4 (1)	A-1-b (0)
LIMITE LIQUIDO	0.00%	0.00%	0.00%
LIMITE PLÁSTICO	0.00%	0.00%	0.00%
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.34%	9.94%	10.17%
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES Y TOTALES	0.41%	0.91%	1.36%
PROCTOR MODIFICADO	11.00%	10.00%	10.50%
CBR	18.50%	15.90%	13.60%

Ilustración 9 Terreno adicionado 15% de Ceniza Agrícola



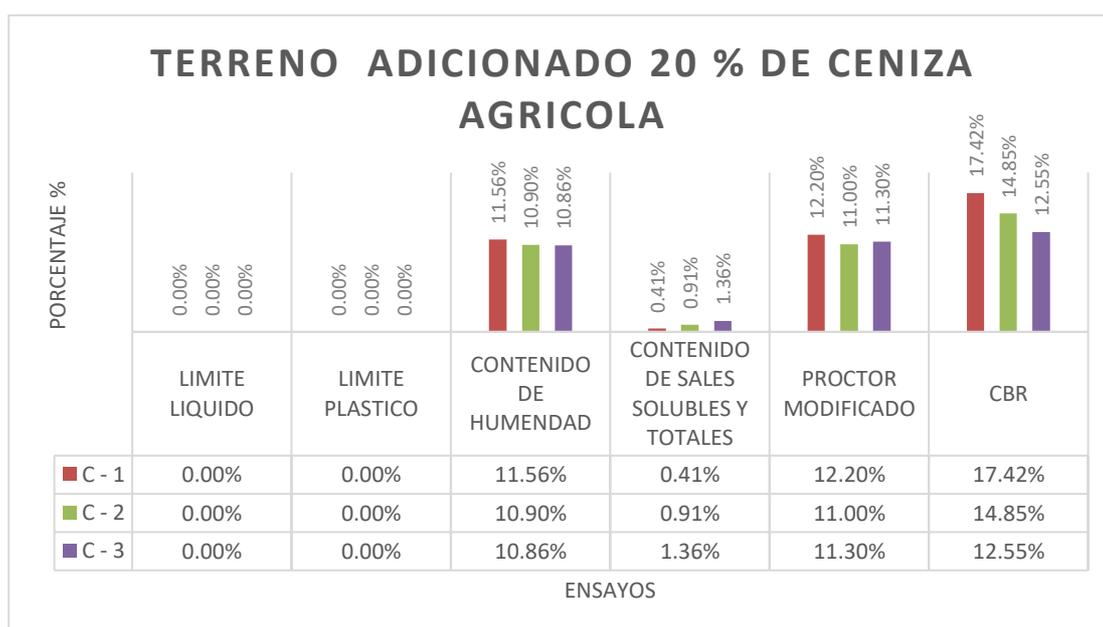
**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

**Interpretación:** al realizar los ensayos físico y mecánicos de las 3 calicatas, adicionando el 15% de Ceniza Agrícola con respecto a la muestra patrón (Ilustración N-2) no se aprecia el aumento de CBR, teniendo como valores representativos en la C-1 de 18.50%, C-2 de 15.90% y en la C-3 con 13.60%, respecto a la muestra.

Tabla 20 Muestra de Terreno Adicionado el 20% de Ceniza Agrícola

MUESTRA DE TERRENO ADICIONADO 20 % DE CENIZA AGRÍCOLA			
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	CALICATAS		
	4 KM C - 1	8 KM C - 2	12 KM C - 3
CLASIFICACIÓN SUCS	GM	GM	SP-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0)	A-4 (1)	A-1-b (0)
LIMITE LIQUIDO	0.00%	0.00%	0.00%
LIMITE PLÁSTICO	0.00%	0.00%	0.00%
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.56%	10.90%	10.86%
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES Y TOTALES	0.41%	0.91%	1.36%
PROCTOR MODIFICADO	12.20%	11.00%	11.30%
CBR	17.42%	14.85%	12.55%

Ilustración 10 Terreno adicionado 20% de Ceniza Agrícola



**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

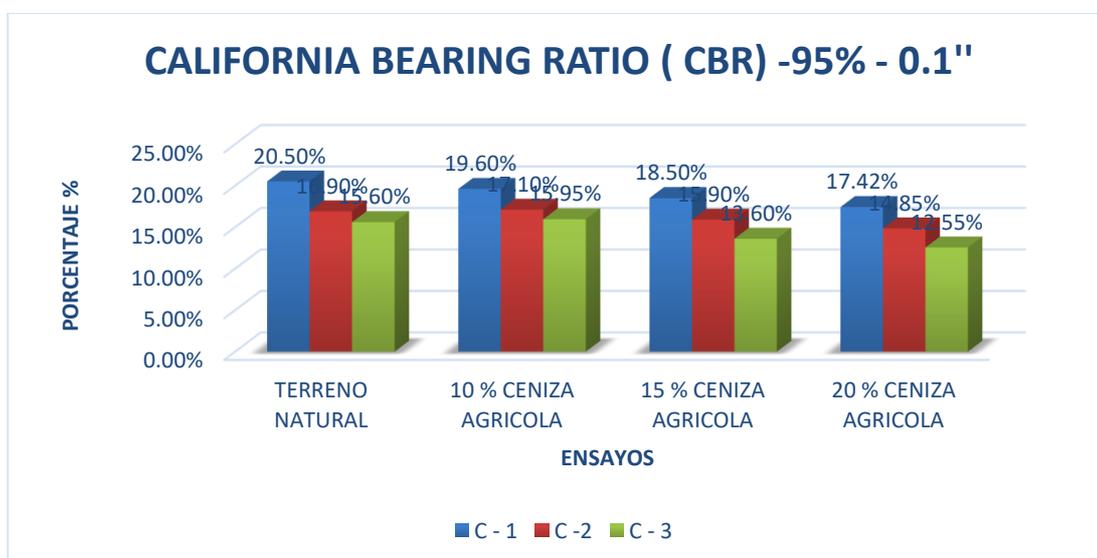
**Interpretación:** al realizar los ensayos físico y mecánicos de las 3 calicatas,

adicionando el 20% de Ceniza Agrícola con respecto a la muestra patrón (Ilustración N-2) se aprecia el CBR en la C-1 de 17.42%, C-2 14.85% y en la C-3 con 12.55% el cual se aprecia una disminución.

Tabla 21 Cuadro Comparativo de Ensayos CBR - Ceniza Agrícola

CUADRO COMPARATIVO DE ENSAYOS DE CBR -95% - 0.1"			
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)	C - 1	C - 2	C - 3
TERRENO NATURAL	20.50%	16.90%	15.60%
10 % CENIZA AGRÍCOLA	19.60%	17.10%	15.95%
15 % CENIZA AGRÍCOLA	18.50%	15.90%	13.60%
20 % CENIZA AGRÍCOLA	17.42%	14.85%	12.55%

Ilustración 11 Cuadro Comparativo de ensayos de CBR - Ceniza Agrícola



**Fuente:** Propia con los resultados brindados del laboratorio de mecánica de suelo JVC Consultoría Geotecnia.

**Interpretación:** al realizar los ensayos de CBR en las 3 calicatas, se obtiene un resultado que es favorable, adicionando el 10% de Ceniza Agrícola se obtiene como valor de CBR 15.95% respecto al terreno natural de 15.60%, así mismo se obtiene un resultado desfavorable de CBR al adicionar el 20% de Ceniza Agrícola, obteniendo un valor de CBR de 12.55 % respecto al terreno natural.

#### 4.6. Prueba de Hipótesis

##### Relación de soporte (C.B.R.) de Muestra + Cloruro de Sodio

En nuestra investigación se realizó la comprobación de nuestra hipótesis donde los resultados obtenidos de ensayo de C.B.R. con la adición de cloruro de sodio en un 2%, 4% y 6% a la muestra de suelo de cada calicata: C-1, C-2 y C-3. Logrando de esta manera la comprobación de nuestra hipótesis y llegar a la decisión estadística, así mismo se planteó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alterna ( $H_a$ ), las cuales fueron las siguientes:

- **$H_0$ :** La adición de cloruro de sodio, no influye en la estabilización de la subrasante, en carretera no pavimentada.
- **$H_a$ :** La adición de cloruro de sodio, influye en la estabilización de la subrasante, en carretera no pavimentada.

Para nuestra prueba de hipótesis se eligió el nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  (5%), del porcentaje de intervalo de confianza del 95%. Por lo cual, la regla de decisión establecida es que si  $p \leq 0.05$  se rechaza la hipótesis nula.

**Grupo: CBR+0% & CBR+2%;** relación de soporte (C.B.R.) logrado con la adición de cloruro de sodio en un 2%. Como primer paso se realizó la prueba de normalidad de datos obtenidos de los ensayos en laboratorio.

Ilustración 12 Prueba de Normalidad CBR + 2% de Cloruro de Sodio

DESCRIPCION	GRUPO	CBR
CALICATA C-1	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	20,50
CALICATA C-2	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	16,90
CALICATA C-3	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	15,60
CALICATA C-1	MUESTRA + 2% DE CLORURO DE SODIO	22,20
CALICATA C-2	MUESTRA + 2% DE CLORURO DE SODIO	21,60
CALICATA C-3	MUESTRA + 2% DE CLORURO DE SODIO	15,40

Pruebas de normalidad

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
CBR CON ADICION DE 2% DE CLORURO DE SODIO	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	,285	3	.	,932	3	,495
	MUESTRA + 2% DE CLORURO DE SODIO	,333	3	.	,861	3	,269

a. Corrección de significación de Lilliefors

##### CBR CON ADICION DE 2% DE CLORURO DE SODIO

La muestra al poseer grados de libertad (datos) menores a 30, se opta por trabajar con los contrastes de Shapiro-Wilk, la cual podemos observar que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.495 y 0.269**, ambos mayores a 0.05, por lo cual se trabajará con la prueba paramétrica T de Student (muestras independientes).

Ilustración 13 Prueba de T de Student de CBR + 2% de cloruro de sodio

➔ Prueba T

Estadísticas de grupo					
	GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CBR CON ADICION DE 2% DE CLORURO DE SODIO	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	3	17,6667	2,53837	1,46553
	MUESTRA + 2% DE CLORURO DE SODIO	3	22,9667	1,77858	1,02686

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
CBR CON ADICION DE 2% DE CLORURO DE SODIO	Se asumen varianzas iguales	.569	.492	-2,962	4	.041	-5,30000	1,78948	-10,26838	-.33162
	No se asumen varianzas iguales			-2,962	3,582	.048	-5,30000	1,78948	-10,50535	-.09465

Se observa que estadísticamente que no existen diferencias significativas entre las medias que se han analizado, así mismo se observa un margen de error ( $p =$  significancia bilateral) de **0.041 y 0.048** (ambos menores a 0.05), concluyendo así que el tratamiento dado con el 2% de cloruro de sodio ha sido efectivo, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Grupo: CBR+0% & CBR+4%;** relación de soporte (C.B.R.) logrado con la adición de cloruro de sodio en un 4%. Como primer paso se realizó la prueba de normalidad de datos obtenidos de los ensayos en laboratorio.

Ilustración 14 Prueba de Normalidad CBR + 4% de Cloruro de Sodio

DESCRIPCION	GRUPO	CBR
CALICATA C-1	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	20,50
CALICATA C-2	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	16,90
CALICATA C-3	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	15,60
CALICATA C-1	MUESTRA + 4% DE CLORURO DE SODIO	24,45
CALICATA C-2	MUESTRA + 4% DE CLORURO DE SODIO	22,45
CALICATA C-3	MUESTRA + 4% DE CLORURO DE SODIO	16,50

**Pruebas de normalidad**

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR CON ADICION DE 4% DE CLORURO DE SODIO MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	,285	3	.	,932	3	,495
MUESTRA + 4% DE CLORURO DE SODIO	,321	3	.	,882	3	,331

a. Corrección de significación de Lilliefors

**CBR CON ADICION DE 4% DE CLORURO DE SODIO**

La muestra al poseer grados de libertad (datos) menores a 30, se opta por trabajar con los contrastes de Shapiro-Wilk, la cual podemos observar que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.495 y 0.331**, ambos mayores a 0.05, por lo cual se trabajará con la prueba paramétrica T de Student (muestras independientes).

Ilustración 15 Prueba de T de Student de CBR + 4% de cloruro de sodio

➔ **Prueba T**

**Estadísticas de grupo**

GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CBR CON ADICION DE 4% DE CLORURO DE SODIO MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	3	17,6667	2,53837	1,46553
MUESTRA + 4% DE CLORURO DE SODIO	3	22,9667	1,30416	,75296

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
CBR CON ADICION DE 4% DE CLORURO DE SODIO	Se asumen varianzas iguales	1,833	,247	-3,217	4	,032	-5,30000	1,64764	-9,87459	-,72541
	No se asumen varianzas iguales			-3,217	2,987	,049	-5,30000	1,64764	-10,55637	-,04363

Se observa que estadísticamente que no existen diferencias significativas entre las medias que se han analizado, así mismo se observa un margen de error (p = significancia bilateral) de **0.032 y 0.049** (ambos menores a 0.05), concluyendo así que el tratamiento dado con el 4% de cloruro de sodio ha sido efectivo, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Grupo: CBR+0% & CBR+6%;** relación de soporte (C.B.R.) logrado con la adición de cloruro de sodio en un 6%. Como primer paso se realizó la prueba de normalidad de datos obtenidos de los ensayos en laboratorio.

## Ilustración 16 Prueba de Normalidad CBR + 6% de Cloruro de Sodio

DESCRIPCION	GRUPO	CBR
CALICATA C-1	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	20,50
CALICATA C-2	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	16,90
CALICATA C-3	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	15,60
CALICATA C-1	MUESTRA + 6% DE CLORURO DE SODIO	26,70
CALICATA C-2	MUESTRA + 6% DE CLORURO DE SODIO	23,50
CALICATA C-3	MUESTRA + 6% DE CLORURO DE SODIO	15,70

### Pruebas de normalidad

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR CON ADICION DE 6% DE CLORURO DE SODIO	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	,285	3	,932	3	,495
	MUESTRA + 6% DE CLORURO DE SODIO	,263	3	,955	3	,593

a. Corrección de significación de Lilliefors

### CBR CON ADICION DE 6% DE CLORURO DE SODIO

La muestra al poseer grados de libertad (datos) menores a 30, se opta por trabajar con los contrastes de Shapiro-Wilk, la cual podemos observar que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.495 y 0.593**, ambos mayores a 0.05, por lo cual se trabajará con la prueba paramétrica T de Student (muestras independientes).

## Ilustración 17 Prueba de T de Student de CBR + 6% de cloruro de sodio

### → Prueba T

#### Estadísticas de grupo

GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
CBR CON ADICION DE 6% DE CLORURO DE SODIO	MUESTRA + 0% DE CLORURO DE SODIO	3	17,6667	2,53837	1,46553
	MUESTRA + 6% DE CLORURO DE SODIO	3	24,9000	1,63707	,94516

#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
CBR CON ADICION DE 6% DE CLORURO DE SODIO	Se asumen varianzas iguales	,883	,400	-4,148	4	,014	-7,23333	1,74388	-12,07512	-2,39155
	No se asumen varianzas iguales			-4,148	3,418	,020	-7,23333	1,74388	-12,41799	-2,04868

Se observa que estadísticamente que no existen diferencias significativas entre las medias que se han analizado, así mismo se observa un margen de error (p = significancia bilateral) de **0.014 y 0.020** (ambos menores a 0.05), concluyendo así que el tratamiento dado con el 6% de cloruro de sodio ha sido efectivo, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

## Relación de soporte (C.B.R.) de Muestra + Ceniza Agrícola

En nuestra investigación se realizó la comprobación de nuestra hipótesis donde los resultados obtenidos de ensayo de C.B.R. con la adición de ceniza agrícola en un 10%, 15% y 20% a la muestra de suelo de cada calicata: C-1, C-2 y C-3. Logrando de esta manera la comprobación de nuestra hipótesis y llegar a la decisión estadística, así mismo se planteó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alterna ( $H_a$ ), las cuales fueron las siguientes:

- **$H_0$ :** La adición de ceniza agrícola, no influye en la estabilización de la subrasante, en carretera no pavimentada.
- **$H_a$ :** La adición de ceniza agrícola, influye en la estabilización de la subrasante, en carretera no pavimentada.

Para nuestra prueba de hipótesis se eligió el nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  (5%), del porcentaje de intervalo de confianza del 95%. Por lo cual, la regla de decisión establecida es que si  $p \leq 0.05$  se rechaza la hipótesis nula.

**Grupo: CBR+0% & CBR+10%;** relación de soporte (C.B.R.) logrado con la adición de ceniza agrícola en un 10%. Como primer paso se realizó la prueba de normalidad de datos obtenidos de los ensayos en laboratorio.

Ilustración 18 Prueba de Normalidad CBR + 10% de Ceniza Agrícola

DESCRIPCION	GRUPO	CBR
CALICATA C-1	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	20,50
CALICATA C-2	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	16,90
CALICATA C-3	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	15,60
CALICATA C-1	MUESTRA + 10% DE CENIZA AGRICOLA	19,60
CALICATA C-2	MUESTRA + 10% DE CENIZA AGRICOLA	17,10
CALICATA C-3	MUESTRA + 10% DE CENIZA AGRICOLA	15,95

### Pruebas de normalidad

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
CBR CON ADICION DE 10% DE CENIZA AGRICOLA	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	,285	3	.	,932	3	,495
	MUESTRA + 10% DE CENIZA AGRICOLA	,337	3	.	,855	3	,253

a. Corrección de significación de Lilliefors

### CBR CON ADICION DE 10% DE CENIZA AGRICOLA

La muestra al poseer grados de libertad (datos) menores a 30, se opta por trabajar con los contrastes de Shapiro-Wilk, la cual podemos observar que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.495 y 0.253**, ambos mayores a 0.05, por lo cual se trabajará con la prueba paramétrica T de Student (muestras independientes).

### Ilustración 19 Prueba de T de Student de CBR + 10% de Ceniza Agrícola

→ Prueba T

GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CBR CON ADICION DE 10% DE CENIZA AGRICOLA MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	3	17,6667	2,53837	1,46553
CBR CON ADICION DE 10% DE CENIZA AGRICOLA MUESTRA + 10% DE CENIZA AGRICOLA	3	23,8333	1,89297	1,09291

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
CBR CON ADICION DE 10% DE CENIZA AGRICOLA	Se asumen varianzas iguales	,384	,569	-3,373	4	,028	-6,16667	1,82817	-11,24249	-1,09084
	No se asumen varianzas iguales			-3,373	3,699	,032	-6,16667	1,82817	-11,40959	-,92375

Se observa que estadísticamente que no existen diferencias significativas entre las medias que se han analizado, así mismo se observa un margen de error (p = significancia bilateral) de **0.028 y 0.032**(ambos menores a 0.05), concluyendo así que el tratamiento dado con el 10% de ceniza agrícola ha sido efectivo, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Grupo: CBR+0% & CBR+15%;** relación de soporte (C.B.R.) logrado con la adición de ceniza agrícola en un 15%. Como primer paso se realizó la prueba de normalidad de datos obtenidos de los ensayos en laboratorio.

### Ilustración 20 Prueba de Normalidad CBR + 15% de Ceniza Agrícola

DESCRIPCION	GRUPO	CBR
CALICATA C-1	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	20,50
CALICATA C-2	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	16,90
CALICATA C-3	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	15,60
CALICATA C-1	MUESTRA + 15% DE CENIZA AGRICOLA	18,50
CALICATA C-2	MUESTRA + 15% DE CENIZA AGRICOLA	15,90
CALICATA C-3	MUESTRA + 15% DE CENIZA AGRICOLA	13,60

**Pruebas de normalidad**

GRUPO		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR CON ADICION DE 15% DE CENIZA AGRICOLA	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	,285	3	.	,932	3	,495
	MUESTRA + 15% DE CENIZA AGRICOLA	,183	3	.	,999	3	,933

a. Corrección de significación de Lilliefors

**CBR CON ADICION DE 15% DE CENIZA AGRICOLA**

La muestra al poseer grados de libertad (datos) menores a 30, se opta por trabajar con los contrastes de Shapiro-Wilk, la cual podemos observar que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.495 y 0.933**, ambos mayores a 0.05, por lo cual se trabajará con la prueba paramétrica T de Student (muestras independientes).

Ilustración 21 Prueba T de Student de CBR + 15% de Ceniza Agrícola

➔ Prueba T

Estadísticas de grupo

GRUPO		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CBR CON ADICION DE 15% DE CENIZA AGRICOLA	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	3	17,6667	2,53837	1,46553
	MUESTRA + 15% DE CENIZA AGRICOLA	3	16,0000	2,45153	1,41539

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
CBR CON ADICION DE 15% DE CENIZA AGRICOLA	Se asumen varianzas iguales	,050	,833	,818	4	,459	1,66667	2,03743	-3,99014	7,32347
	No se asumen varianzas iguales			,818	3,995	,459	1,66667	2,03743	-3,99284	7,32617

Se observa que estadísticamente no existen diferencias significativas entre las medias que se han analizado, así mismo se observa un margen de error (p = significancia bilateral) de **0.459 y 0.459** (ambos mayores a 0.05), concluyendo así que el tratamiento dado con el 15% de ceniza agrícola ha sido efectivo, por ende, acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

**Grupo: CBR+0% & CBR+20%;** relación de soporte (C.B.R.) logrado con la adición de ceniza agrícola en un 20%. Como primer paso se realizó la prueba de normalidad de datos obtenidos de los ensayos en laboratorio.

## Ilustración 22 Prueba de Normalidad CBR + 20% de Ceniza Agrícola

DESCRIPCION	GRUPO	CBR
CALICATA C-1	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	20,50
CALICATA C-2	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	16,90
CALICATA C-3	MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	15,60
CALICATA C-1	MUESTRA + 20% DE CENIZA AGRICOLA	17,42
CALICATA C-2	MUESTRA + 20% DE CENIZA AGRICOLA	14,85
CALICATA C-3	MUESTRA + 20% DE CENIZA AGRICOLA	12,55

### Pruebas de normalidad

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR CON ADICION DE 20% DE CENIZA AGRICOLA MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	,285	3	.	,932	3	,495
MUESTRA + 20% DE CENIZA AGRICOLA	,181	3	.	,999	3	,939

a. Corrección de significación de Lilliefors

### CBR CON ADICION DE 20% DE CENIZA AGRICOLA

La muestra al poseer grados de libertad (datos) menores a 30, se opta por trabajar con los contrastes de Shapiro-Wilk, la cual podemos observar que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.495 y 0.939**, ambos mayores a 0.05, por lo cual se trabajará con la prueba paramétrica T de Student (muestras independientes).

## Ilustración 23 Prueba de T de Student de CBR + 20% de Ceniza Agrícola

### → Prueba T

#### Estadísticas de grupo

GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CBR CON ADICION DE 20% DE CENIZA AGRICOLA MUESTRA + 0% DE CENIZA AGRICOLA	3	17,6667	2,53837	1,46553
MUESTRA + 20% DE CENIZA AGRICOLA	3	14,9400	2,43625	1,40657

#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
CBR CON ADICION DE 20% DE CENIZA AGRICOLA	Se asumen varianzas iguales	,057	,823	1,342	4	,251	2,72667	2,03131	-2,91315	8,36648
	No se asumen varianzas iguales			1,342	3,993	,251	2,72667	2,03131	-2,91690	8,37023

Se observa que estadísticamente no existen diferencias significativas entre las medias que se han analizado, así mismo se observa un margen de error ( $p =$  significancia bilateral) de **0.251 y 0.251** (ambos mayores a 0.05), concluyendo así que el tratamiento dado con el 20% de ceniza agrícola ha sido efectivo, por ende, acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

## V. DISCUSIÓN

De la presente investigación, con los resultados encontrados emitidos por laboratorio (granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR), se determinó el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo, de una carretera no pavimentada, Huamachuco.

Para lo cual se aplicó los porcentajes de 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio al realizar los ensayos de CBR en las 3 calicatas, teniendo un terreno tipo grava limosa con arena (GM) y una arena pobremente graduada con limo y grava (SP - SM) se obtiene un resultado favorable, adicionando el 6% de cloruro de sodio, obteniendo como valor de CBR 26.70% respecto al terreno natural cuyo valor es de 20.50%, esto coincide con Rivera, Aguirre, Mejía y Orobio (2020), el cual en su artículo nos muestra que el Cloruro de Sodio mejora las propiedades al aplicar en rangos de 2% a 10% respecto a la muestra. Esto discrepa con Cochachin (2017), en su trabajo de investigación donde muestra un suelo tipo arena limosa (SM), que al aplicar el 6% de cloruro de sodio obtiene un CBR desfavorable de 68.50 % respecto a su muestra patrón con un CBR de 96.80%.

Así también aplicando ceniza agrícola en proporciones de 10%, 15% y 20% respecto a la muestra patrón se obtiene un resultado que solo es favorable, adicionando el 10%, se obtiene como valor de CBR 15.95% respecto al terreno natural de 16.60%, esto coincide con Hoyle y Rodríguez (2019), en su trabajo de investigación nos muestra que la ceniza de las hojas de eucalipto al ser adicionado en 10% se obtiene una mejora de CBR de 11.20% con respecto a la muestra patrón que se obtuvo 8.80% de CBR, así mismo en nuestro estudio se obtuvo un CBR menor al adicionar el 15% de ceniza agrícola con CBR de 18.50% respecto al suelo en estudio teniendo un 20% de CBR, esto discrepa con Ipince (2020), en su trabajo de investigación al adicionar 15% de ceniza de tusa maíz, en un suelo tipo arcilloso limoso, donde sus resultados obtenidos fueron 22.40% de CBR, con respecto al suelo natural que se obtuvo el valor de CBR de 1.84%.

Según la mecánica de suelos se pudo encontrar la granulometría y los ensayos de límites de consistencia en la calicata "1" y "2" mediante la clasificación SUCS se determinó que nuestro de suelo encontrado es una grava limosa con arena (GM) y en la calicata "3" es una arena pobremente graduada con limo y grava (SP y SM) en tanto que para la clasificación AASHTO se refiere a suelo bueno en Calicatas "1" y "3" en el sub grupo (A-1-b-0) y en la calicata "2" en sub grupo (A-4-1). Estos resultados han sido obtenidos en nuestra investigación llegando a discrepar por Goñas y Saldaña (2020), en su artículo de investigación realizó los ensayos de granulometría donde obtuvo el tipo de suelo arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH) y arcilla inorgánica de plasticidad media a elevada (OH) según SUCS y clasificación AASHTO los sub grupos A-7-6(16) y A-7-5 (13) respectivamente y que sus resultados de CBR adicionado ceniza de carbón en este tipo de suelo logro un resultado favorable con el 25% de adición.

Los resultados que muestra nuestra investigación no presenta limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad por ser un terreno de grava limosa (GM) y arena mal graduada con arena limosa (SP – SM), esto discrepa con expuesto por Cajaleon y Mondragón (2018), en su investigación realizo los ensayos de límites de consistencia para un suelo arcilloso a nivel de subrasante obteniendo un límite liquido de 25%, limite plástico de 12%, índice de plasticidad 13% obtenido de su tipo de suelo que es una arcilla de baja plasticidad (CL).

Los resultados obtenidos en nuestra investigación de los ensayos de Proctor modificado de acuerdo a nuestro tipo de terreno como es una grava limosa (GM) y arena mal graduada con arena limosa (SP – SM) se encuentran entre 7.10% y 8.60%, según los parámetros de Categoría tenemos una Subrasante Muy Buena, esto se discrepa con lo expuesto por Quispe y Rodríguez (2020) que en su investigación teniendo un terreno tipo arenas limosas (SM) obtiene como resultado en Proctor modificado de 12.40%.

En cuanto a la composición del cloruro utilizado en nuestra investigación tiene un 99.50% de pureza, esto coincide por lo establecido por el Manual de transportes y comunicaciones (MTC – 2014), que define al cloruro de sodio como un estabilizante natural para su aplicación esta debe estar limpia de materia orgánica, aceite y

álcalis perjudiciales, donde nos muestra los límites la composición deben estar en rangos de 98.00% – 99.70% de cloruro de sodio y de 2.00% al 3.60% de humedad. Los resultados de la composición química obtenida por el análisis de fluorescencia de rayos x, realizada a la ceniza agrícola (hoja de eucalipto, panca de maíz y cascara de chocho) presenta en su composición química: Dióxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) con un 45.80%, Oxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) con un 15.21% y su pérdida por calcinación de 6.59%, esto se discrepa con lo manifestado por Díaz (2018), en su estudio de investigación en estabilización del suelo aplicando ceniza obtenida del residuo de la paja de trigo donde presenta alto contenido de sílice de 73,86% y 6.71% pérdida de calcinación, así mismo esto coincide con el ASTM C618 donde su clasificación es de clase C según sus parámetros de la tabla de características de la ceniza.

Los resultados que se obtuvieron de la estabilización de suelos aplicando la ceniza agrícola en proporciones de 10%, 15% y 20%. se obtuvo resultados desfavorables al adicionando 15% y 20% de ceniza agrícola ya que sus resultados se muestran por debajo del CBR obtenido del terreno natural esto difiere Chacón y De la cruz (2019), en su trabajo de Investigación tuvo como objetivo determinar la incorporación de ceniza volante a la subrasante en porcentajes de 5%, 10% y 15% en respecto de terreno natural, cuyo tipo de suelo es una arena mal graduada dando así resultados favorables con estas proporciones y donde el más significativo es de 15% pues logro un CBR de 40.88% respecto al terreno natural que obtuvo un 16.2 % de CBR en la muestra patrón, de igual modo coincide con Gallardo, Martínez y Muñoz (2020), en su artículo propone la metodología para la estabilización con materiales cementantes en 3 etapas, reconocimiento del sitio de muestreo, ensayos de laboratorio y análisis de resultados, concluyendo que la mejora de las características depende del tipo de suelo arcilloso con alta plasticidad (MH) definiendo así que debería añadir sustancias cementantes para la baja resistencia al corte.

Los valores para determinar la estabilización del suelo con cloruro de sodio se utilizaron en proporciones de 2%, 4% y 6% con respecto a la muestra patrón, al emplear el 6% se obtiene un CBR de 26.70% el cual es el más representativo, esto coincide por lo mencionado por Luna y Yzaguirre (2019), en su trabajo de

investigación realizar el mejoramiento de una red vecinal que permite determinar la influencia del cloruro de sodio el cual trabajo con proporciones de 5% y 7% en función a la muestra, obteniendo de esa manera un CBR de 16.06% con la adición del 5% de cloruro de Sodio a la muestra natural. Así mismo se discrepa con los resultados obtenidos en su trabajo de investigación con adición del 7% de cloruro de sodio que disminuye al 7.50% de CBR de la muestra de suelo natural.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye en nuestra investigación de acuerdo a nuestro objetivo general, que los resultados obtenidos para estabilizar nuestro suelo con cloruro de sodio son favorables adicionando el 6% y al adicionar ceniza agrícola en porcentaje de 10%, los resultados superan al CBR del suelo natural, en conclusión, nuestro tipo de suelo mejora sus propiedades mecánicas y físicas utilizando cloruro de sodio y ceniza agrícola en el suelo en carretera no pavimentada Huamachuco.
2. Los ensayos de análisis granulométrico realizados en laboratorio determinaron el tipo de suelo según el sistema AASHTO y la Clasificación SUCS, definiendo a nuestra carretera en estudio como un suelo de grava limosa con arena (GM) y arena pobremente graduada con limo y grava (SP-SM), teniendo en cuenta que nuestro suelo en estudio no presenta límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad, así también se obtiene un CBR de terreno natural de 20.50% como el más representativo.
3. En cuanto a la ficha técnica la composición del cloruro de sodio utilizado en nuestra investigación tiene un 99.50% de pureza y 1% de humedad. Así también a los insumos agrícolas por Análisis de muestra de fluorescencia de rayos x, encontrándose principalmente un alto contenido de dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) con un porcentaje de 45.80% considerándose favorable para mejorar el suelo. Así mismo los resultados del ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD), una emisión de quemado con un porcentaje de 0.26%, el Análisis Termo gravimétrico (ATG) nos indica un pico máximo de 522.5°C por un periodo de 2 horas entre 450 °C y 600°C.
4. Los valores adicionados de 2%, 4% y 6%, para estabilizar el suelo con cloruro de sodio en nuestro estudio, se obtiene resultado favorable al emplear el 6% donde su CBR es de 26.70% respecto al terreno natural.
5. Los valores que se obtuvieron de la estabilización de suelos aplicando la ceniza agrícola en proporciones de 10%,15% y 20%, el resultado más favorable fue al aplicar el 10% obteniendo un CBR de 15.95% respecto del terreno natural.

## VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones van dirigidas para los futuros investigadores, estudiantes de Ingeniería Civil, Ingenieros de carreras afines, autoridades de la provincia de Sánchez Carrión, departamento La Libertad:

En la presente investigación se utilizaron dosificaciones de cloruro de sodio que van desde un 2% hasta un 6%, en todas ellas se logró el aumento del CBR; para continuar la Investigación para estabilizar un suelo de grava limosa con arena (GM) y arena pobremente graduada con limo y grava (SP-SM) se recomienda adicionar porcentajes mayores al 6% de cloruro de sodio.

En esta investigación se utilizaron dosificaciones de Ceniza Agrícola que van desde un 15% y 20%, en todas ellas el CBR fue desfavorable con respecto al CBR del terreno natural; mientras que al 10% el resultado fue favorable, ya que es un suelo de grava limosa con arena (GM) y arena pobremente graduada con limo y grava (SP-SM) se recomienda adicionar porcentajes menores al 10% de ceniza agrícola.

Se recomienda a los futuros investigadores a utilizar ceniza agrícola en estabilización de acuerdo al tipo de suelo ya que en los antecedentes encontrados las cenizas funcionan mejor en un tipo de suelo que contiene arcillas, es por tal motivo que en nuestra investigación no se mostró resultados favorables porque nuestro tipo de suelo es de grava limosa con arena (GM) y arena pobremente graduada con limo y grava (SP-SM)

Se recomienda realizar más investigaciones sobre la utilización de nuevos residuos agrícolas mediante su ceniza y que se encuentran accesibles en la zona en estudio para estabilizar un suelo, de esta forma tener nuevas opciones de estabilización. así también considerar el cloruro de sodio para estabilizar un suelo, ya que cada terreno es diferente.

## REFERENCIAS

- MASSELLI, Gianina y DE PAIVA, Cassio (2018), en su artículo “Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia” Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v27n4/0718-3305-ingeniare-27-04-613.pdf>
- ZAMBRANO, María y TEJEDA, Eduardo (2019), en su artículo “Use of materials granular treaties with asphaltic emulsion for bases or subbases of flexible pavements”, Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1939/193961007002/html/index.html>
- GALLARDO, Romel, MARTÍNEZ, Ciro y MUÑOZ, Angie (2020), en su artículo de investigación “Caracterización de un suelo plástico para estabilización con cementantes” Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7381982>
- ODAR, Gabriela, CHÁVEZ, Diego y SILVERA, Manuel (2019), en su artículo “Método de estabilización con cal en subrasantes para pavimentos rígidos diseñados por AASHTO 93 en proyectos viales con presencia de bofedales” Disponible en: [http://www.laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full\\_papers/FP60.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP60.pdf)
- AYALA, Guillermo, ROSADIO, Aldo y DURÁN, Gary (2019), en su artículo “Study of the effect of the addition of ash from artisan brick kilns in the stabilization of clay soils for pavements” Disponible en : [http://www.laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full\\_papers/FP115.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP115.pdf)
- TIQUE, Julio; MORA, Rene; DIAZ, Sergio y MAGAÑA, Francisco (2019), en su artículo “Comparación Del Rendimiento De Dos Agentes Químicos En La Estabilización De Un Suelo Arcilloso” Disponible en: <https://www.espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/183>
- GOÑAS, Olger; SALDAÑA, Jhon (2020), en su artículo “Estabilización de suelos con ceniza de carbón para uso como subrasante mejorada” Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/589/724>

- HOYLE, Priscila y RODRÍGUEZ, Carlos (2019), en su trabajo de investigación “Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019” Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46335>
- COCHACHIN, Royal (2017), en su trabajo de investigación “Estabilización y durabilidad de sub base usando la cantera de Challhua con adición de cloruro de sodio en 2, 4 y 6% - Huaraz – 2017 ” Disponible en: [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5486/Tesis\\_57411.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5486/Tesis_57411.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- GUERRA, Kehila; MOSQUEIRA, Miguel (2020) en su artículo “Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages” Disponible en: [http://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/full\\_papers/FP541.pdf](http://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/full_papers/FP541.pdf)
- GÁLVEZ, Julio y APONTE, José (2019), en su artículo “Estudio experimental del comportamiento geotécnico de suelo arenoso mejorado con ceniza proveniente de la quema de madera y carbón de las ladrilleras artesanales” Disponible en: [http://www.laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full\\_papers/FP116.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP116.pdf)
- JAMES, Jijo (2018), en su artículo “Strength benefit of sawdust/wood ash amendment in cement stabilization of an expansive soil” Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfing/v28n50/0121-1129-rfing-28-50-00044.pdf>
- DIAZ, Bruno (2018), en su investigación “Estabilización de los suelos del caserío de Cascajal Izquierdo con fines de pavimentación, utilizando ceniza de paja de trigo – Distrito Chimbote, Ancash - 2018” Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23746>
- YADAV, Anjani; GAURAV, Kumar; KISHOR, Roop y SUMAN, S.K (2017), en su artículo “Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads” Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493?via%3Dihub>

- IPARRAGUIRRE, Harlyn y RODRÍGUEZ, Olmahan (2020), en su trabajo de investigación “Efecto del Cloruro de Sodio en el CBR de un suelo arcilloso en el caserío de Huangamarca, distrito de Otuzco” Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46491>
- GALLARDO, Romel; MARTÍNEZ, Ciro y MUÑOZ, Angie (2020), en su artículo “Characterization of a plastic floor for stabilization with cementing” Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7381982>
- MONTEJO, Ramal; RAYMUNDO, José y CHÁVEZ, Jhonatan (2020), en su artículo “Alternative Materials For Stabilizing Soils: The Use Of Rice Cascara De Rice On Low-Transit Roads Of Piura” Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1251/1082>
- RIVERA, Jhonathan; AGUIRRE, Ana; MEJÍA, Ruby y OROBIO, Armando (2020), en su artículo “Chemical stabilization of soils - conventional and alkali-activated” Disponible en: [http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/2530/3819](http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3819)
- SANDOVAL, Eimar y RIVERA, William (2019), en su artículo “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfina” Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v29n1/0124-8170-cein-29-01-135.pdf>
- CAJALEÓN, Omar y MONDRAGÓN, Darwin (2018), en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018” Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40609>
- LUNA, Very y YZAGUIRRE, Breiner (2019), en su trabajo de investigación “Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019” Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37519>

- RIVERA, J.F; OROBIO, A; MEJÍA DE GUTIÉRREZ, R y CRISTELO, N (2020), en su artículo “Clayey soil stabilization using alkali-activated cementitious materials” Disponible en: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2274/2997>
- BRAUER, Diego; GIUBERGIA, Andrea y GIL-COSTA, Verónica (2019), en su artículo “Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros” Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223558779003>
- QUISPE, Raúl y RODRÍGUEZ, Luis (2020), en su trabajo de investigación “Mejoramiento del suelo arenoso y limoso con Cloruro de Sodio y Cal para sub rasante con pruebas de CBR-Cusco 2020” Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63843>
- ECHE, Karen y PELÁEZ, Anderson (2019) en su tesis “Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019” Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35886>
- SALAZAR, Edgar (2016) en su tesis “Influencia Del Aditivo Cloruro De Sodio Como Estabilizante De La Subrasante De La Carretera Tramo Cruce El Porongo – Aeropuerto – Cajamarca” Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32518>
- CHACÓN, Miguel y DE LA CRUZ, Lesly (2020), en su trabajo de investigación “Incorporación de cenizas volantes en la subrasante para pavimento flexible Yaurilla - Los Aquijes – Ica, 2020” Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56144>
- QUIROZ, Dorcas (2019), en su trabajo de investigación “Aplicación de cenizas de carbón para mejorar la estabilidad de suelos arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019” Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56691>

- IPINCE, Héctor (2020), en su trabajo de investigación “Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019” Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48544>
- MALUQUIS, Adelino y ZEGARRA, Jean (2018), en su trabajo de investigación “Uso de las cenizas volantes de carbón para mejorar la subrasante en la Avenida San Josemaría Escrivá de Balaguer [Progresiva: 2+880 – 3+880], Piura Piura - Piura, 2018” Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36686>
- LUZÓN, Ángel y MOREIRA, Carlos (2018), en su artículo “Importancia de un estudio de suelo antes de construir una infraestructura” Disponible en: <https://www.researchgate.net/project/Importancia-de-un-estudio-de-suelo-antes-de-construir>
- MANUAL DE CARRETERAS DG 2018 (2018) Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO (2008) Disponible en: [http://www.carreteros.org/hispana/peru/11\\_peru.pdf](http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf)
- MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (2014) Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras O K.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos%20Manual%20de%20Carreteras%20O%20K.pdf)
- MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (2016) Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

LÓPEZ, José y ORTIZ, Grely (2018), en su tesis “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay” Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>

CUBAS, Kevin y FALEN CHÁVEZ, José (2016), en su tesis “Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas” Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/3134>

PÉREZ, Yenner (2017), en su tesis “Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (Eucaliptus Globulus)” Disponible en: [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7975/Tesis\\_57364.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7975/Tesis_57364.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

HURTADO, Edwin (2020), en su tesis “Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha - Andaymayo, Ancash 2020” disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59859>

TAPIA, Mario (2015), en su proyecto “Mujeres Andinas en Camino: Promoción del producto tarwi de la Provincia de Huaylas hacia el mercado nacional e internacional en el marco rural del desarrollo sostenible” Disponible en: <https://docplayer.es/33372914-El-tarwi-lupino-andino.html>

ANEXOS

**ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p style="text-align: center;"><b><u>Variable independiente:</u></b> Cloruro de sodio</p>	<p>El manual de ensayo de Materiales del MTC (2016), indica que el insumo conocido como cloruro de sodio. Es un estabilizante natural que tiene una composición de NaCl en 98% y un 2% restante compuestas por arcillas y limos (MTC, 2016, p.104). Es un producto iónico, por la composición de sus propiedades del Na<sup>+</sup> y del Cl<sup>-</sup> siendo estos elementos diferentes a sus átomos neutros. Encontrando sus propiedades físicas, color, punto de fusión, densidad y viscosidad. (Bolívar, 2020, p.1-4).</p>	<p>Realizaremos las pruebas de estabilización, empleando el cloruro de sodio en los siguientes porcentajes 2%, 4% y 6% de acuerdo al peso del suelo natural extraído como muestra.</p>	<p>La cantidad utilizada (%) de cloruro de sodio con respecto al peso de suelo natural extraído como muestra.</p>	<p>Muestra del suelo natural sin adición del cloruro de sodio 0%.</p>	Nominal
				<p>Muestra del suelo con adición del 2% del cloruro de sodio respecto a su peso</p>	
				<p>Muestra del suelo con adición del 4% del cloruro de sodio respecto a su peso</p>	
				<p>Muestra del suelo con adición del 6% del cloruro de sodio respecto a su peso</p>	

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p><b>Variable independiente:</b> Ceniza agrícola</p>	<p><b>CENIZA:</b> La descomposición que se produce a elevadas temperaturas de combustión de los residuos, a 1000°C, alcanzando así solo un 20% de su total, pero al exponerlas a 1500°C y 1700°C sus fases numerales logran fundirse por completo (NORMA UNE, 1988, p.57)</p>	<p>Para la estabilización del suelo emplearemos la ceniza agrícola en</p>	<p>La cantidad utilizada (%) de ceniza agrícola con respecto al peso de suelo natural extraído</p>	<p>Muestra del suelo natural sin adición de la ceniza agrícola</p>	<p>Nominal</p>
	<p><b>PANCA DE MAÍZ:</b> Se describe como los desechos de cultivo a tallos y hojas conocido también como rastrojo de maíz, dicha fibra es deficiente proteínas en proteínas 5.04%. (Hurtado, 2020, p.12)</p>	<p>los siguientes porcentajes 10%, 15% y 20% de</p>	<p>como muestra.</p>	<p>Muestra del suelo con adición del 10% de la ceniza agrícola respecto a su peso</p>	
	<p><b>HOJA DE EUCALIPTO:</b> La hoja de eucalipto tiene una forma ovalada de color verdosos y cuando maduran pierden vitalidad y llegan a medir hasta unos 30, cm de longitud (Pérez, 2017, p.12)</p>	<p>acuerdo al peso del suelo natural extraído</p>	<p>como muestra.</p>	<p>Muestra del suelo con adición del 15% de la ceniza agrícola respecto a su peso</p>	
	<p><b>CASCARA DE CHOCHO:</b> Planta nativa de la zona andina, cultivada a 2500 y 3800 m.s.n.m en climas templados y fríos. Destacándose por su resistencia a condiciones adversas, como plagas, enfermedades, sequías y heladas. (Tapia, 2015, p.13)</p>	<p>como muestra.</p>	<p>como muestra.</p>	<p>Muestra del suelo con adición del 20% de la ceniza agrícola respecto a su peso</p>	

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p><b><u>Variable dependiente:</u></b> estabilización del suelo de carretera no pavimentada</p>	<p>Se conoce como estabilización de suelos a la secuencia donde se trata de mejorar las características físico-químicas del suelo. La estabilización con aditivo que pueden ser químicos, naturales o sintéticos, consiste en realizar una clasificación de suelos, el diseño claramente depende del uso del suelo estabilizado teniendo en cuenta las características que se desea en el suelo estabilizado, condiciones que indiquen su importancia. (Bada, 2016, p.16)</p>	<p>Para este proceso se adicionará al suelo natural cloruro de sodio y la ceniza agrícola alterando así las propiedades del terreno.</p>	<p>1.Tipo de suelo: Índice plástico Limite liquido Limite plástico</p> <p>2.Densidad y contenido de Humedad</p> <p>3.Resistencia del suelo</p> <p>4. Cantidad de sales en el suelo</p>	<p>1.Analisis granulométrico</p> <p>2.Ensayo de Proctor Modificado</p> <p>3.Ensayo del CBR</p> <p>4.Ensayo de contenido de sales solubles y totales</p>	<p>Nominal</p>

**ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA:**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES , DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>V-DEPENDIENTE : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE UNA CARRETERA NO PAVIMENTADA</b>			<p><b>Tipo de investigación:</b> Nuestra investigación es de tipo aplicada y <b>Diseño de investigación:</b> Es de un diseño experimental puro, porque se realizará las pruebas con los diferentes insumos orgánicos, a continuación, describimos nuestro diseño de estudio : aplicando porcentajes de cloruro de sodio en 2%, 4% y 6% respecto a la muestra patrón , así mismo adicionando ceniza agrícola en porcentajes de 10%, 15% y 20% respecto a la muestra patrón.</p>
			<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
¿Qué efecto tiene el cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo de una carretera no pavimentada, Huamachuco?	Determinar el efecto del cloruro de sodio y ceniza agrícola en la estabilización del suelo, de una carretera no pavimentada, Huamachuco	La adición de cloruro de sodio y de ceniza agrícola influyen en la estabilización de la subrasante de una carretera no pavimentada, Huamachuco.	1.Tipo de suelo: Índice plástico Limite líquido Limite plástico	1.Analisis granulométrico	MTC E - 107 - (ASTM D422)	
			2.Densidad y contenido de Humedad	2.Ensayo de Proctor Modificado	MTC E - 115 (ASTM D1557)	
			3.Resistencia del suelo	3.Ensayo del CBR	MTC E - 132 (ASTM D1883)	
			4. Cantidad de sales en el suelo	4.Ensayo de contenido de sales solubles y totales	MTC E - 219	
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>		<b>V-INDEPENDIENTE : CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA</b>			
			<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
¿Cuál es el tipo de suelo a estabilizar?	Determinar el estudio de mecánica de suelos		Propiedades Físicas y Mecánicas del suelo	Análisis granulométrico, límites de consistencia y Proctor modificado y CBR	MTC E - 107 - (ASTM D422), MTC E - 115 (ASTM D1557), MTC E - 132 (ASTM D1883), MTC E - 219	
¿ Cual es la composición química de la ceniza agrícola y cloruro de sodio?	Determinar la composición química de la cloruro de sodio y ceniza agrícola		Contenido de sales y cantidad de Silice	Composicion química y ensayo de fluorescencia de rayos X	MTC - ASTM E2465-13	
¿Cuál es el porcentaje adecuado que se tiene que utilizar de cloruro de sodio para obtener una mejora de suelo en nivel de subrasante?	Determinar la estabilización del suelo de la carretera no pavimentada aplicando cloruro de sodio		La cantidad utilizada (%) de cloruro de sodio con respecto al peso de suelo natural extraído como muestra.	Muestra del suelo con adición de 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio respecto a su peso	Experimento utilizando los porcentajes de cloruro de sodio respecto volumen del suelo	
¿Cuál es el porcentaje adecuado que se tiene que utilizar de ceniza agrícola para obtener una mejora del suelo en nivel de subrasante?	Determinar la estabilización del suelo de la carretera no pavimentada aplicando ceniza agrícola		La cantidad utilizada (%) de ceniza agrícola con respecto al peso de suelo natural extraído como muestra.	Muestra del suelo con adición de 10%, 15% y 20% de la ceniza agrícola respecto a su peso	Experimento utilizando los porcentajes de ceniza agrícola respecto volumen del suelo	

## ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### FICHA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
ASTM D-422 / MTC E 107						
PROYECTO : _____ SOLICITANTE : _____ UBICACIÓN : _____ FECHA : _____						
DATOS DEL ENSAYO						
MUESTRA :	_____	CALICATA :	_____			
ESTRATO :	_____	PROFUNDIDAD :	_____ m	PESO LAVADO SECO :	_____	_____
PROGRESIVA :	_____	COORDENADA UTM :	_____	PESO LAVADO SECO :	_____	_____
Tamices	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					Límite Líquido (LL) :
2 1/2"	63.500					Límite Plástico (LP) :
2"	50.000					Índice Plástico (IP) :
1 1/2"	37.500					Clasificación SUCS :
1"	25.000					Clasificación AASHTO :
3/4"	19.000					Descripción :
1/2"	12.500					Observación AASTHO :
3/8"	9.525					Bolonería > 3" :
1/4"	6.350					Grava 3"-Nº4 :
Nº4	4.750					Arena Nº4 - Nº200 :
10	2.000					Finos < Nº200 :
20	0.850					
40	0.425					
60	0.250					
140	0.106					
200	0.075					
< 200						
Total						
						CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108
						Peso de tara (gr)
						Sh + Tara (gr)
						Se + Tara (gr)
						Peso Suelo Seco (gr)
						Peso del agua (gr)
						Contenido de Humedad (%)

CURVA GRANULOMÉTRICA	
100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	
100.000                      10.000                      1.000                      0.100                      0.010 ABERTURA (mm)	

\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

## FICHA DE LIMITES DE CONSISTENCIA

### LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 / MTC E 111

PROYECTO :  
 SOLICITANTE :  
 UBICACIÓN :  
 FECHA :

MUESTRA : | | CALICATA : | | PROGRESIVA : | | ---  
 ESTRATO : | | PROFUNDIDAD : | | COORDENADA UTM |

#### LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° de golpes				
Peso tara (gr)				
Peso tara + suelo húmedo (gr)				
Peso tara + suelo seco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso de suelo seco (gr)				
Humedad %	N.P.	N.P.	N.P.	

#### LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

Peso tara (gr)				
Peso tara + suelo húmedo (gr)				
Peso tara + suelo seco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso de suelo seco (gr)				
Humedad %	N.P.	N.P.		

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

# FICHA DE PROCTOR MODIFICADO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO :  
 SOLICITANTE :  
 UBICACIÓN :  
 FECHA :

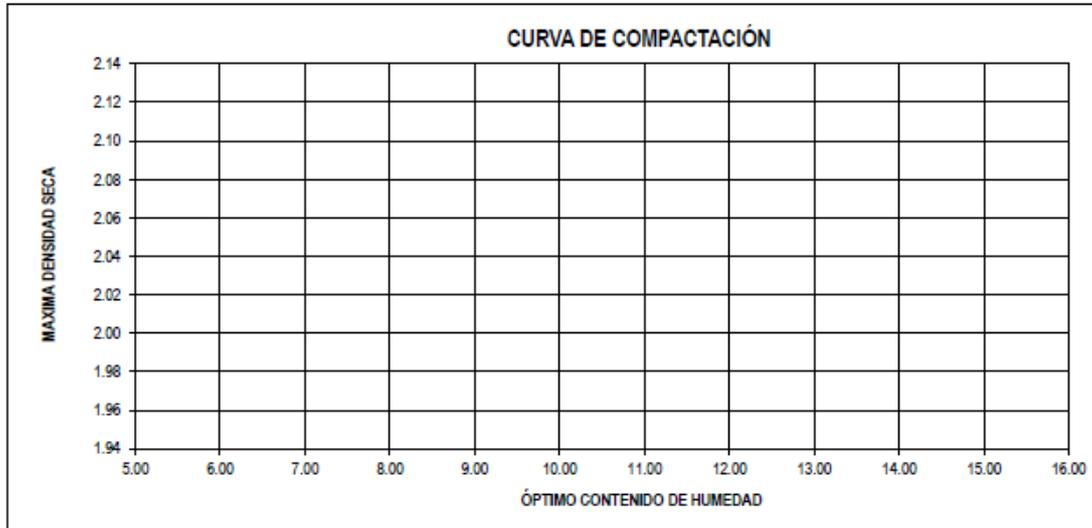
CALIGATA :

ESTRATO :

ADICIÓN :

Molde Nº	
Peso del Molde gr.	
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	
Nº de Capas	
Nº de Golpes por capa	

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)						
Peso de Molde (gr.)						
Peso de suelo húmedo (gr.)						
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )						
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)						
Peso de Agua (gr)						
Peso de Cápsula (gr.)						
Peso de Suelo Seco (gr.)						
% de Humedad						
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )						



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	
Óptimo Contenido de Humedad (%)	

# FICHA DE ENSAYO DE CBR

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : 0  
 SOLICITANTE : 0  
 UBICACIÓN : 0  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICION : 0

CALICATA : 0      ESTRATO : 0

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)						
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)						
Peso de Molde (gr.)						
Peso del suelo Húmedo (gr.)						
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )						
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )						
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )						
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)						
Peso de Agua (gr.)						
Peso de Cápsula (gr.)						
Peso de Suelo Seco (gr.)						
% de Humedad						
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )						

#### ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRO					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000						
0.63	0.025						
1.27	0.050						
1.90	0.075						
2.54	0.100						
3.81	0.150						
5.08	0.200						
7.62	0.300						
10.16	0.400						
12.70	0.500						



## FICHA DE ENSAYO DE SALES SOLUBLES

### ENSAYO SOLUBLES NTP 339.152

OBRA :  
SOLICITANTE :  
UBICACIÓN :  
EMISIÓN DE INFORME :

CALICATA : \_\_\_\_\_  
ESTRATO : \_\_\_\_\_

### ENSAYO SOLUBLES NTP 339.152 / BS 1377

DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2
Relación de mezcla suelo - agua destilada	1:3	1:3
Número de Beaker	1	4
Peso de Beaker (gr.)		
Peso del Beaker + Residuos de sales (gr.)		
Peso del residuo de sales (gr.)		
Volumen de solución tomada (ml)		
Constituyentes de sales solubles en licuota (p.p.m.)		
Constituyentes de sales solubles en muestra (p.p.m.)		
Constituyentes de S.S. en peso seco (%)		

Observaciones : Las muestras fueron entregadas por el solicitante

.....

.....

## ANEXO 4: MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Efecto del Cloruro de Sodio y Ceniza Agrícola en la Estabilización del Suelo, en Carretera No Pavimentada, Huamachuco.
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño de Infraestructura Vial
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Carlos Javier Ramírez Muñoz
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Estabilización de Suelos

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**

-----  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**Fuente:** Elaboración propia

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

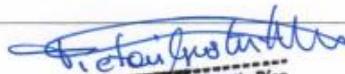
<b>Título de la investigación:</b>	Efecto del Cloruro de Sodio y Ceniza Agrícola en la Estabilización del Suelo, en Carretera No Pavimentada, Huamachuco.
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño de Infraestructura Vial
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Estabilización de Suelos

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

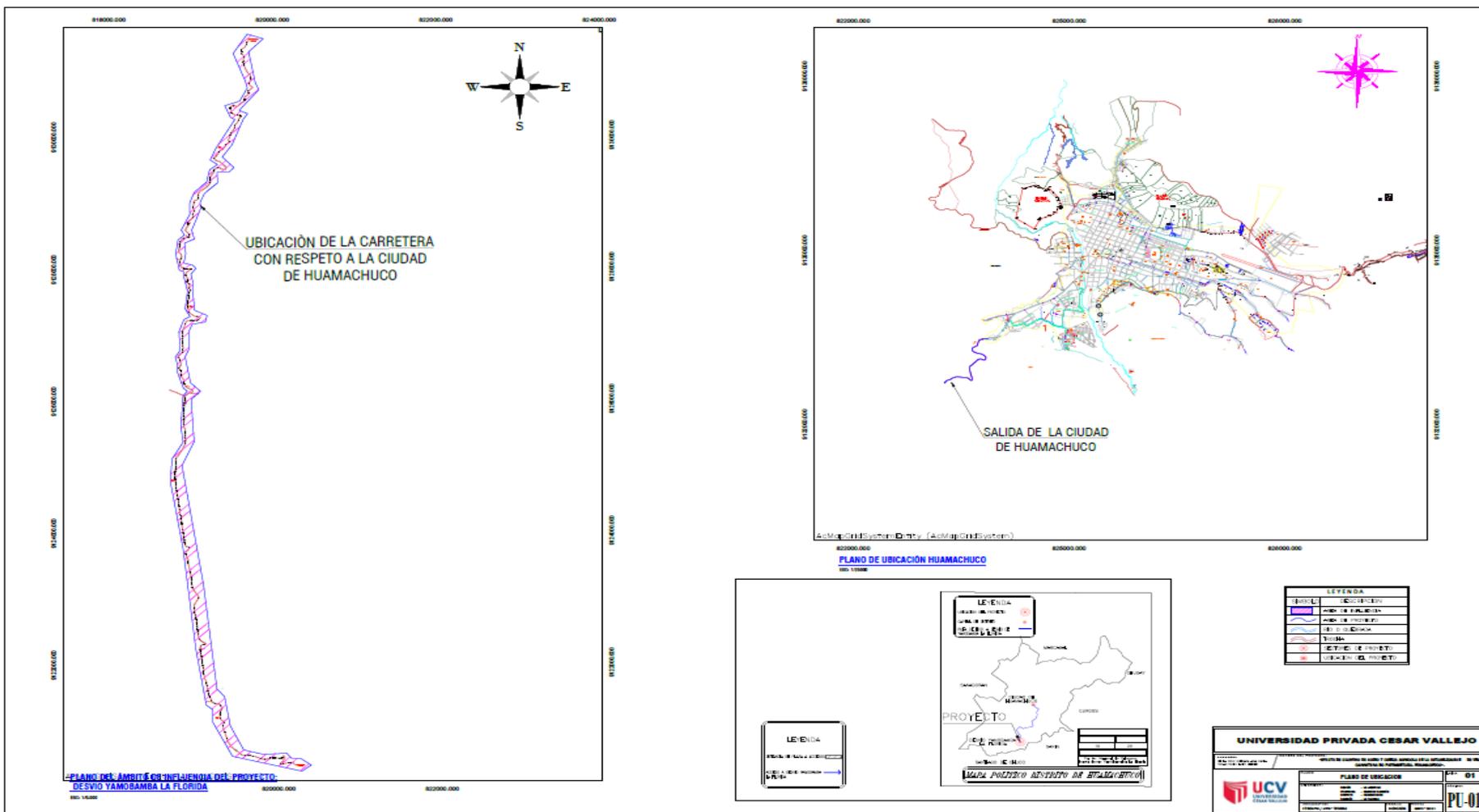
**Sugerencias:**

**Firma del experto:**

  
 Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 140573

**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO 5: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN CARRETERA EN ESTUDIO



## ANEXO 6: FICHA RESUMEN DE ESTUDIO DE TRAFICO - IMDA

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																							
Carretera		EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRICOLA EN LA ESTABILIZACION DE UNA CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO																					
Tramo																Ubicacion		DESVO YAMOBAMBA - LA FLORIDA					
Cod Estación		E - 1														Sentido		TOTAL					
Estación		KM - 4														Dia		Del 10/05/2021 AL 16/05/2021					
DIA	AUTO	STATION				MICRO	BUS		CAMION			SEMTRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %		
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
SÁBADO	11	5	9	0	2	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	28.32		
DOMINGO	5	2	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12.39		
LUNES	6	1	1	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	13.27		
MARTES	7	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11.50		
MIÉRCOLES	7	2	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14.16		
JUEVES	6	2	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10.62		
VIERNES	6	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	9.73		
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>113</b>	<b>100.00</b>		
IMD	7	3	2	0	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17			
%	41.18	17.65	11.76	0.00	5.88	0.00	0.00	0.00	17.65	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS																	

### TRAFICO VEHICULAR IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR

(Veh/dia)

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	7	41.2%
Satation Wagon	3	17.7%
Camioneta Pick Up	2	11.8%
Camioneta Panel	0	0.0%
COMBI RURAL	1	5.9%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	3	17.6%
Camión 3E	1	5.9%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>17</b>	<b>100.0%</b>

# ANEXO 7: FICHA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – CALICATA 1



RUC: 20606092297

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / MTC E 107						
PROYECTO :	"EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"					
SOLICITANTE :	DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLER DEYNER					
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - LA LIBERTAD					
FECHA :	MAYO DEL 2021					
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>						
MUESTRA :	C-HUAMACHUCO	CALICATA :	C-01			
ESTRATO :	E-01	PROFUNDIDAD :	0.80 - 1.50 m	PESO LAVADO SECO :	1100.00 gr	
PROGRESIVA :	---	COORDENADA UTM :		PESO LAVADO SECO :	867.54 gr	
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : N.P.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : N.P.
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : N.P.
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : GM
1"	25.000	192.17	17.47	17.47	82.53	Clasificación AASHTO : A-1-b (0)
3/4"	19.000	128.26	11.66	29.13	70.87	Descripción : GRAVA LIMOSA CON ARENA
1/2"	12.500	50.27	4.57	33.70	66.30	Observación AASTHO : BUENO
3/8"	9.525	46.98	4.27	37.97	62.03	Bolonería > 3" : ---
1/4"	6.350	0.00	0.00	37.97	62.03	Grava 3"-N°4 : 46.05%
No4	4.750	88.90	8.08	46.05	53.95	Arena N°4 - N°200 : 32.81%
10	2.000	73.61	6.89	52.74	47.26	Finos < N°200 : 21.13%
20	0.850	50.49	4.59	57.33	42.67	
40	0.425	38.96	3.54	60.88	39.12	
60	0.250	62.08	5.64	66.52	33.48	
140	0.106	104.65	9.51	76.03	23.97	
200	0.075	31.17	2.83	78.87	21.13	
< 200		0.17	0.02	78.88	21.12	
Total		867.71	78.9			
						<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108</b>
				Peso de tara	(gr)	133.10 / 105.10
				Sh + Tara	(gr)	2091.20 / 1812.60
				Ss + Tara	(gr)	1954.80 / 1682.40
				Peso Suelo Seco	(gr)	1821.70 / 1577.30
				Peso del agua	(gr)	136.40 / 130.20
						Contenido de Humedad (%) : 7.87

### CURVA GRANULOMÉTRICA

\*\*\* Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*CA*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 8: FICHA DE LIMITES DE CONSISTENCIA – CALICATA 1



RUC: 20606092297

LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 / MTC E 111					
<b>PROYECTO :</b> "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO" <b>SOLICITANTE :</b> DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLER DEYNER <b>UBICACIÓN :</b> HUAMACHUCO - LA LIBERTAD <b>FECHA :</b> MAYO DEL 2021					
<b>MUESTRA :</b>	C-HUAMACHUCO	<b>CALICATA :</b>	C - 01	<b>PROGRESIVA :</b>	---
<b>ESTRATO :</b>	E - 01	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.80 - 1.50	<b>COORDENADA UTM</b>	
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)					
N° de golpes		0	0	0	
Peso tara (gr)		0	0	0	
Peso tara + suelo húmedo (gr)		0	0	0	
Peso tara + suelo seco (gr)		0	0	0	
Peso del agua (gr)		0.00	0.00	0.00	
Peso de suelo seco (gr)		0.00	0.00	0.00	
Humedad %		N.P.	N.P.	N.P.	
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)					
Peso tara (gr)		0	0		
Peso tara + suelo húmedo (gr)		0	0		
Peso tara + suelo seco (gr)		0	0		
Peso del agua (gr)		0.00	0.00		
Peso de suelo seco (gr)		0.00	0.00		
Humedad %		N.P.	N.P.		
DIAGRAMA DE FLUIDEZ					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.				
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.				

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*D. Stefan Bustillo*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 9: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

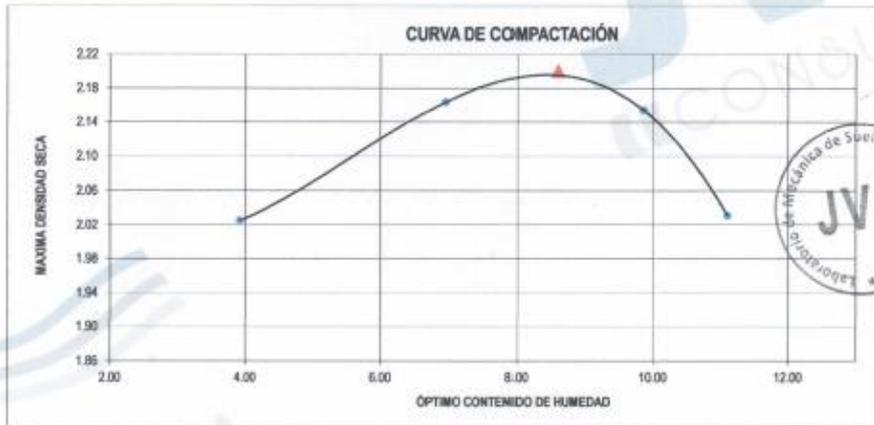
PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA : C - 1

ESTRATO : E - 1

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2114.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11187.00	11631.00	11741.00	11509.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4449.00	4893.00	5003.00	4771.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.18	2.31	2.37	2.26		
CAPSULA N°	I-81	I-82	I-83	I-84	I-85	I-86
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2876.20	2667.90	2769.10	2876.40		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2770.50	2686.20	2527.30	2596.70		
Peso de Agua (gr)	105.70	181.70	241.80	279.70		
Peso de Cápsula (gr.)	75.90	77.30	73.10	77.00		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2694.60	2608.90	2452.20	2519.70		
% de Humedad	3.92	6.96	9.86	11.10		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.16	2.15	2.03		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.200
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.50

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 10: FICHA DE ENSAYO DE CBR – CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : 'EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO'  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11920	11980	11790	11940	12040	12620
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	8506	8506
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4660	4700	4514	4694	4335	4115
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.21	2.12	2.16	2.04	1.95
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2884.70	2734.60	2789.60	2793.40	2639.70	2641.20
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2471.11	2489.88	2646.43	2668.73	2330.12	2362.85
Peso de Agua (gr.)	213.09	284.62	229.07	284.67	206.58	208.35
Peso de Cápsula (gr.)	196.60	197.20	12.60	11.90	11.70	12.20
Peso de Suelo Seco (gr.)	2305.51	2362.68	2527.95	2496.83	2310.42	2370.65
% de Humedad	9.25	11.20	9.08	11.40	8.91	10.90
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.010	1.987	1.846	1.939	1.872	1.745

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs									
48 hrs				NO SE REGISTRÓ					
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3, 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	8.0	0.00	8.0	0.0	8.0	0.0
0.63	0.023	86.0	4.44	67.0	3.5	43.5	2.6
1.27	0.050	163.0	8.37	142.5	7.4	104.0	6.4
1.90	0.075	267.0	13.80	233.5	13.1	182.0	11.3
2.54	0.100	366.0	18.91	304.0	15.7	250.0	15.5
3.81	0.150	478.5	24.73	391.0	20.2	313.0	19.4
5.08	0.200	612.5	31.65	518.5	26.8	426.0	26.3
7.62	0.300	815.4	42.24	686.5	35.3	536.5	32.9
10.16	0.400	917.0	47.39	818.5	42.3	648.5	35.5
12.70	0.500	971.0	50.18	978.5	50.6	782.0	40.4

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

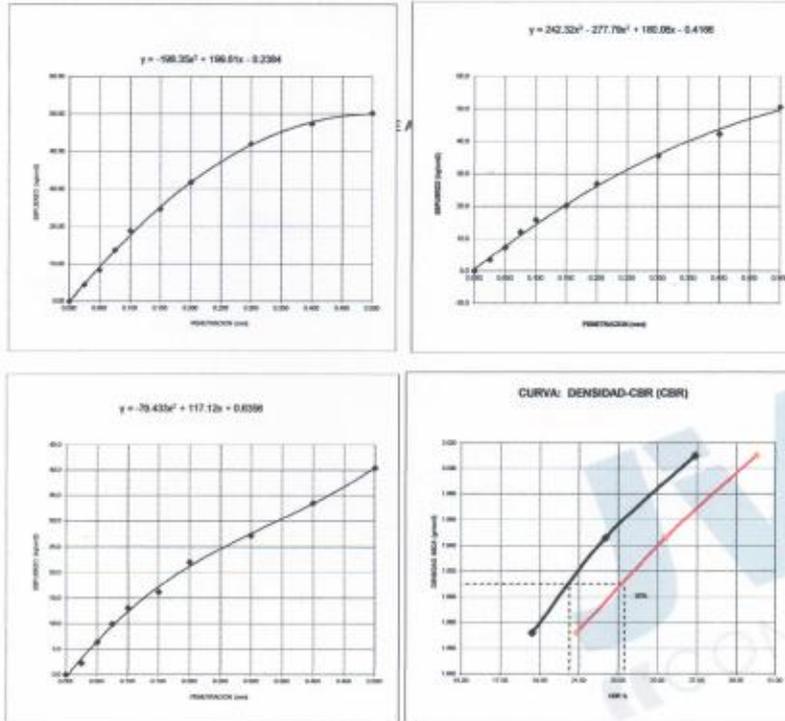
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 11: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – CALICATA 1



RUC: 20606092297

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pu/g)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	18.9	70.35	26.89	2.010
2	0.1	15.7	70.35	22.33	1.946
3	0.1	13.1	70.35	18.58	1.872

MOLDE Nº	PENETRACION (pu/g)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	31.7	105.46	30.01	2.010
2	0.2	26.8	105.46	25.41	1.946
3	0.2	22.0	105.46	20.88	1.872

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.29
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %	2.09
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.80
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 26.89% 0.2" 30.01%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 20.50% 0.2" 23.30%

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

## ANEXO 12: FICHA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – CALICATA 2



RUC: 20606092297

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / MTC E 107						
PROYECTO :	"EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"					
SOLICITANTE :	DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER					
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - LA LIBERTAD					
FECHA :	MAYO DEL 2021					
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>						
MUESTRA :	C - HUAMACHUCO	CALICATA :	C - 02			
ESTRATO :	E - 01	PROFUNDIDAD :	0.80 - 1.50 m	PESO LAVADO SECO :	1500.10 gr	
PROGRESIVA :	—	COORDENADA UTM :		PESO LAVADO SECO :	903.34 gr	
<b>Tamices</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso</b>	<b>%Retenido</b>	<b>%Retenido</b>	<b>% que</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>
ASTM	en mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Limite Líquido (LL) : N.P.
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plástico (LP) : N.P.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : N.P.
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : GM
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación AASHTO : A-4 (1)
1"	25.000	207.67	13.84	13.84	86.16	Descripción : GRAVA LIMOSA CON ARENA
3/4"	19.000	81.88	5.46	19.30	80.70	Observación AASTHO : REGULAR-MALO
1/2"	12.500	93.72	6.25	25.55	74.45	Retención > 3"
3/8"	9.525	48.48	3.23	28.78	71.22	Grava 3"-N"4 : 34.72%
1/4"	6.350	0.00	0.00	28.78	71.22	Arena N"4 - N"200 : 25.50%
No4	4.750	89.08	5.94	34.72	65.28	Finos < N"200 : 39.78%
10	2.000	83.59	5.57	40.29	59.71	
20	0.850	56.94	3.80	44.09	55.91	
40	0.425	47.44	3.16	47.25	52.75	
60	0.250	66.37	4.42	51.67	48.33	
140	0.106	111.00	7.40	59.07	40.93	
200	0.075	17.17	1.14	60.22	39.78	
< 200		0.15	0.01	60.23	39.77	
Total		903.49	60.2			
						<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108</b>
				Peso de tara	(gr)	114.30    115.20
				Sh + Tara	(gr)	1848.80    1923.70
				Se + Tara	(gr)	1725.50    1802.40
				Peso Suelo Seco	(gr)	1611.20    1687.20
				Peso del agua	(gr)	123.30    121.30
				Contenido de Humedad (%)		7.42

### CURVA GRANULOMÉTRICA

\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria y Los Angeles Agredín Díaz*  
 Ing. Victoria y Los Angeles Agredín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Nuñez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

## ANEXO 13: FICHA DE LIMITES DE CONSISTENCIA – CALICATA 2



RUC: 20606092297

LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 / MTC E 111												
PROYECTO :	"EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"											
SOLICITANTE :	DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER											
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - LA LIBERTAD											
FECHA :	MAYO DEL 2021											
MUESTRA :	C - HUAMACHUCO	CALICATA :	C - 02	PROGRESIVA :	---							
ESTRATO :	E - 01	PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50	COORDENADA UTM								
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)												
N° de golpes		0	0	0								
Peso tara (gr)		0	0	0								
Peso tara + suelo húmedo (gr)		0	0	0								
Peso tara + suelo seco (gr)		0	0	0								
Peso del agua (gr)		0.00	0.00	0.00								
Peso de suelo seco (gr)		0.00	0.00	0.00								
Humedad %		N.P.	N.P.	N.P.								
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)												
Peso tara (gr)		0	0									
Peso tara + suelo húmedo (gr)		0	0									
Peso tara + suelo seco (gr)		0	0									
Peso del agua (gr)		0.00	0.00									
Peso de suelo seco (gr)		0.00	0.00									
Humedad %		N.P.	N.P.									
DIAGRAMA DE FLUIDEZ												
HUMEDAD (%)												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO</td> <td style="text-align: center;">N.P.</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO</td> <td style="text-align: center;">N.P.</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</td> <td style="text-align: center;">N.P.</td> </tr> </tbody> </table>				CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		LÍMITE LÍQUIDO	N.P.	LÍMITE PLÁSTICO	N.P.	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA												
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.											
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.											
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.											

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

## ANEXO 14: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – CALICATA 2



RUC: 20606092297

---

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

---

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

---

PROYECTO :	"EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"
SOLICITANTE :	DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLER DEYNER
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2021

CALICATA :	C - 2				
ESTRATO :	E - 1				

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11627.00	11382.00	11496.00	11252.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4889.00	4644.00	4752.00	4514.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.98	2.20	2.25	2.14		
CAPSULA Nº	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2875.90	2867.80	27970.00	2876.10		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2774.72	2703.75	2541.68	2602.89		
Peso de Agua (gr.)	101.18	163.85	25428.32	273.25		
Peso de Cápsula (gr.)	75.90	77.30	75.10	77.00		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2698.82	2626.45	2466.58	2525.89		
% de Humedad	3.75	6.24	1036.91	93.82		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.91	2.07	0.26	1.93		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.095
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.70

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 15: FICHA DE ENSAYO DE CBR – CALICATA 2



RUC: 20606092297

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION N.T.P. 339.145 / ASTM D-1683

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRICOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUMACHUO"  
SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARIA - ROSAS RUBIO ELDER DEYNER  
UBICACIÓN : HUMACHUO - LA LIBERTAD  
FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11920	11960	11790	11840	12840	12820
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	8606	8606
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4660	4700	4514	4594	4235	4215
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1065	1065	1065	1065	1065	1065
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.21	2.12	2.16	2.04	1.93
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2687.30	2710.40	2752.10	2764.90	2546.90	2631.70
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2420.80	2479.28	2561.58	2508.73	2366.13	2386.27
Peso de Agua (gr.)	176.50	232.12	200.52	256.07	191.77	245.43
Peso de Cápsula (gr.)	195.60	187.26	12.90	11.90	11.70	12.20
Peso de Suelo Seco (gr.)	2315.20	2371.08	2539.08	2496.83	2343.43	2376.07
% de Humedad	7.62	9.79	7.90	10.26	8.18	10.25
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.036	2.013	1.967	1.899	1.884	1.756

#### ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs									
48 hrs				NO SE REGISTRÓ					
72 hrs									
96 hrs									

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	70.5	3.64	65.0	2.8	35.0	1.8
1.27	0.050	132.8	6.86	117.0	6.0	101.0	5.2
1.90	0.075	218.0	11.27	191.0	9.9	157.0	8.1
2.54	0.100	300.0	15.50	249.0	12.9	207.0	10.7
3.81	0.150	392.0	20.26	306.0	16.5	257.0	13.3
5.08	0.200	502.0	25.94	435.0	22.0	349.0	18.0
7.62	0.300	666.0	34.53	563.0	29.1	431.0	23.3
10.16	0.400	782.0	38.85	671.0	34.7	531.0	27.4
12.70	0.500	796.0	41.14	803.0	41.4	641.0	33.1



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140674

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

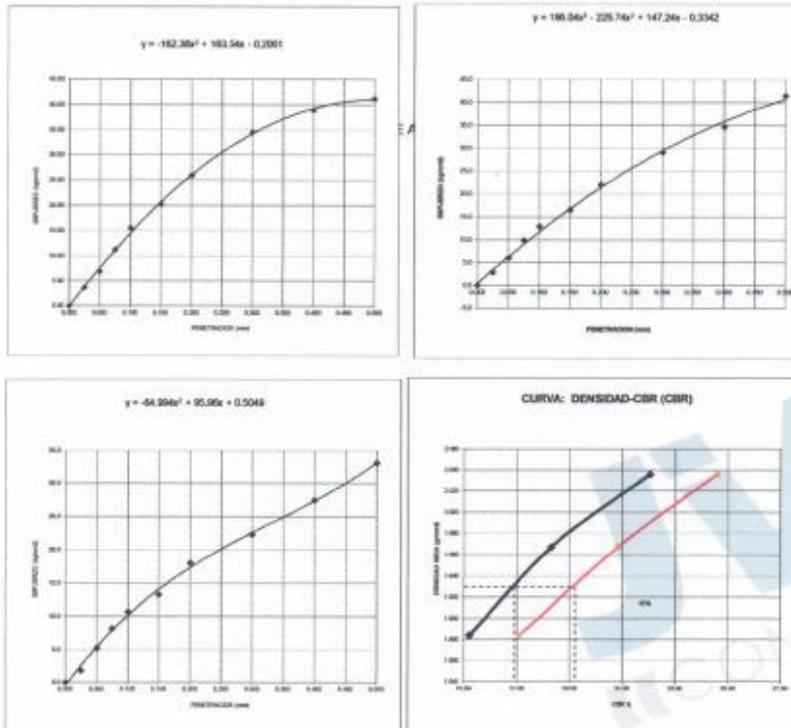
# ANEXO 16: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – CALICATA 2



**JVC**  
CONSULTORIA GEOTECNIA

RUC: 20606092297

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	15.5	70.35	22.04	2.036
2	0.1	12.9	70.35	18.29	1.967
3	0.1	10.7	70.35	15.21	1.884

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	25.9	105.45	24.60	2.036
2	0.2	22.0	105.45	20.83	1.967
3	0.2	18.0	105.45	17.10	1.884

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.10			
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %	1.99			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.70			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	22.04%	0.2"	24.60%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	16.90%	0.2"	19.20%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 17: FICHA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – CALICATA 3



RUC: 20606092297

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / MTC E 107						
PROYECTO :	"EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y GENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"					
SOLICITANTE :	DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER					
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - LA LIBERTAD					
FECHA :	MAYO DEL 2021					
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>						
MUESTRA :	C - HUAMACHUCO	CALICATA :	C - 03			
ESTRATO :	E - 01	PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.00 m	PESO LAVADO SECO :	1200.00 gr	
PROGRESIVA :	—	COORDENADA UTM :		PESO LAVADO SECO :	1078.70 gr	
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Líquido (LL) : N.P.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plástico (LP) : N.P.
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice Plástico (IP) : N.P.
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : GP-SM
1"	25.000	131.60	10.97	10.97	89.03	Clasificación AASHTO : A-1-b (2)
3/4"	19.000	80.00	6.67	17.63	82.37	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO Y GRAVA
1/2"	12.500	105.50	8.79	26.43	73.58	Observación AASTHO : BUENO
3/8"	9.525	66.60	5.55	31.98	68.03	Botonera > 3"
1/4"	6.350	0.00	0.00	31.98	68.03	Grava 3"-N"4 : 43.24%
No4	4.750	135.20	11.27	43.24	56.76	Arena N"4 - N"200 : 46.65%
10	2.000	124.10	10.34	53.58	46.42	Finos < N"200 : 10.11%
20	0.850	86.90	7.24	60.83	39.18	
40	0.425	72.20	6.02	66.84	33.16	
60	0.250	104.40	8.70	75.54	24.46	
140	0.106	145.70	12.14	87.68	12.32	
200	0.075	26.50	2.21	89.89	10.11	
< 200		0.40	0.03	89.93	10.08	
Total		1079.10	89.9			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108</b>						
Peso de tara	(gr)	111.00	104.30			
Sh + Tara	(gr)	2407.70	2247.60			
Ss + Tara	(gr)	2277.60	2126.50			
Peso Suelo Seco	(gr)	2166.60	2022.20			
Peso del agua	(gr)	130.15	121.10			
Contenido de Humedad (%)				6.00		



\*\*\* Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 18: FICHA DE LIMITES DE CONSISTENCIA – CALICATA 3



RUC: 20606092297

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E 110 / MTC E 111**

<b>PROYECTO</b>	: "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"		
<b>SOLICITANTE</b>	: DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER		
<b>UBICACIÓN</b>	: HUAMACHUCO - LA LIBERTAD		
<b>FECHA</b>	: MAYO DEL 2021		

<b>MUESTRA</b>	: C - HUAMACHUCO	<b>CALICATA</b>	: C - 03	<b>PROGRESIVA</b>	: ---
<b>ESTRATO</b>	: E - 01	<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.80 - 1.50	<b>COORDENADA UTM</b>	

**LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)**

N° de golpes	0	0	0
Peso tara (gr)	0	0	0
Peso tara + suelo húmedo (gr)	0	0	0
Peso tara + suelo seco (gr)	0	0	0
Peso del agua (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de suelo seco (gr)	0.00	0.00	0.00
Humedad %	N.P.	N.P.	N.P.

**LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)**

Peso tara (gr)	0	0
Peso tara + suelo húmedo (gr)	0	0
Peso tara + suelo seco (gr)	0	0
Peso del agua (gr)	0.00	0.00
Peso de suelo seco (gr)	0.00	0.00
Humedad %	N.P.	N.P.

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 19: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – CALICATA 3



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO 0  
ASTM D-1557

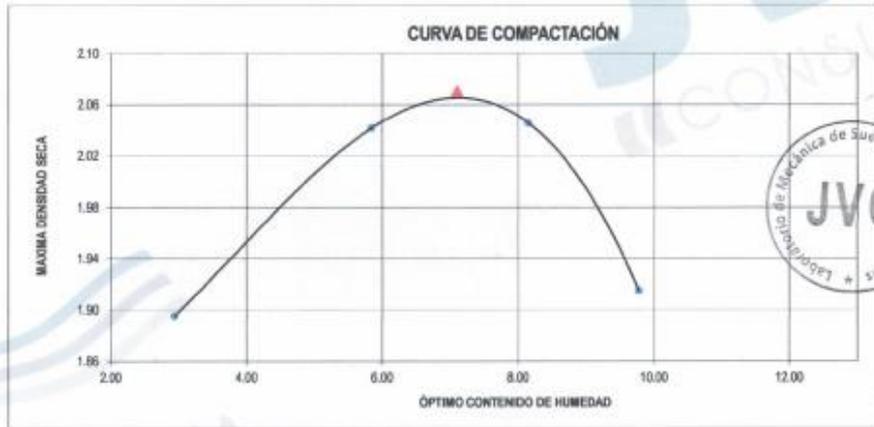
PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA : C-3

ESTRATO : E-1

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10862.00	11306.00	11415.00	11182.00	11182.00	11182.00
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4124.00	4568.00	4677.00	4444.00	4444.00	4444.00
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	2.16	2.21	2.10	2.10	2.10
CAPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2871.40	2952.80	2759.40	2946.30	2946.30	2946.30
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2791.55	2700.10	2657.11	2596.50	2596.50	2596.50
Peso de Agua (gr.)	79.85	153.70	202.29	246.71	246.71	246.71
Peso de Cápsula (gr.)	75.90	77.30	75.10	77.00	77.00	77.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	2715.65	2623.80	2482.01	2522.59	2522.59	2522.59
% de Humedad	2.94	5.84	8.15	9.76	9.76	9.76
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.90	2.04	2.05	1.91	1.91	1.91



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.070
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.10

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

## ANEXO 20: FICHA DE ENSAYO DE CBR – CALICATA 3



RUC: 20606092297

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

#### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

**PROYECTO :** EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUGO  
**SOLICITANTE :** DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ELDER DEYNER  
**UBICACIÓN :** HUAMACHUGO - LA LIBERTAD  
**FECHA :** MAYO DEL 2021

CALICATA : C-3      EXTRATO : E-1

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	11925	11960	11760	11646	12640	12620
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	8606	8606
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4660	4700	4514	4394	4335	4115
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.21	2.12	2.16	2.04	1.93
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2694.70	2734.50	2709.50	2793.40	2536.70	2641.20
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2471.11	2469.88	2546.43	2606.73	2330.12	2382.85
Peso de Agua (gr)	213.59	264.62	229.07	284.67	206.58	258.35
Peso de Cápsula (gr.)	166.60	167.20	12.50	11.90	11.70	12.20
Peso de Suelo Seco (gr.)	2305.51	2302.68	2527.93	2495.83	2318.42	2370.65
% de Humedad	9.33	11.20	9.06	11.40	8.91	10.90
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.019	1.987	1.946	1.839	1.872	1.745

#### ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs									
48 hrs				NO SE REGISTRÓ					
72 hrs									
96 hrs									

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	8.0	0.00	9.0	0.0	8.0	0.0
0.63	0.025	65.0	2.36	51.0	2.0	33.0	1.7
1.27	0.050	123.0	6.36	188.0	5.6	94.0	4.9
1.90	0.075	263.0	10.49	177.0	9.1	146.0	7.5
2.54	0.100	278.0	14.37	231.0	11.9	192.0	9.9
3.81	0.150	363.0	18.76	297.0	15.3	238.0	12.3
5.08	0.200	465.0	24.03	394.0	20.4	324.0	16.7
7.62	0.300	626.0	32.04	511.0	26.9	499.0	23.7
10.16	0.400	877.0	39.02	632.0	32.7	692.0	25.5
12.70	0.500	118.0	38.14	743.0	38.4	594.0	31.7

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
  
**Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz**  
 GERENTE GENERAL



**Carlos Javier Ramirez Muñoz**  
 Ingeniero Civil  
 OIP 140574

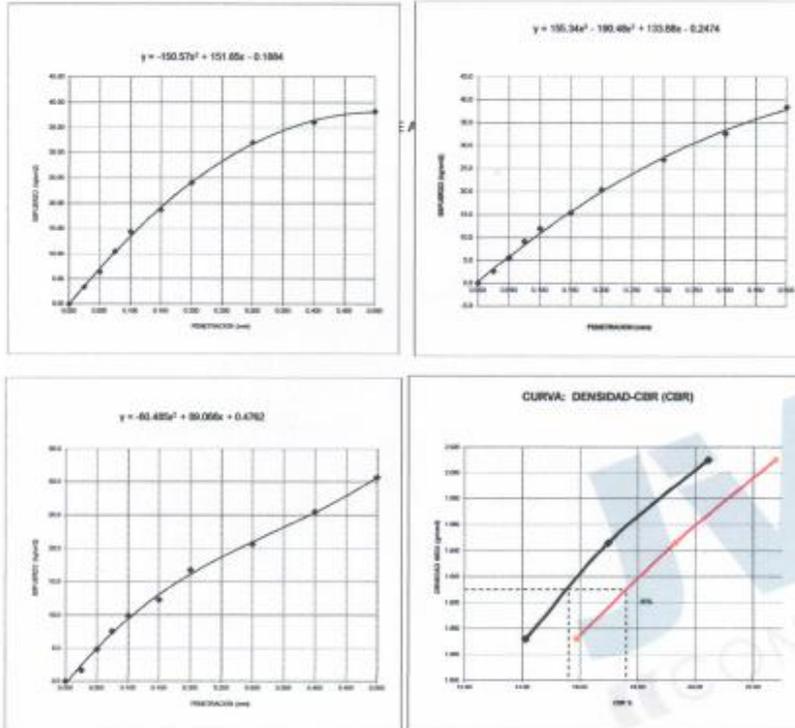
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 21: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – CALICATA 3



RUC: 20606092297

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	14.4	70.35	20.42	2.010
2	0.1	11.9	70.35	16.97	1.946
3	0.1	9.9	70.35	14.10	1.872

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	24.0	105.46	22.79	2.010
2	0.2	20.4	105.46	19.31	1.946
3	0.2	16.7	105.46	15.88	1.872

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	2.07			
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	1.97			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.10			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	20.42%	0.2"	22.79%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	15.60%	0.2"	17.60%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



**ANEXO 23: FICHA DE ENSAYO DE SALES SOLUBLES - CALICATA 2**



RUC: 20606092297

ENSAYO SOLUBLES NTP 339.152		
OBRA	"EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"	
SOLICITANTE	: DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER	
UBICACIÓN	: HUAMACHUCO - LA LIBERTAD	
EMISIÓN DE INFORME	: MAYO DEL 2021	
CALICATA	: C - 2	
ESTRATO	: E - 1	
ENSAYO SOLUBLES NTP 339.152 / BS 1377		
DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2
Relación de mezcla suelo - agua destilada	1:3	1:3
Número de Beaker	1	4
Peso de Beaker (gr.)	106.342	106.417
Peso del Beaker + Residuo de sales (gr.)	106.483	106.568
Peso del residuo de sales (gr.)	0.141	0.151
Volumen de solución tomada (ml)	50	50
Constituyentes de sales solubles en licueta (p.p.m.)	2020	3020
Constituyentes de sales solubles en muestra (p.p.m.)	8460	9060
Constituyentes de S.S. en peso seco (%)	0.846	0.906
Observaciones :	Las muestras fueron entregadas por el solicitante	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Uca*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguilar Díaz  
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



## ANEXO 25: ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL DE CENIZA AGRÍCOLA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



### **LASACI** REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

<b>SOLICITANTE</b>	ANA MARÍA DE LA CRUZ GUEVARA ILDER DEYNER ROSAS RUBIO
<b>TESIS</b>	"EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CÁSCARA DE CHOCHO - CENIZAS DE PANCA DE MAÍZ - CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO
<b>FECHA</b>	12 DE MAYO DEL 2021
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

**1. MUESTRA:** CENIZA DE CÁSCARA DE CHOCHO - CENIZA DE PANCA DE MAÍZ - CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO (PROPORCIÓN 1:1:1) - 10gr.

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	35 MG	

#### **2. ENSAYOS A APLICAR**

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

#### **3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS\_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO - FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 - 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG



JEFE DE LABORATORIO                      ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ANALISTA RESPONSABLE                    ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

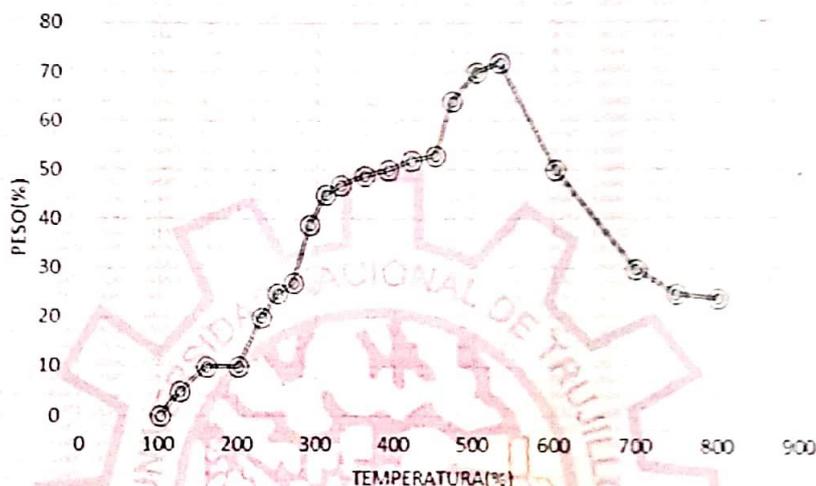
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



#### 4. RESULTADOS

##### c. CURVA TGA Y ATD



#### 5. CONCLUSION

- Para la presente investigación de la mezcla conformada por CENIZA DE CÁSCARA DE CHOCHO - CENIZA DE PANCA DE MAÍZ - CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO, el porcentaje de cenizas de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.26%.
- El análisis termo gravimétrico de CENIZA DE CÁSCARA DE CHOCHO - CENIZAS DE PANCA DE MAÍZ - CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO indica un pico de temperatura máxima de 522.5°C por un periodo de tiempo de 2hr. entre 450 y 600 °C

Ing. Carlos A. Valqui Mesa  
DIRECTOR LASACI

Trujillo, 20 de Mayo del 2021

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974

## ANEXO 26: FICHA DE ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION  
**LASACI**



### REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	ANA MARÍA DE LA CRUZ GUEVARA ILDER DEYNER ROSAS RUBIO
TESIS	"EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"
MUESTRA	CENIZA DE CÁSCARA DE CHOCHO - CENIZA DE PANCA DE MAÍZ – CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO
FECHA	12 DE MAYO DEL 2021

#### MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

##### 1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

###### CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

###### ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: Ig/l.

##### 2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de CENIZA DE CÁSCARA DE CHOCHO - CENIZA DE PANCA DE MAÍZ – CENIZAS DE HOJA DE EUCALIPTO, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

##### 3. METODO

- BASADO EN LA NORMA
- VOLUMETRIA

: ASTM C25

: USAQ-ME06



JEFE DE LABORATORIO

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

## LASACI



### 4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O2)	45.80	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	15.21	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al2 O3)	10.06	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	5.32	
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	11.21	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.45	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	3.76	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.54	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	0.02	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.023	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.017	
PÉRDIDA POR QUEMADO	6.59	

### 5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si), Calcio (Ca), Potasio (K), Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

  
 Ing. Carlos A. Valqui Mendoza  
 DIRECTOR LASACI



Trujillo, 20 de Mayo del 2021

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

949959632 / 933623974

## ANEXO 27: FICHA TÉCNICA DEL CLORURO DE SODIO

### FICHA TECNICA – SAL INDUSTRIAL REJYRA

#### 1. Generalidades:

- a) **Nombre comercial:** Sal Industrial Rejyra
- b) **Descripción del producto:** Constituido por el cloruro de sodio proveniente de fuentes naturales (agua de mar)
- c) **Composición química:**

- Pureza 99,5%
- Humedad 1,00 %
- Sulfatos 3500 ppm máximo
- Magnesio 1000 ppm máximo
- Calcio 1000 ppm máximo

#### 2. Propiedades físico- químicas:

- a) **Aspecto:** gránulos Finos
- b) **COLOR:** Blanco hueso

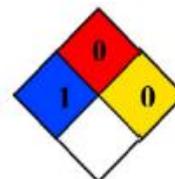
#### 3.- Vida útil esperada:

Es un producto mineral que tiene un tiempo de vida útil indefinido.

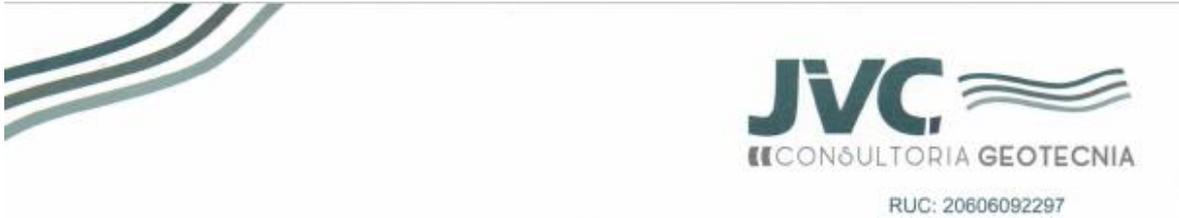
4.- **Almacenamiento:** Conservar en lugar fresco, seco y protegido de la luz

#### 5.- PRESENTACIÓN:

Saco de polipropileno de 50 kilos.



# ANEXO 28: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 2% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 1



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO B**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUGO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUGO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

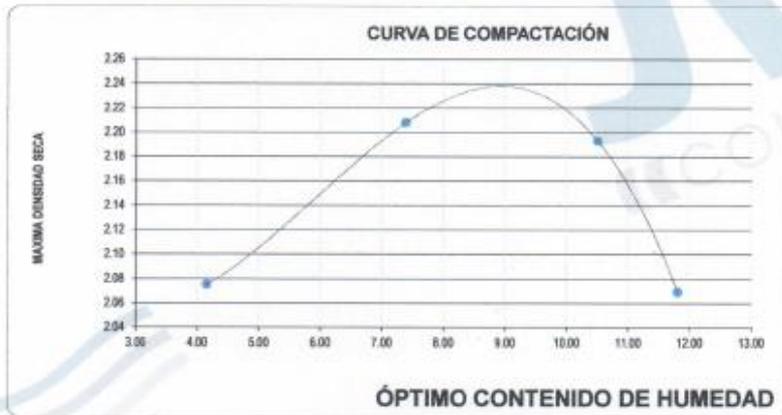
CALICATA : C-1

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 2% CLORURO DE SODIO

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2114.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	11327.00	11751.00	11881.00	11629.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4589.00	5013.00	5123.00	4891.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.16	2.37	2.42	2.31		
CAPSULA N°	141	142	143	144	145	146
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2717.95	2709.65	2610.25	2718.15		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2612.25	2527.95	2389.05	2438.45		
Peso de Agua (gr.)	105.70	181.70	241.80	279.70		
Peso de Cápsula (gr.)	67.65	69.06	66.85	66.75		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2544.60	2458.90	2302.20	2368.70		
% de Humedad	4.15	7.39	10.80	11.80		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.21	2.19	2.07		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.238
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.90



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Agustín Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 29: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 2% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO

SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLER DEYNER

UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2021

ANCIÓN : 2% CLORURO DE SODIO

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO MOLDE	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12450	12090	12290	12770	13370	13990	13990	13990
Peso de Molde (gr.)	7290	7260	7248	7248	8505	8505	8505	8505
Peso del suelo Húmedo (gr.)	5160	4830	5044	5524	4865	5485	5485	5485
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.44	2.65	2.37	2.80	2.29	2.58	2.58	2.58
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	6	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2426.34	2476.14	2511.14	2530.04	2278.34	2382.84	2382.84	2382.84
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2245.75	2211.52	2216.05	2250.37	2103.75	2124.40	2124.40	2124.40
Peso de Agua (gr.)	180.59	264.62	195.06	284.67	174.58	258.35	258.35	258.35
Peso de Cápsula (gr.)	231.80	233.20	138.50	137.90	137.70	138.20	138.20	138.20
Peso de Suelo Seco (gr.)	2014.15	1978.32	2177.55	2112.47	1966.05	1986.20	1986.20	1986.20
% de Humedad	8.97	13.38	8.96	13.48	8.88	13.01	13.01	13.01
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.239	2.335	2.177	2.289	2.191	2.283	2.283	2.283

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	116.0	3.59	97.0	3.0	73.0	2.3
1.27	0.050	193.0	5.92	173.0	5.3	154.0	4.8
1.90	0.075	297.0	9.25	263.0	8.2	222.0	6.9
2.54	0.100	396.0	12.34	354.0	11.0	283.0	8.8
3.18	0.125	508.0	15.83	421.0	13.1	353.0	11.0
3.81	0.150	643.0	20.01	548.0	16.4	456.0	14.2
4.45	0.175	805.0	25.06	716.0	21.4	586.0	18.3
5.08	0.200	987.0	30.73	888.0	26.1	738.0	22.9
5.72	0.225	1188.0	37.00	1068.0	32.3	896.0	27.9
6.35	0.250	1407.0	43.81	1267.0	38.8	1068.0	33.3
6.99	0.275	1644.0	51.48	1484.0	46.2	1267.0	39.1
7.62	0.300	1908.0	59.72	1716.0	53.7	1484.0	45.6
8.26	0.325	2199.0	68.54	1968.0	62.8	1716.0	53.4
8.90	0.350	2514.0	77.94	2244.0	72.6	1968.0	61.6
9.54	0.375	2853.0	88.85	2544.0	83.8	2244.0	71.4
10.18	0.400	3216.0	100.32	2868.0	95.8	2544.0	80.7
10.82	0.425	3603.0	113.41	3216.0	109.1	2868.0	91.7
11.46	0.450	4026.0	127.14	3594.0	123.6	3216.0	103.2
12.10	0.475	4485.0	141.56	4008.0	139.3	3594.0	115.6
12.74	0.500	5001.0	156.75	4464.0	156.3	4008.0	129.3

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria García*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL



*Carlos Javier*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

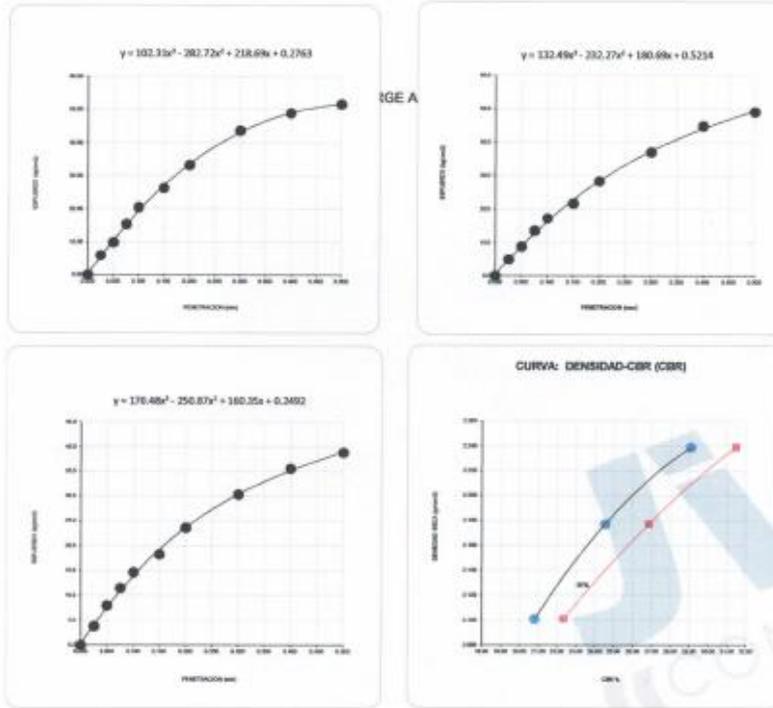
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 30: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 2% CLORURO DE SODIO – CALICATA 1



RUC: 20606092297

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	20.5	70.35	29.09	2.239
2	0.1	17.3	70.35	24.54	2.177
3	0.1	14.6	70.35	20.79	2.101

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	33.2	105.46	31.46	2.239
2	0.2	28.3	105.46	26.85	2.177
3	0.2	23.6	105.46	22.35	2.101

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.24
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 95 %	2.13
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.99
C.B.R. Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      0.2"      31.46%
C.B.R. Al 96% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      0.2"      24.05%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 31: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 2% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

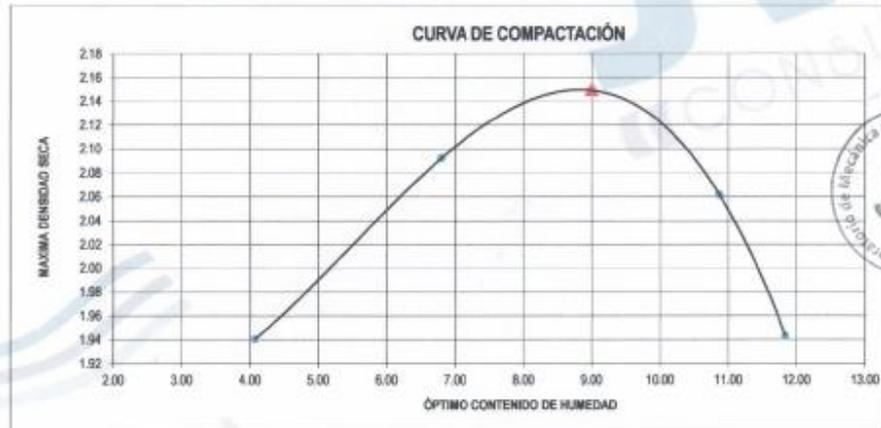
CALICATA : C - 2

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 2% CLORURO DE SODIO

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11007.00	11482.00	11570.00	11332.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4269.00	4724.00	4832.00	4594.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.02	2.23	2.29	2.17		
CAPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2850.21	2641.91	2571.31	2650.41		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2549.07	2478.03	2325.83	2377.18		
Peso de Agua (gr)	101.14	163.88	245.48	273.23		
Peso de Cápsula (gr.)	67.85	69.05	66.85	68.75		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2481.42	2408.98	2258.98	2308.43		
% de Humedad	4.86	6.89	10.87	11.84		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94	2.09	2.06	1.94		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.150
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.00

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 OIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 32: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 2% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 2



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUMACHICO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ QUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUMACHICO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 2% CLORURO DE SODIO

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		56		25		25		12		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12205	12065	12065	12065	12536	12536	12536	12536	13135	13135	13135	13135
Peso de Molde (gr.)	7290	7290	7290	7290	7245	7245	7245	7245	8505	8505	8505	8505
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4915	4775	4775	4775	5291	5291	5291	5291	4630	4630	4630	4630
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.35	2.54	2.54	2.54	2.29	2.49	2.49	2.49	2.18	2.45	2.45	2.45
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2157.90	2207.30	2242.30	2296.20	2006.90	2114.00	2114.00	2114.00	2006.90	2114.00	2114.00	2114.00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1998.91	1952.08	2099.22	1971.53	1855.82	1825.85	1825.85	1825.85	1855.82	1825.85	1825.85	1825.85
Peso de Agua (gr.)	158.99	255.22	143.08	324.67	151.08	288.15	288.15	288.15	150.08	288.15	288.15	288.15
Peso de Cápsula (gr.)	244.28	245.88	174.08	294.87	153.88	288.35	288.35	288.35	150.38	288.35	288.35	288.35
Peso de Suelo Seco (gr.)	1754.63	1706.80	1917.04	1820.95	1705.44	1874.77	1874.77	1874.77	1705.44	1874.77	1874.77	1874.77
% de Humedad	9.04	14.92	9.08	18.18	9.01	17.22	17.22	17.22	9.01	17.22	17.22	17.22
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.154	2.207	2.073	2.140	1.997	2.060	2.060	2.060	1.997	2.060	2.060	2.060

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.01	0.020	8.2	0.80	8.9	0.9	8.0	0.8
0.03	0.025	91.0	4.70	72.0	3.7	48.0	2.9
1.27	0.050	167.0	8.63	147.0	7.6	125.0	6.7
1.90	0.075	273.0	14.06	238.0	12.3	197.0	10.2
2.54	0.100	371.0	19.17	399.0	16.0	258.0	13.3
3.81	0.150	483.0	24.96	596.0	20.5	348.0	18.0
5.08	0.200	617.0	31.89	523.0	27.0	431.0	22.3
7.62	0.300	828.0	42.38	691.0	35.7	561.0	29.0
10.16	0.400	922.0	47.65	823.0	42.5	663.0	34.3
12.70	0.500	976.0	50.44	943.0	46.7	727.0	37.6



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

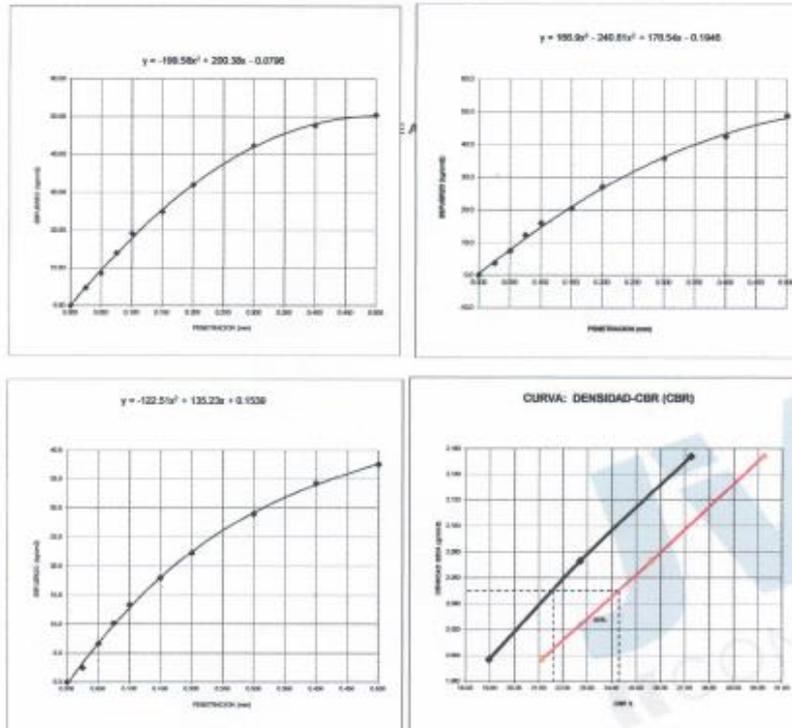
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 33: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 2% CLORURO DE SODIO – CALICATA 2



RUC: 20606092297

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	19.2	70.35	27.25	2.154
2	0.1	16.0	70.35	22.70	2.073
3	0.1	13.3	70.35	18.95	1.997

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	31.9	105.46	30.24	2.154
2	0.2	27.0	105.46	25.63	2.073
3	0.2	22.3	105.46	21.12	1.997

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %	2.15
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	2.04
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      27.25%      0.2"      30.24%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      21.60%      0.2"      24.30%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 34: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 2% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 3



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

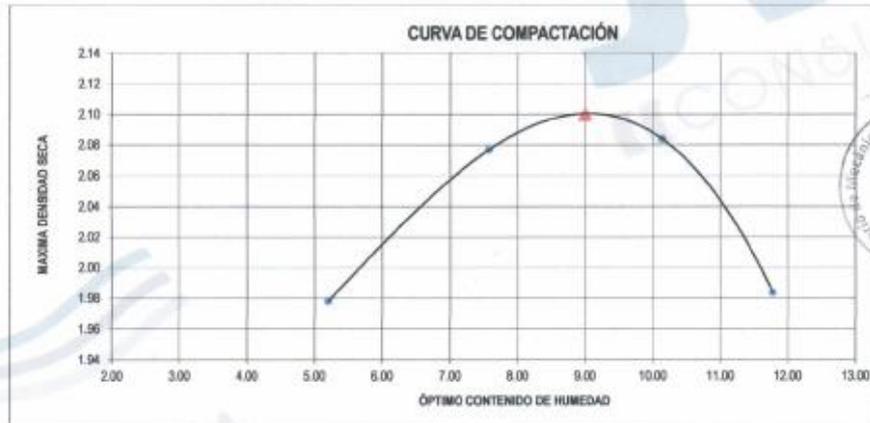
CALICATA : C-3

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 2% CLORURO DE SODIO

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	96

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11137.00	11481.00	11590.00	11425.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4399.00	4723.00	4852.00	4687.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.23	2.30	2.22		
CAPSULA Nº	I-61	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2505.53	2496.58	2293.57	2490.42		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2396.67	2328.22	2182.24	2229.26		
Peso de Agua (gr)	118.86	168.36	211.33	261.16		
Peso de Cápsula (gr.)	90.55	100.95	98.75	100.65		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2287.12	2227.27	2083.49	2129.11		
% de Humedad	5.20	7.58	10.14	11.77		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.98	2.06	2.08	1.98		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.100
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.00

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

# ANEXO 35: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 2% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 3



RUC: 20606092297

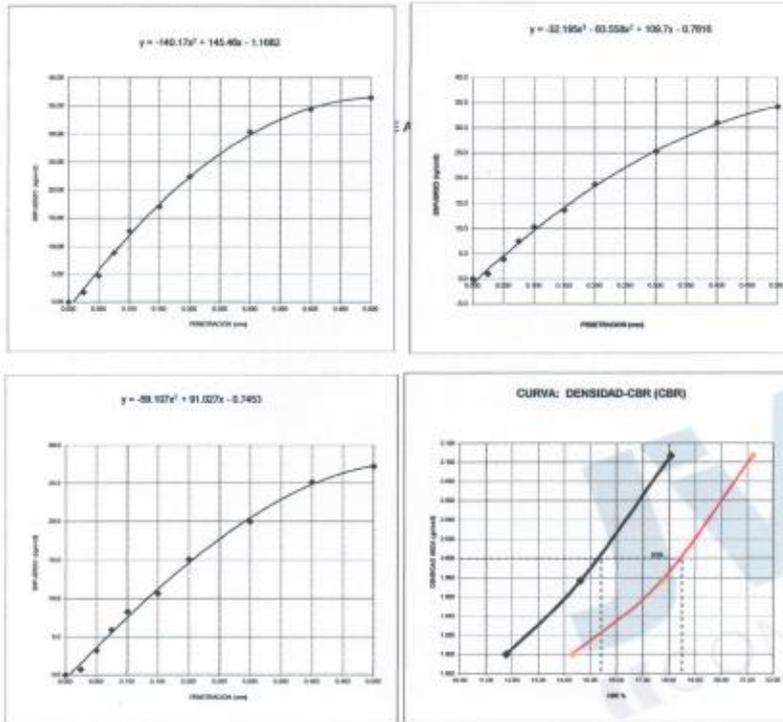
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS									
ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN									
N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883									
PROYECTO :	EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHICO								
SOLICITANTE :	DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER								
UBICACIÓN :	HUAMACHICO - LA LIBERTAD								
FECHA :	MAYO DEL 2021								
ADICIÓN :	2% CLORURO DE SODIO								
CALICATA :	C-3								
ESTRATO :	E-1								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR									
ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3		
MOLDE	56		25		12		4530		
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12		4530		
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12145	12405	11835	11985	12915	13165	12915	13165	
Peso de Molde (gr.)	7290	7290	7245	7245	8505	8505	8505	8505	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4895	5145	4589	4739	4410	4660	4410	4660	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.30	2.42	2.36	2.33	2.07	2.19	2.07	2.19	
CÁPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	5	6	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2130.52	2180.32	2215.32	2239.22	1982.02	2097.02	1982.02	2097.02	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1974.95	1924.70	2043.24	1944.55	1829.84	1798.67	1829.84	1798.67	
Peso de Agua (gr.)	155.59	255.62	172.08	294.67	152.18	298.35	152.18	298.35	
Peso de Cápsula (gr.)	247.13	248.73	164.03	153.43	153.23	153.73	153.23	153.73	
Peso de Suelo Seco (gr.)	1727.80	1675.97	1889.21	1791.12	1676.61	1644.94	1676.61	1644.94	
% de Humedad	9.01	15.25	9.11	16.45	9.11	17.53	9.11	17.53	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.107	2.099	1.977	1.913	1.900	1.864	1.900	1.864	
ENSAYO DE EXPANSIÓN									
TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSIÓN		LECT. DIAL	EXPANSIÓN		LECT. DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									
ENSAYO DE CARGA PENETRACION									
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES			
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>		
0.90	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.63	0.025	33.8	1.71	19.8	1.0	14.8	0.7		
1.27	0.050	91.8	4.70	76.8	3.9	42.8	3.2		
1.90	0.075	171.8	8.84	145.8	7.5	114.8	5.9		
2.54	0.100	246.8	12.71	199.8	10.3	166.8	8.3		
3.81	0.150	331.8	17.11	265.8	13.7	206.8	10.6		
5.08	0.200	433.8	22.38	362.8	18.9	292.8	15.1		
7.62	0.300	588.8	30.39	489.8	25.3	387.8	20.0		
10.16	0.400	665.8	34.37	600.8	31.0	487.8	25.2		
12.70	0.500	706.8	36.49	661.8	34.2	517.8	27.2		

# ANEXO 36: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 2% CLORURO DE SODIO – CALICATA 3



RUC: 20606092297

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



Vakores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	12.7	70.35	18.07	2.107
2	0.1	10.3	70.35	14.62	1.977
3	0.1	8.3	70.35	11.76	1.900

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	22.4	105.46	21.22	2.107
2	0.2	18.7	105.46	17.74	1.977
3	0.2	15.1	105.46	14.31	1.900

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.10			
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.00			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.00			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	18.07%	0.2"	21.22%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	15.40%	0.2"	18.50%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 140494

# ANEXO 37: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 4% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ELDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA : C - 1

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 4% CLORURO DE SODIO

Molde Nº	C-265
Peso del Molde gr.	5738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11377.00	11621.00	11931.00	11719.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4639.00	5083.00	5193.00	4981.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.40	2.46	2.36		
CAPSULA Nº	1-61	1-62	1-63	1-64	1-65	1-66
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2349.00	2340.70	2241.90	2349.20		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2253.30	2178.00	2033.10	2095.50		
Peso de Agua (gr)	95.70	162.70	208.80	249.70		
Peso de Cápsula (gr.)	76.90	77.79	75.99	77.69		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2176.91	2100.21	1957.51	2022.01		
% de Humedad	4.48	7.75	10.67	12.35		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.10	2.23	2.22	2.10		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.250
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.20

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguilar Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguilar Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 38: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 4% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 1



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
**N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883**

**PROYECTO :** EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUGO  
**SOLICITANTE :** DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO EIDER DEYNER  
**UBICACIÓN :** HUAMACHUGO - LA LIBERTAD  
**FECHA :** MAYO DEL 2021

**ADICIÓN :** 4% CLORURO DE SODIO

**CALICATA :** C-1      **ESTRATO :** E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2			
MOLDE	56		25		12		4530	
Nº DE GOLPES POR CAPA	4530		4530		4530		4530	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12510	12650	12330	12830	13410	14010	14010	14010
Peso de Molde (gr.)	7250	7250	7246	7246	8505	8505	8505	8505
Peso de Suelo Húmedo (gr.)	5250	5400	5084	5584	4905	5505	4905	5505
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.47	2.68	2.38	2.63	2.31	2.59	2.31	2.59
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2180.02	2229.82	2294.82	2288.72	2032.02	2136.52	2032.02	2136.52
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2017.43	1965.20	2087.74	2034.05	1874.23	1878.17	1874.23	1878.17
Peso de Agua (gr)	162.59	264.62	177.08	254.67	157.79	258.35	157.79	258.35
Peso de Cápsula (gr.)	255.14	256.74	162.04	161.44	161.24	161.74	161.24	161.74
Peso de Suelo Seco (gr.)	1762.29	1708.46	1925.70	1842.61	1712.99	1716.43	1712.99	1716.43
% de Humedad	9.23	15.49	9.20	15.45	9.21	15.05	9.21	15.05
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.260	2.316	2.189	2.274	2.112	2.250	2.112	2.250

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs									
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

NO SE REGISTRÓ

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.90	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	141.0	7.29	122.0	6.3	98.0	5.1
1.27	0.050	217.0	11.21	197.0	10.2	179.0	9.3
1.90	0.075	322.0	16.64	288.0	14.5	247.0	12.8
2.54	0.100	415.0	21.45	359.0	18.6	308.0	15.9
3.81	0.150	533.0	27.55	446.0	23.0	385.0	19.9
5.08	0.200	667.0	34.47	573.0	29.6	491.0	25.4
7.62	0.300	878.0	44.96	741.0	38.1	611.0	31.6
10.16	0.400	972.0	50.23	863.0	44.6	713.0	36.8
12.70	0.500	1036.0	53.02	987.0	51.0	817.0	40.7



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Agustin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 C.I.P. 140574

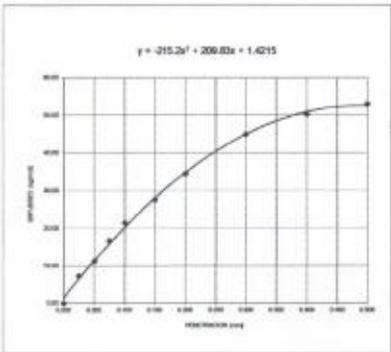
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

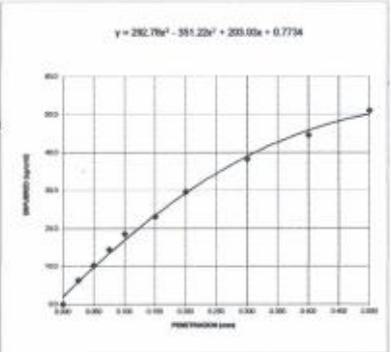
# ANEXO 39: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 4% CLORURO DE SODIO – CALICATA 1

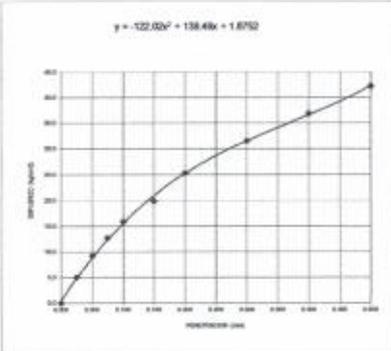


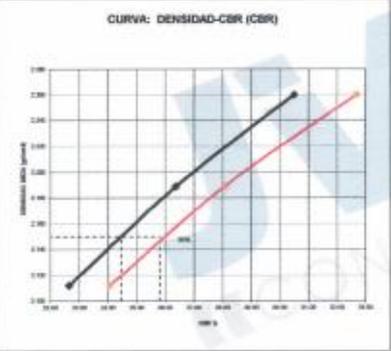
RUC: 20606092297

CALICATA :	C-1	ESTRATO :	E-1
------------	-----	-----------	-----









**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	21.4	70.35	30.49	2.290
2	0.1	18.6	70.35	26.37	2.189
3	0.1	15.9	70.35	22.63	2.112

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	34.5	105.46	32.69	2.280
2	0.2	29.6	105.46	28.08	2.189
3	0.2	25.4	105.46	24.06	2.112

**METODO DE COMPACTACION :** ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.25
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.14
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.20
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 30.49%    0.2" 32.69%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 24.45%    0.2" 25.80%

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Argentin Diaz  
 GERENTE GENERAL



  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 40: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 4% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

ADICION : 4% CLORURO DE SODIO

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	96

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11132.00	11567.00	11655.00	11458.00	11458.00	11458.00
Peso del Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4394.00	4829.00	4917.00	4720.00	4720.00	4720.00
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.28	2.33	2.23	2.23	2.23
CAPSULA N°	141	142	143	144	145	146
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2675.96	2699.26	2596.66	2675.76	2675.76	2675.76
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2573.42	2490.38	2348.18	2401.53	2401.53	2401.53
Peso de Agua (gr.)	102.54	178.88	248.48	274.23	274.23	274.23
Peso de Cápsula (gr.)	93.00	94.40	92.20	94.10	94.10	94.10
Peso de Suelo Seco (gr.)	2480.42	2395.98	2255.98	2307.43	2307.43	2307.43
% de Humedad	4.12	7.47	11.01	11.88	11.88	11.88
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.00	2.13	2.10	2.00	2.00	2.00



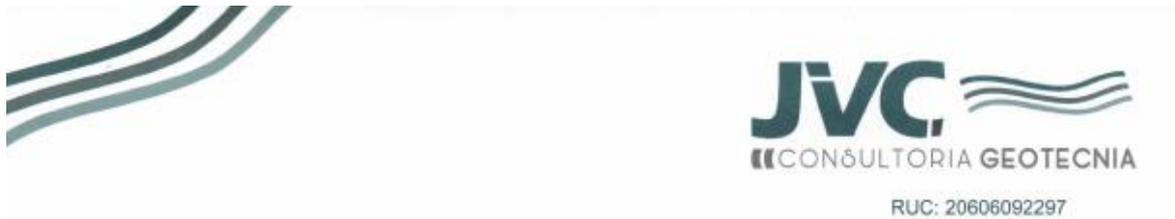
Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.170
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.30

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguilín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 41: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 4% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 339.146 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ QUEVARA, ANA MARIA - ROSAS RUBIO ILDEFONSO DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 4% CLORURO DE SODIO

CALICATA : G-2      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
MOLDE	56		25		12		56		25		12	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12		56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12310	12720	12120	12600	13200	13780	12310	12720	12120	12600	13200	13780
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	8605	8605	7260	7260	7246	7246	8605	8605
Peso del suelo Húmedo (gr.)	5050	5460	4874	5354	4595	5175	5050	5460	4874	5354	4595	5175
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.37	2.57	2.29	2.52	2.21	2.48	2.37	2.57	2.29	2.52	2.21	2.48
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1885.16	1938.46	1972.46	1997.36	1730.66	1845.16	1885.16	1938.46	1972.46	1997.36	1730.66	1845.16
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1790.87	1683.84	1619.36	1702.69	1508.96	1556.81	1790.87	1683.84	1619.36	1702.69	1508.96	1556.81
Peso de Agua (gr.)	137.29	254.62	153.00	294.67	131.68	288.35	137.29	254.62	153.00	294.67	131.68	288.35
Peso de Cápsula (gr.)	280.96	282.46	197.76	187.16	186.96	187.46	280.96	282.46	197.76	187.16	186.96	187.46
Peso de Suelo Seco (gr.)	1470.01	1401.38	1621.62	1515.53	1412.02	1369.36	1470.01	1401.38	1621.62	1515.53	1412.02	1369.36
% de Humedad	9.34	18.17	9.38	19.44	9.33	21.06	9.34	18.17	9.38	19.44	9.33	21.06
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.172	2.172	2.095	2.108	2.019	2.049	2.172	2.172	2.095	2.108	2.019	2.049

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg.	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.90	0.000	6.0	0.00	6.0	0.0	6.0	0.0
0.63	0.025	111.0	3.74	92.0	4.8	68.0	3.5
1.27	0.050	187.6	9.66	167.0	8.6	149.0	7.7
1.90	0.075	292.0	15.09	258.0	13.3	217.0	11.2
2.54	0.100	391.0	20.21	339.0	17.0	278.0	14.4
3.18	0.125	500.0	25.99	416.0	21.5	368.0	19.0
3.81	0.150	637.0	32.92	543.0	28.1	451.0	23.5
4.45	0.175	808.0	43.41	711.0	38.7	581.0	30.8
5.08	0.200	943.0	48.68	843.0	43.6	683.0	35.3
5.72	0.225	1090.0	56.04	960.0	50.0	780.0	40.5
6.35	0.250	1240.0	63.84	1080.0	56.4	880.0	45.5
6.99	0.275	1400.0	72.84	1210.0	63.7	980.0	51.0
7.62	0.300	1570.0	83.12	1350.0	71.6	1080.0	56.5
8.26	0.325	1750.0	94.31	1500.0	80.0	1180.0	62.5
8.90	0.350	1940.0	106.44	1660.0	89.6	1280.0	69.0
9.54	0.375	2140.0	119.52	1830.0	99.6	1380.0	76.0
10.18	0.400	2350.0	133.56	2010.0	110.4	1480.0	83.0
10.82	0.425	2570.0	148.56	2200.0	122.4	1580.0	90.0
11.46	0.450	2800.0	164.52	2400.0	135.0	1680.0	97.5
12.10	0.475	3040.0	181.44	2610.0	148.5	1780.0	105.0
12.74	0.500	3290.0	209.36	2830.0	163.2	1880.0	112.5



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Víctor Manuel Díaz  
 Ing. Víctor Manuel Díaz Aguirre  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

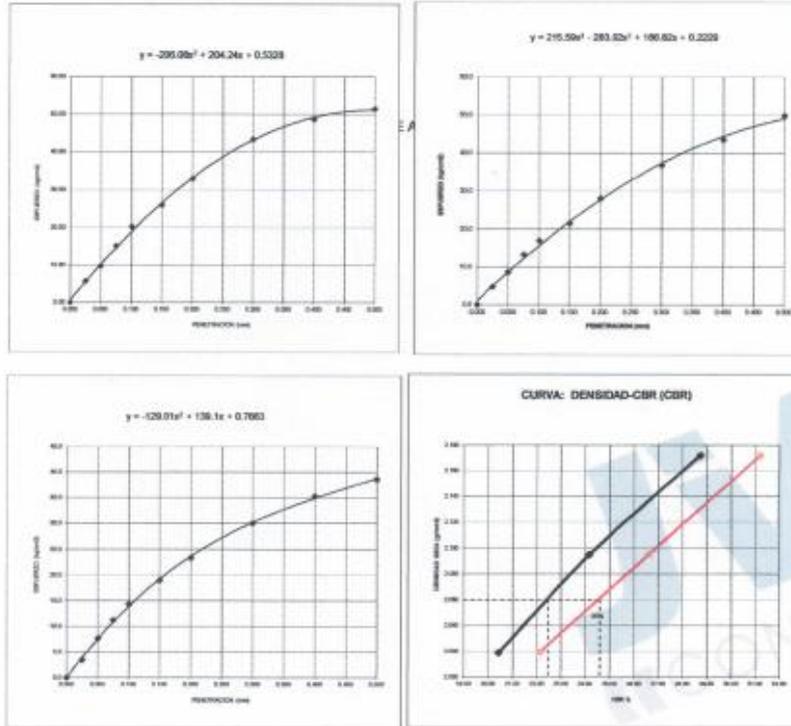
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 42: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 4% CLORURO DE SODIO – CALICATA 2



RUC: 20606092297

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	20.2	70.35	28.72	2.172
2	0.1	17.0	70.35	24.17	2.095
3	0.1	14.4	70.35	20.42	2.019

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	32.9	105.46	31.22	2.172
2	0.2	28.1	105.46	26.61	2.095
3	0.2	23.3	105.46	22.10	2.019

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.17
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.06
OPTIMO Contenido de Humedad	9.30
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      28.72%      0.2"      31.22%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      22.45%      0.2"      24.60%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Martínez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 43: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 4% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 3



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

---

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**

**MÉTODO 0**

**ASTM D-1557**

---

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"

SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLER DEYNER

UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2021

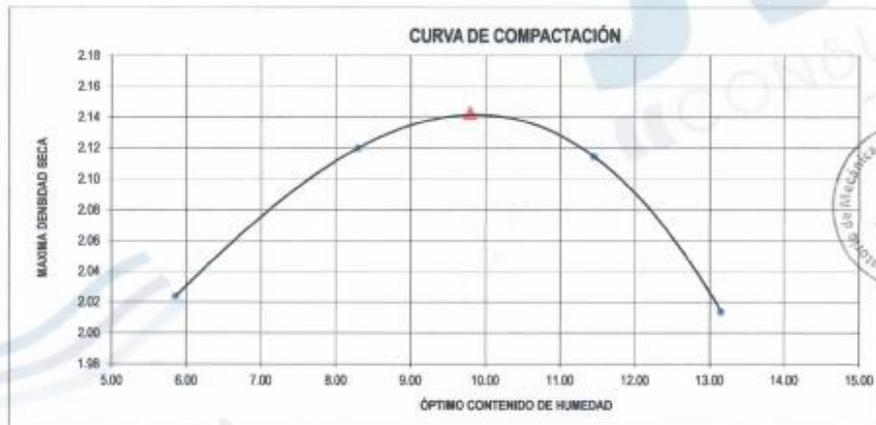
CALICATA : C-3

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 4% CLORURO DE SODIO

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	55

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	11267.00	11591.00	11720.00	11555.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4529.00	4853.00	4982.00	4817.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.30	2.36	2.28		
CÁPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2250.90	2242.35	2138.94	2225.79		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2132.04	2078.59	1929.61	1979.13		
Peso de Agua (gr)	118.86	163.76	209.33	246.66		
Peso de Cápsula (gr.)	102.53	103.93	101.73	103.63		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2029.51	1974.66	1827.88	1875.50		
% de Humedad	5.88	8.29	11.45	13.15		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.02	2.12	2.11	2.01		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.143
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.80

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 44: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 4% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 3



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 330.145 / ASTM D-1583

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y GENZA AGRICOLA EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHICO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARIA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACION : HUAMACHICO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICION : 4% CLORURO DE SODIO

CALICATA : 0-3 ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12		4530		4530		4530	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12265	12575	12005	12155	13095	13395	13095	13395	13095	13395	13395	13395
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7260	7260	4650	4650	4650	4650	4650	4650	4650	4650
Peso del suelo Húmedo (gr.)	5005	5315	4745	4895	8445	8745	8445	8745	8445	8745	8445	8745
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.35	2.50	2.24	2.31	2.63	2.72	2.63	2.72	2.63	2.72	2.63	2.72
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2110.92	2160.72	2195.72	2219.82	1965.92	2007.42	1965.92	2007.42	1965.92	2007.42	1965.92	2007.42
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1942.33	1925.15	2010.64	1924.85	1802.24	1778.07	1802.24	1778.07	1802.24	1778.07	1802.24	1778.07
Peso de Agua (gr.)	168.59	235.57	185.08	294.97	163.68	229.35	163.68	229.35	163.68	229.35	163.68	229.35
Peso de Cápsula (gr.)	227.56	229.18	134.47	133.85	133.82	134.18	133.82	134.18	133.82	134.18	133.82	134.18
Peso de Suelo Seco (gr.)	1714.77	1675.92	1876.17	1791.10	1668.62	1644.89	1668.62	1644.89	1668.62	1644.89	1668.62	1644.89
% de Humedad	9.83	15.25	9.88	16.45	9.81	17.53	9.81	17.53	9.81	17.53	9.81	17.53
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.143	2.158	2.037	1.982	1.981	1.932	1.981	1.932	1.981	1.932	1.981	1.932

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.50	0.500	9.0	0.09	9.0	0.0	9.0	0.0
0.63	0.625	27.0	2.95	43.0	2.2	38.0	2.0
1.27	0.950	115.0	5.94	108.0	5.2	86.0	4.4
1.90	0.975	195.0	10.08	169.0	8.7	138.0	7.1
2.54	0.100	378.0	13.95	333.0	11.5	184.0	9.5
3.81	0.150	355.0	18.35	389.0	14.0	236.0	11.9
5.08	0.200	457.0	21.62	386.0	19.9	316.0	16.3
7.62	0.300	612.0	31.63	513.0	26.5	411.0	21.2
10.16	0.400	689.0	35.61	624.0	32.2	511.0	26.4
12.70	0.500	736.0	37.73	685.0	35.4	651.0	28.5



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Argentin Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Argentin Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

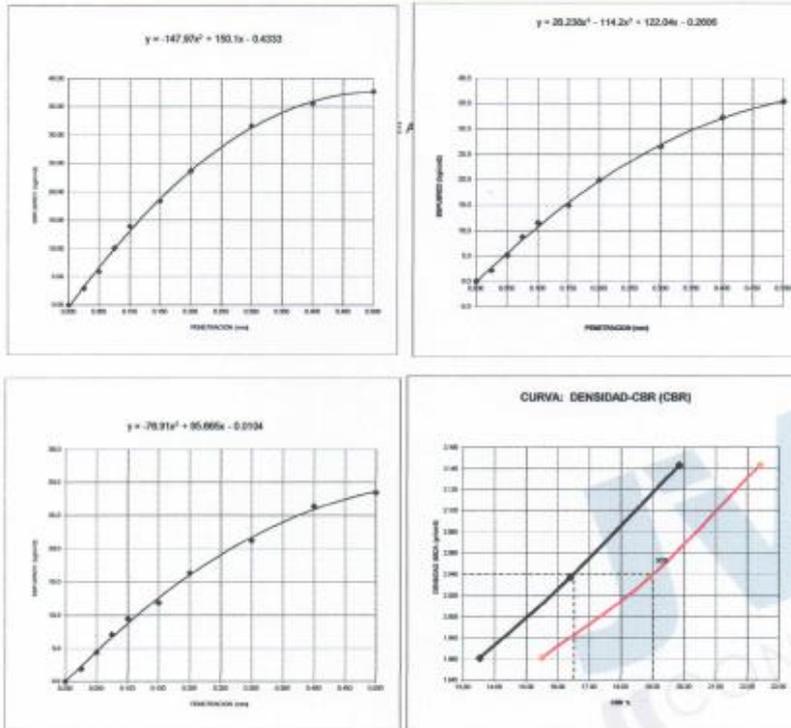
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 45: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 4% CLORURO DE SODIO – CALICATA 3



RUC: 20606092297

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	14.0	70.35	19.83	2.143
2	0.1	11.5	70.35	16.38	2.037
3	0.1	9.5	70.35	13.52	1.961

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	23.6	105.46	22.39	2.143
2	0.2	19.9	105.46	18.92	2.037
3	0.2	16.3	105.46	15.49	1.961

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.14
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.04
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.80
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 19.83%      0.2" 22.39%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 16.50%      0.2" 19.00%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Argueta Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Argueta Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 DIP 149574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Tel.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 46: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 6% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 1



RUC: 20606092297

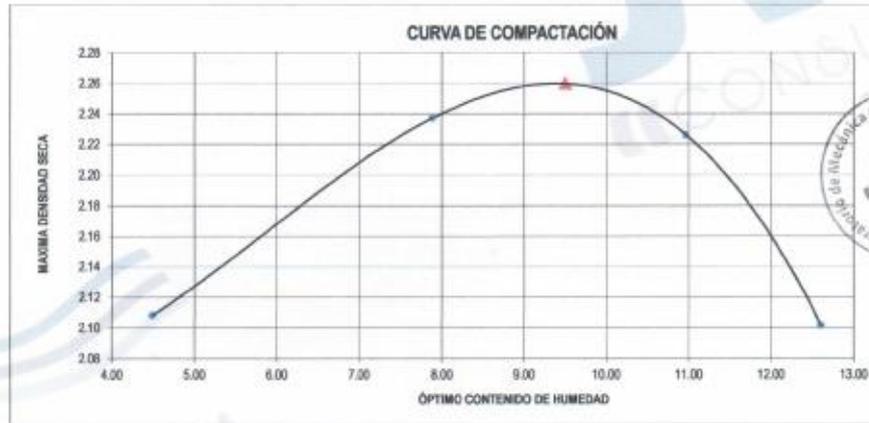
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA : C-1  
 ESTRATO : E-1  
 ADICIÓN : 6% CLORURO DE SODIO

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	11395.00	11840.00	11960.00	11740.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4657.00	5102.00	5222.00	5002.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.26	2.41	2.47	2.37		
CAPSULA N°	1-91	1-92	1-93	1-94	1-95	1-96
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2206.31	2328.01	2226.21	2336.51		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2209.61	2164.91	2017.41	2084.61		
Peso de Agua (gr.)	96.70	163.70	211.60	251.70		
Peso de Cápsula (gr.)	86.71	86.23	85.96	87.82		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2152.90	2076.08	1931.45	1996.99		
% de Humedad	4.48	7.89	10.97	12.60		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.24	2.23	2.10		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.260
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.50

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 140674

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 47: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 6% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO LIDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 6% CLORURO DE SODIO

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12540	12990	12370	12870	13450	14000
Peso de Molde (gr.)	7290	7290	7246	7246	8505	8505
Peso del suelo Húmedo (gr.)	5290	5730	5124	5624	4945	5495
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Esparciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.48	2.89	2.41	2.64	2.33	2.61
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2054.15	2103.95	2138.95	2162.85	1906.15	2010.65
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1896.66	1838.33	1966.87	1870.18	1754.36	1712.30
Peso de Agua (gr)	157.56	265.62	172.08	292.67	151.79	298.35
Peso de Cápsula (gr.)	262.30	253.90	199.20	198.60	198.40	198.90
Peso de Suelo Seco (gr.)	1644.26	1584.43	1807.67	1711.58	1555.96	1503.40
% de Humedad	9.58	16.76	9.52	17.10	9.61	19.21
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.265	2.307	2.200	2.256	2.323	2.187

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	9.0	0.90	9.0	0.9	9.0	0.9
0.63	0.025	179.0	9.25	169.0	8.3	136.0	7.9
1.27	0.050	255.0	13.18	235.0	12.1	217.0	11.2
1.90	0.075	368.0	18.60	318.0	16.4	285.0	14.7
2.54	0.100	453.0	23.41	397.0	20.5	346.0	17.9
3.81	0.150	571.0	29.51	484.0	25.0	423.0	21.9
5.08	0.200	785.0	36.43	611.0	31.6	529.0	27.3
7.62	0.300	988.0	46.93	796.0	40.3	649.0	33.5
10.16	0.400	1018.0	52.20	801.0	46.6	751.0	38.8
12.70	0.500	1064.0	54.99	825.0	53.0	855.0	44.2



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

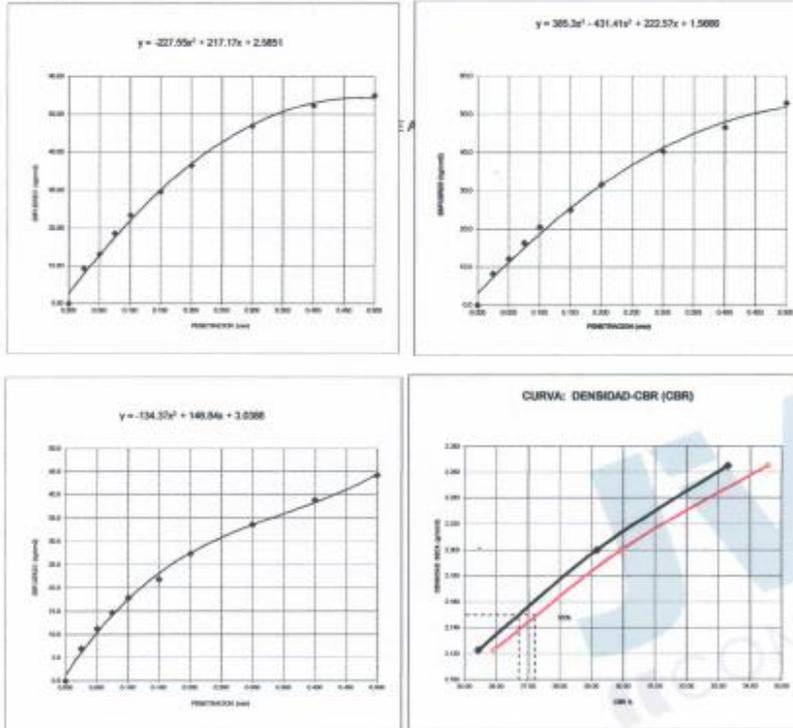
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 48: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 6% CLORURO DE SODIO – CALICATA 1



RUC: 20606092297

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	23.4	70.35	33.28	2.285
2	0.1	20.5	70.35	29.18	2.200
3	0.1	17.9	70.35	25.42	2.123

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	36.4	105.46	34.55	2.285
2	0.2	31.6	105.46	29.94	2.200
3	0.2	27.3	105.46	25.92	2.123

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.26
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.15
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.50
C.B.R AJ 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      33.28%      0.2"      34.55%
C.B.R AJ 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      26.70%      0.2"      27.20%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Díaz  
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP: 140374

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 49: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 6% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y GENZA AGRICOLA EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARIA - ROSAS RUBIO ELDER DEYMER  
 UBICACION : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

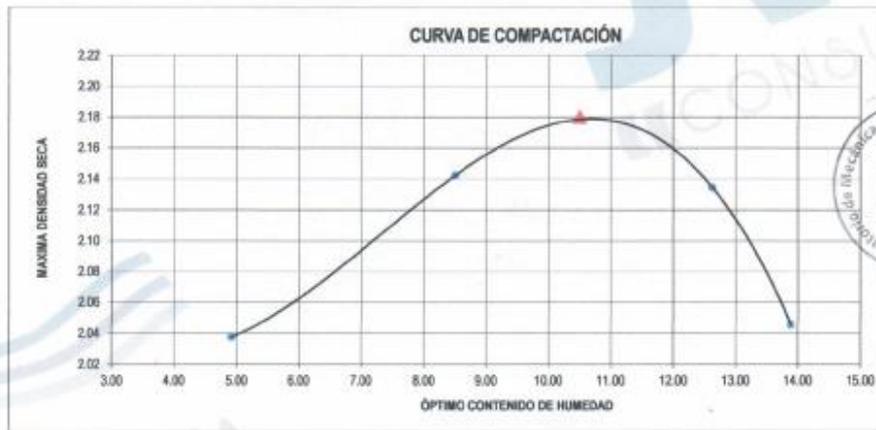
CALICATA : C - 2

ESTRATO : E - 1

ADICION : 6% CLORURO DE SODIO

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11257.00	11652.00	11620.00	11663.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4519.00	4914.00	5082.00	4925.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.32	2.40	2.33		
CAPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2316.85	2310.56	2233.96	2317.05		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2213.71	2138.67	1996.47	2048.82		
Peso de Agua (gr.)	103.14	171.88	237.48	268.23		
Peso de Cápsula (gr.)	116.58	117.91	115.72	117.88		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2097.13	2020.76	1880.75	1931.16		
% de Humedad	4.92	8.91	12.63	13.89		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.14	2.13	2.05		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.180
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.50

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 50: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 6% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 2



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.L.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO

SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARIA - ROSAS RUBIO ELDER DEYMER

UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2021

ADICIÓN : EN CLORURO DE SODIO

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12390	12845	12225	12725	13315	13905
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	8505	8505
Peso de suelo Húmedo (gr.)	5130	5585	4979	5479	4810	5400
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.41	2.53	2.34	2.58	2.26	2.54
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1950.38	1901.68	1935.68	1950.58	1993.88	1808.38
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1705.09	1647.06	1706.23	1665.91	1547.23	1520.03
Peso de Agua (gr)	245.29	254.62	229.45	284.67	346.65	288.35
Peso de Cápsula (gr.)	244.08	245.88	245.98	245.38	245.18	245.88
Peso de Suelo Seco (gr.)	1461.01	1401.38	1460.25	1420.53	1302.05	1274.15
% de Humedad	16.56	18.17	15.64	19.44	26.50	22.60
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.182	2.222	2.119	2.157	2.047	2.087

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	8.0	0.90	8.0	0.0	8.0	0.0
0.63	0.025	137.0	7.08	118.0	5.1	94.0	4.9
1.27	0.050	213.0	11.01	193.0	10.0	175.0	9.0
1.90	0.075	318.0	16.43	284.0	14.7	243.0	12.6
2.54	0.100	417.0	21.55	355.0	18.3	304.0	15.7
3.81	0.150	529.0	27.34	442.0	22.8	394.0	20.4
5.08	0.200	663.0	34.26	569.0	29.4	477.0	24.7
7.62	0.300	846.0	44.75	737.0	38.1	647.0	31.4
10.16	0.400	988.0	50.03	869.0	44.9	789.0	36.6
12.70	0.500	1023.0	52.82	889.0	51.1	783.0	38.9



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

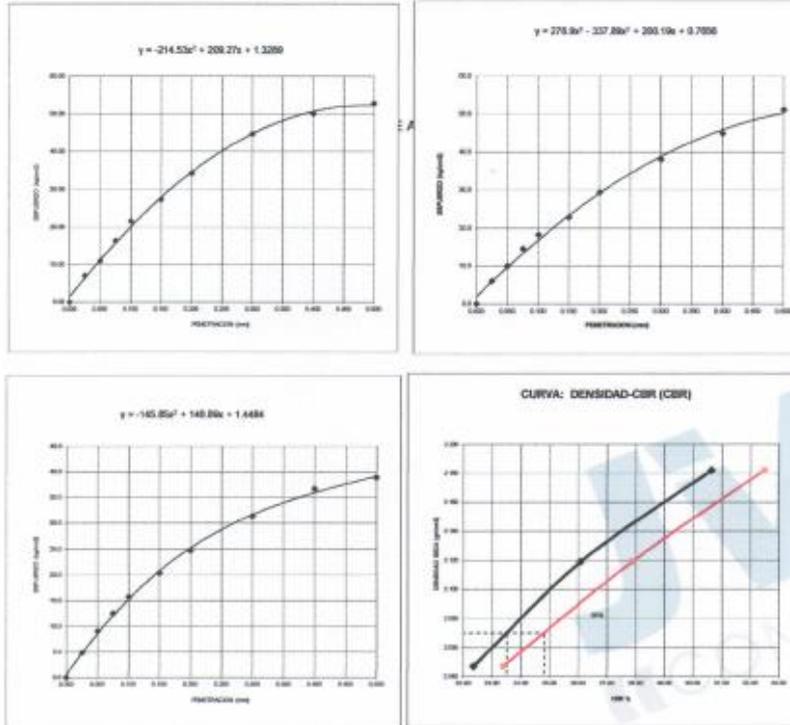
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 51: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 6% CLORURO DE SODIO – CALICATA 2



RUC: 20606092297

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	21.6	70.35	30.63	2.182
2	0.1	18.3	70.35	26.08	2.119
3	0.1	15.7	70.35	22.33	2.047

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	34.3	105.46	32.49	2.182
2	0.2	29.4	105.46	27.88	2.119
3	0.2	24.7	105.46	23.37	2.047

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.18			
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.07			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	10.50			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	30.63%	0.2"	32.49%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	23.50%	0.2"	24.80%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguayo Diaz*  
 g. Victoria de los Angeles Aguayo Diaz  
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 52: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 6% DE CLORURO DE SODIO – CALICATA 3



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO B**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

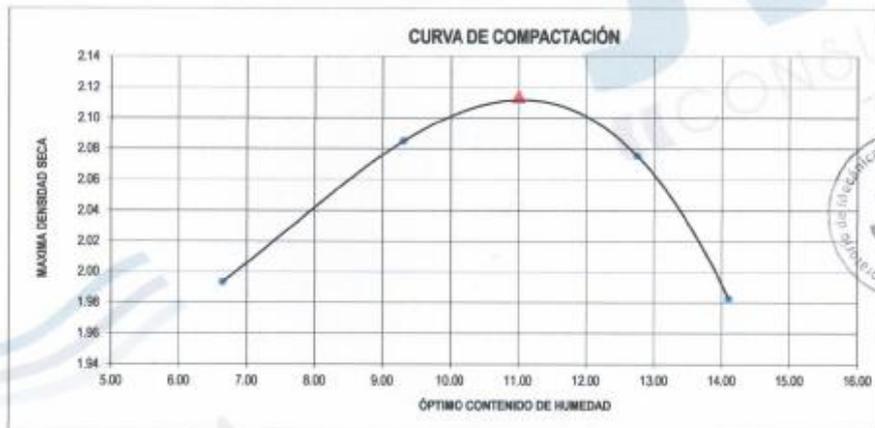
CALICATA : C - 3

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 6% CLORURO DE SODIO

Molde Nº	C-266
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11232.00	11596.00	11695.00	11520.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4494.00	4858.00	4947.00	4782.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.28	2.34	2.28		
CAPSULA Nº	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2014.32	2005.77	1907.36	1980.21		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1895.46	1844.01	1896.03	1756.55		
Peso de Agua (gr.)	118.86	161.76	203.33	223.66		
Peso de Cápsula (gr.)	306.48	106.88	104.68	106.58		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1789.98	1737.13	1594.35	1649.97		
% de Humedad	6.64	9.31	12.75	14.10		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.06	2.08	1.96		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.114
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.00

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 53: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 6% DE CLORURO DE SODIO CALICATA 3



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 R.I.P. 339.145 / ASTM D-1983

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO EIDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUMALSHALU - LA UBLERIAJ  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 6% CLORURO DE SODIO

MATERIA : 1 1 1 1 1 1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	25		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12250	12550	11980	12130	13090	13310
Peso de Molde (gr.)	7200	7200	7245	7245	8505	8505
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4950	5350	4734	4884	4585	4805
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.35	2.49	2.25	2.30	2.14	2.26
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2189.06	2219.37	2254.33	2278.25	2024.51	2126.02
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1982.09	1983.74	2049.28	1983.59	1841.88	1837.71
Peso de Agua (gr.)	196.97	235.63	205.05	294.66	182.63	288.31
Peso de Cápsula (gr.)	286.20	287.82	193.11	192.49	192.25	192.82
Peso de Suelo Seco (gr.)	1695.89	1675.92	1856.17	1791.10	1649.62	1644.89
% de Humedad	11.02	15.25	11.05	16.45	11.07	17.53
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.113	2.158	2.054	1.972	1.928	1.922

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRO					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	polg	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	8.0	0.90	8.0	0.90	8.0	0.90
0.63	0.025	45.0	5.33	31.8	3.6	26.9	3.3
1.27	0.050	183.0	21.6	88.0	10.4	74.0	9.0
1.90	0.075	383.0	45.4	197.0	23.3	136.0	16.5
2.54	0.100	558.0	65.5	271.0	32.4	173.0	21.2
3.81	0.150	843.0	100.2	374.0	44.8	218.0	26.8
5.08	0.200	1138.0	136.3	477.0	57.1	284.0	34.8
7.62	0.300	1650.0	196.2	681.0	81.3	399.0	48.8
10.16	0.400	2277.0	271.1	912.0	108.4	529.0	64.8
12.70	0.500	3030.0	358.1	1188.0	141.6	699.0	85.8



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Prof. Angel Luis*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguilar Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Palomares Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 140574

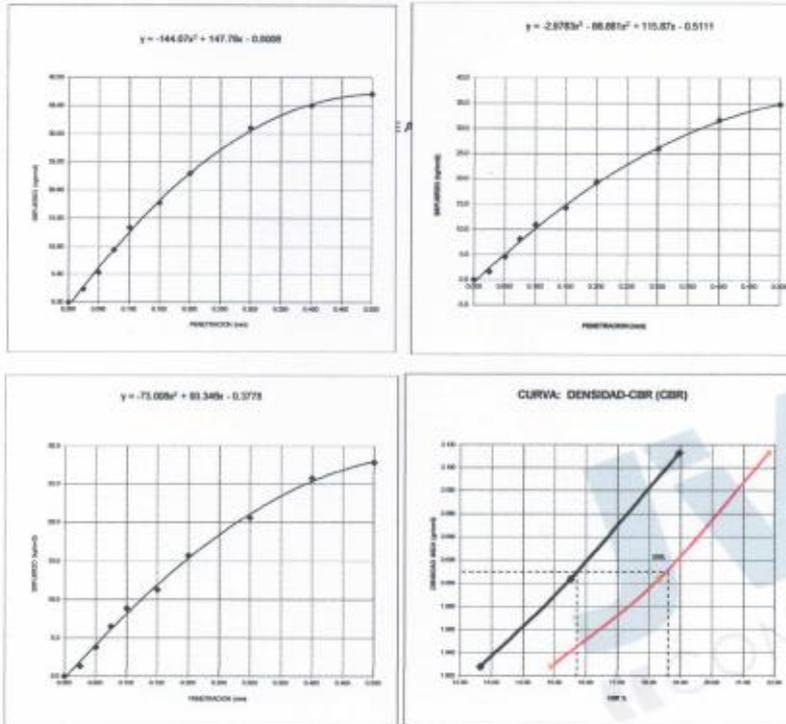
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. I de Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 54: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 6% CLORURO DE SODIO – CALICATA 3



RUC: 20606092297

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	13.3	70.35	18.95	2.113
2	0.1	10.9	70.35	15.50	2.034
3	0.1	8.9	70.35	12.64	1.928

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	23.0	105.46	21.81	2.113
2	0.2	19.3	105.46	18.33	2.034
3	0.2	15.7	105.46	14.90	1.928

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1587

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.11
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.01
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      18.95%      0.2"      21.81%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      15.70%      0.2"      18.60%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto, 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 55: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 10% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO C**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROJAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

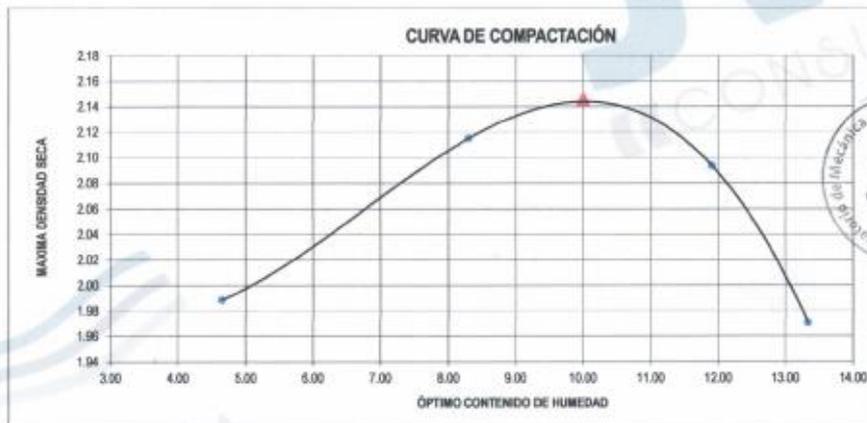
CALICATA : C-1

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 10% CENIZA AGRÍCOLA

Molde N°	C-209
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11137.00	11581.00	11691.00	11459.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4399.00	4843.00	4953.00	4721.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.29	2.34	2.23		
CAPSULA N°	1-61	1-62	1-63	1-64	1-65	1-66
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2472.23	2463.59	2385.17	2472.42		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2266.59	2282.26	2123.34	2192.73		
Peso de Agua (gr.)	205.64	181.74	261.83	279.69		
Peso de Cápsula (gr.)	63.49	64.89	62.69	64.59		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2273.10	2187.36	2030.65	2098.14		
% de Humedad	4.65	8.31	11.91	13.33		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.12	2.09	1.97		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.146
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.00

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 56: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 10% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO

SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - RUJAS RUBIO ELDER DEYNER

UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2021

ANCIÓN : 10% CENIZA AGRÍCOLA

CALICATA : G-1      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3			
MOLDE	56		25		12			
Nº DE GOLPES POR CAPA	4530		4530		4530			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12			
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12290	12730	12130	12810	13210	13790		
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	6505	6505		
Peso del suelo húmedo (gr.)	5030	5470	4884	5564	4705	5285		
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212		
Volumen del Disco Espesador (cm <sup>3</sup> )	1086	1086	1086	1086	1086	1086		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.36	2.57	2.30	2.52	2.21	2.48		
CÁPSULA Nº	1	2	3	4	5	6		
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	1053.38	1113.15	1148.14	1172.02	915.31	1019.87		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	965.79	952.95	1055.10	981.41	843.30	831.53		
Peso de Agua (gr.)	77.59	150.59	93.04	190.61	72.01	188.34		
Peso de Cápsula (gr.)	219.30	220.90	126.20	125.80	125.40	125.90		
Peso de Suelo Seco (gr.)	786.49	741.66	928.90	855.61	717.90	705.63		
% de Humedad	10.12	20.30	10.02	22.27	10.03	26.69		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.148	2.138	2.087	2.083	2.011	1.961		

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.03	0.025	81.0	4.19	62.0	3.2	38.0	3.0
1.27	0.050	157.0	8.11	137.0	7.1	119.0	6.1
1.90	0.075	262.0	13.54	228.0	11.8	187.0	9.7
2.54	0.100	361.0	18.66	299.0	15.5	248.0	12.8
3.81	0.150	473.0	24.44	386.0	19.9	318.0	16.4
5.08	0.200	497.0	25.37	513.0	26.5	421.0	21.8
7.62	0.300	818.0	41.86	681.0	35.2	551.0	28.5
10.16	0.400	912.0	47.13	833.0	43.0	653.0	33.7
12.70	0.500	966.0	49.92	915.0	47.3	717.0	37.3



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
  
 Ing. Víctor de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

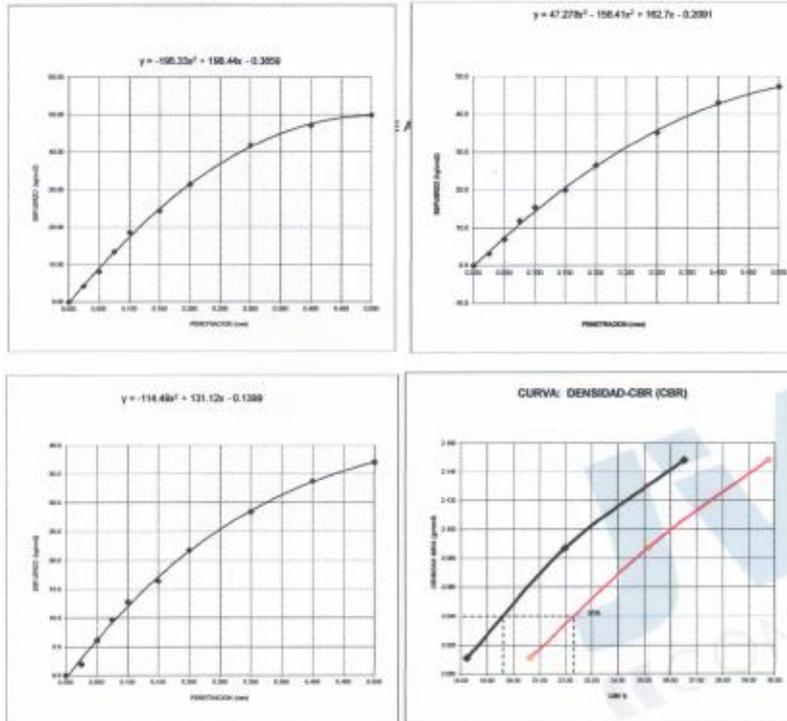
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 57: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 10% CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 1



RUC: 20606092297

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	18.7	70.35	26.52	2.148
2	0.1	15.5	70.35	21.96	2.087
3	0.1	12.8	70.36	18.22	2.011

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	31.4	105.46	29.75	2.148
2	0.2	26.5	105.46	25.14	2.087
3	0.2	21.8	105.46	20.63	2.011

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %	2.15
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	2.04
ÓPTIMO Contenido de Humedad	10.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 26.52%      0.2" 29.75%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 19.60%      0.2" 22.30%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

## ANEXO 58: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 10% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

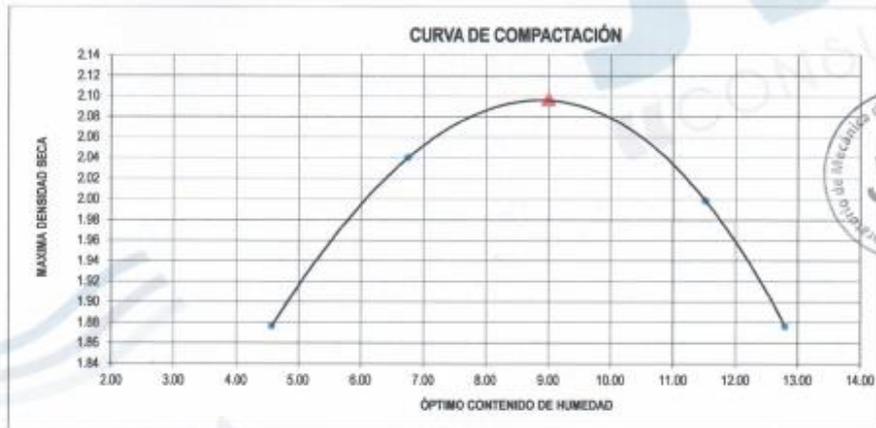
CALICATA : C - 2

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 10% CENIZA AGRÍCOLA

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	10887.00	11342.00	11450.00	11212.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4149.00	4604.00	4712.00	4474.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96	2.18	2.23	2.12		
CÁPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1432.83	1424.53	1353.93	1433.03		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1373.69	1339.65	1222.45	1279.00		
Peso de Agua (gr)	59.14	84.88	131.48	153.23		
Peso de Cápsula (gr.)	91.53	82.97	80.79	82.62		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1292.15	1256.68	1141.66	1197.18		
% de Humedad	4.58	6.75	11.52	12.80		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.88	2.04	2.00	1.86		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.097
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.00

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Agustín Díaz*  
 Ing. Victoria Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 59: FICHA DE ENSAYO DE CFR. – 10% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 338.145 / ASTM D-1583

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ QUEWARA, ANA MARIA - ROSAS RUBIO ILDER DEYMER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 10% CENIZA AGRÍCOLA

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
MOLDE	56				25				12			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
SOBRECARGA (gr.)	4530				4530				4530			
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	12120	12420	15880	17300	12960	13480	12960	13480	8505	8505	8505	8505
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	4634	4634	4634	4634	4455	4455	4455	4455
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4900	5160	8634	10054	8326	8846	8326	8846	4050	4050	4050	4050
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.29	2.43	2.18	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2167.50	2207.30	2242.30	2285.20	2009.50	2114.00	2009.50	2114.00	1806.82	1755.65	1806.82	1755.65
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1908.91	1935.68	2008.22	1920.53	1806.82	1755.65	1806.82	1755.65	150.38	150.38	150.38	150.38
Peso de Agua (gr.)	198.59	271.62	174.08	345.67	150.38	358.35	150.38	358.35	150.38	150.38	150.38	150.38
Peso de Cápsula (gr.)	244.28	245.88	151.18	150.58	150.38	150.38	150.38	150.38	150.38	150.38	150.38	150.38
Peso de Suelo Seco (gr.)	1754.63	1689.80	1917.04	1769.95	1706.44	1605.27	1706.44	1605.27	150.38	150.38	150.38	150.38
% de Humedad	9.04	16.07	9.08	19.53	9.01	22.33	9.01	22.33	9.01	22.33	9.01	22.33
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.066	2.090	1.997	1.988	1.922	1.912	1.922	1.912	1.922	1.912	1.922	1.912

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	8.0	0.09	8.0	0.0	8.0	0.0
0.63	0.025	37.0	2.95	43.0	3.2	32.0	1.1
1.27	0.050	119.0	6.15	104.0	3.4	88.0	4.5
1.90	0.075	285.0	10.39	170.0	9.2	144.0	7.4
2.54	0.100	387.0	14.83	236.0	12.2	194.0	10.0
3.81	0.150	379.0	19.39	307.0	15.9	252.0	13.0
5.08	0.200	489.0	25.27	412.0	21.3	336.0	17.4
7.52	0.300	655.0	33.83	550.0	28.4	440.0	22.7
10.16	0.400	799.0	38.19	682.0	35.2	518.0	26.8
12.70	0.500	783.0	40.47	752.0	38.9	547.0	28.3



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguilar Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

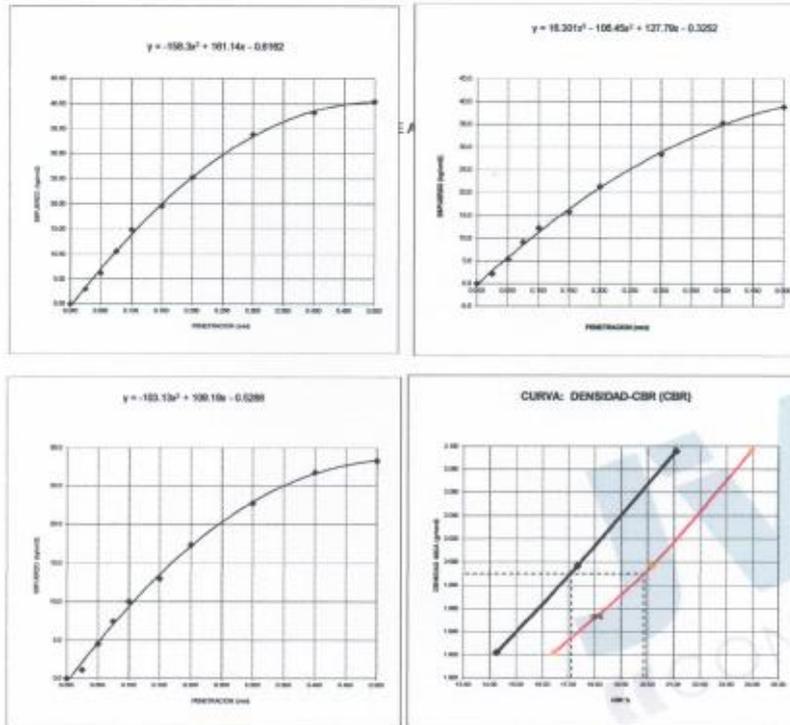
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 60: FICHA DE ENSAYO DE CFR. – GRÁFICOS – 10% CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 2



RUC: 20606092297

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	14.8	70.35	21.08	2.096
2	0.1	12.2	70.35	17.34	1.997
3	0.1	10.0	70.35	14.25	1.922

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	25.3	105.46	23.96	2.096
2	0.2	21.3	105.46	20.19	1.997
3	0.2	17.4	105.46	16.47	1.922

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.10
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.99
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      21.08%      0.2"      23.96%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      17.10%      0.2"      19.85%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 61: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 10% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 3



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

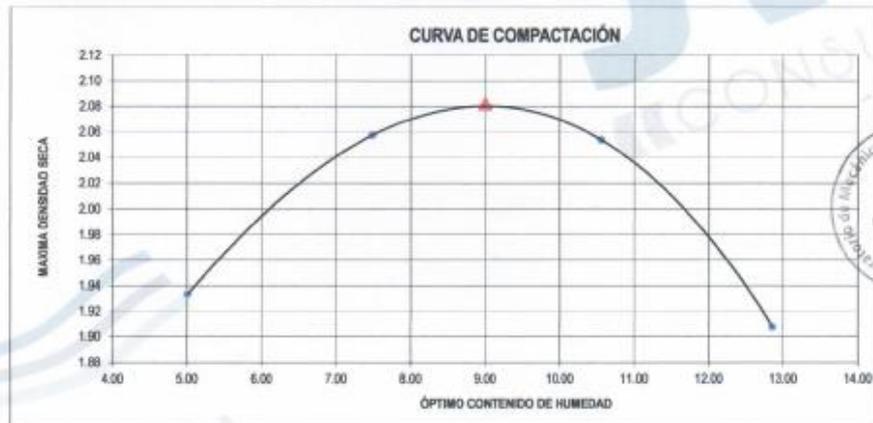
CALICATA : C-3

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 10% CENIZA AGRÍCOLA

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11029.00	11413.00	11038.00	11285.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4291.00	4675.00	4800.00	4551.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.21	2.27	2.15		
CAPSULA Nº	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1124.32	1116.34	1012.57	1099.86		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1076.04	1045.59	925.61	990.09		
Peso de Agua (gr.)	48.88	70.75	87.36	113.77		
Peso de Cápsula (gr.)	99.09	100.96	96.28	100.95		
Peso de Suelo Seco (gr.)	976.95	944.63	827.33	889.14		
% de Humedad	5.00	7.49	10.56	12.85		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	2.06	2.05	1.91		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.062
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.00

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Aragón Díaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

## ANEXO 62: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 10% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 3



RUC: 20606092297

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

#### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUGO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARIA - ROSAS RUBIO EIDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUGO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 10% CENIZA AGRÍCOLA

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3			
MOLDE	56		25		12			
Nº DE GOLPES POR CAPA	4530		4530		4530			
SOBRE CARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12095	12405	11925	11985	12995	13165	13165	13165
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	8505	8505	8505	8505
Peso de suelo húmedo (gr.)	4835	5145	4679	4739	4390	4660	4660	4660
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.27	2.42	2.15	2.23	2.06	2.19	2.19	2.19
CÁPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	6	6
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	1147.88	1197.58	1232.91	1296.59	999.55	1104.42	1104.42	1104.42
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1060.88	993.51	1147.55	1112.86	934.19	949.98	949.98	949.98
Peso de Agua (gr)	86.98	204.17	85.36	143.73	65.36	154.44	154.44	154.44
Peso de Cápsula (gr.)	102.16	103.74	209.03	168.42	208.27	100.75	100.75	100.75
Peso de Suelo Seco (gr.)	958.72	889.77	938.52	1004.44	725.92	841.23	841.23	841.23
% de Humedad	9.07	22.95	9.10	14.31	9.00	18.36	18.36	18.36
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.894	1.987	1.973	1.949	1.894	1.851	1.851	1.851

#### ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs		NO SE REGISTRÓ							
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.90	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	48.0	2.48	34.0	1.8	29.0	1.5
1.27	0.050	106.0	5.48	91.0	4.7	77.0	4.0
1.90	0.075	186.0	9.61	160.0	8.3	129.0	6.7
2.54	0.100	261.0	13.49	214.0	11.1	175.0	9.0
3.81	0.150	346.0	17.88	280.0	14.5	221.0	11.4
5.08	0.200	448.0	23.15	377.0	19.5	267.0	15.9
7.62	0.300	603.0	31.16	504.0	26.0	402.0	20.8
10.16	0.400	689.0	35.14	615.0	31.8	502.0	25.9
12.70	0.500	781.0	37.26	676.0	34.9	542.0	28.0



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

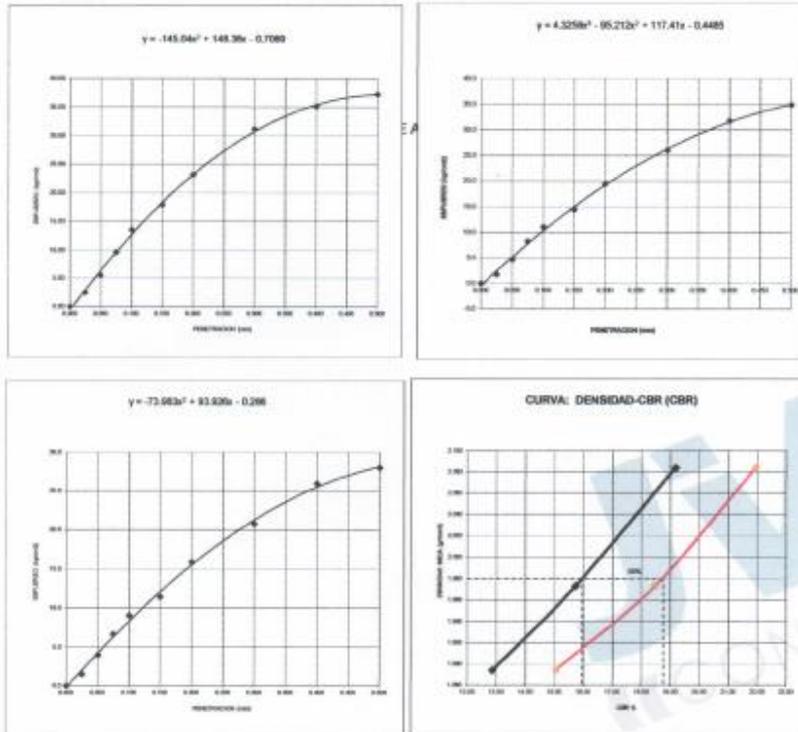
*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

# ANEXO 63: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 10% CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 3



RUC: 20606092297

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	13.5	70.35	19.17	2.084
2	0.1	11.1	70.35	15.72	1.973
3	0.1	9.0	70.35	12.86	1.894

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	23.2	105.46	21.95	2.084
2	0.2	19.5	105.46	18.47	1.973
3	0.2	15.9	105.46	15.04	1.894

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.08			
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %	1.98			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.00			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	19.17%	0.2"	21.95%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	15.95%	0.2"	18.75%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 64: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 15% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO C**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : \*EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO\*  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

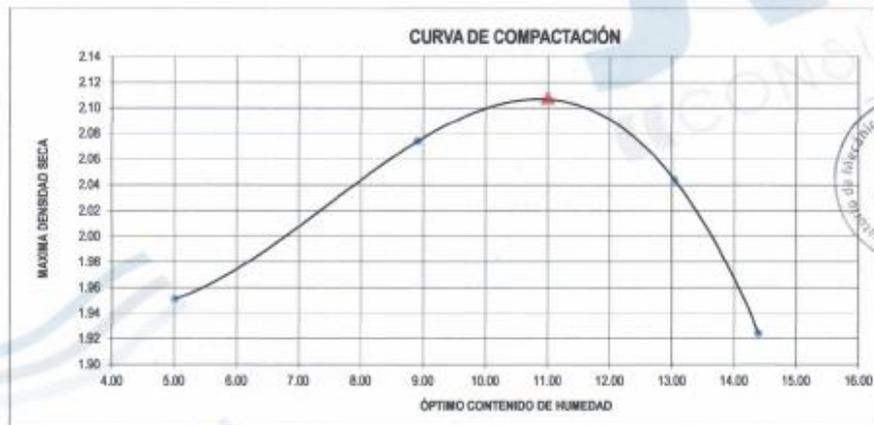
CALICATA : C - 1

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 15% CENIZA AGRÍCOLA

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.05	2.00	3.05	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11968.00	11513.00	11623.00	11391.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4331.00	4775.00	4885.00	4653.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.26	2.31	2.20		
CAPSULA Nº	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	2346.36	2338.12	2239.30	2345.55		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2280.72	2154.38	1991.47	2062.85		
Peso de Agua (gr.)	197.64	183.74	247.83	283.69		
Peso de Cápsula (gr.)	91.13	92.53	90.33	92.23		
Peso de Suelo Seco (gr.)	2147.59	2061.85	1901.14	1970.63		
% de Humedad	8.01	8.91	13.04	14.40		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	2.07	2.04	1.92		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.108
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.00

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramírez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 65: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 15% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRICOLA EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUANCHUCO

SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARIA - ROSAS RUBIO ELDER DEYNER

UBICACION : HUANCHUCO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2021

ADICION : 15% CENIZA AGRICOLA

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12240	12690	12080	12960	13160	13740
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	8505	8505
Peso de Suelo Húmedo (gr.)	4980	5420	4834	5314	4655	5235
Volumen de Molde (cm3)	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espectador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.34	2.56	2.27	2.50	2.19	2.46
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	814.69	864.46	899.45	923.33	899.62	771.18
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	755.10	733.07	822.41	797.72	612.06	632.84
Peso de Agua (gr)	59.59	130.59	77.04	105.61	53.96	138.34
Peso de Cápsula (gr.)	217.19	217.73	124.10	122.99	122.85	123.34
Peso de Suelo Seco (gr.)	537.91	516.14	698.31	634.73	489.91	509.50
% de Humedad	11.06	25.30	11.03	26.09	11.02	27.15
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.108	2.034	2.047	1.982	1.671	1.936

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm2	Carga (Kg)	Kg/cm2	Carga (Kg)	Kg/cm2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	46.0	3.41	47.0	3.4	33.0	3.2
1.27	0.050	142.0	7.34	122.0	6.3	104.0	5.4
1.90	0.075	247.0	12.76	213.0	11.0	172.0	8.9
2.54	0.100	346.0	17.88	284.0	14.7	233.0	12.0
3.18	0.150	458.0	23.67	371.0	19.2	303.0	15.7
5.08	0.200	592.0	30.59	498.0	25.7	406.0	21.0
7.62	0.300	785.0	41.09	666.0	34.4	536.0	27.7
10.16	0.400	897.0	46.36	818.0	42.3	638.0	33.0
12.70	0.500	954.0	49.15	909.0	46.5	702.0	36.3



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

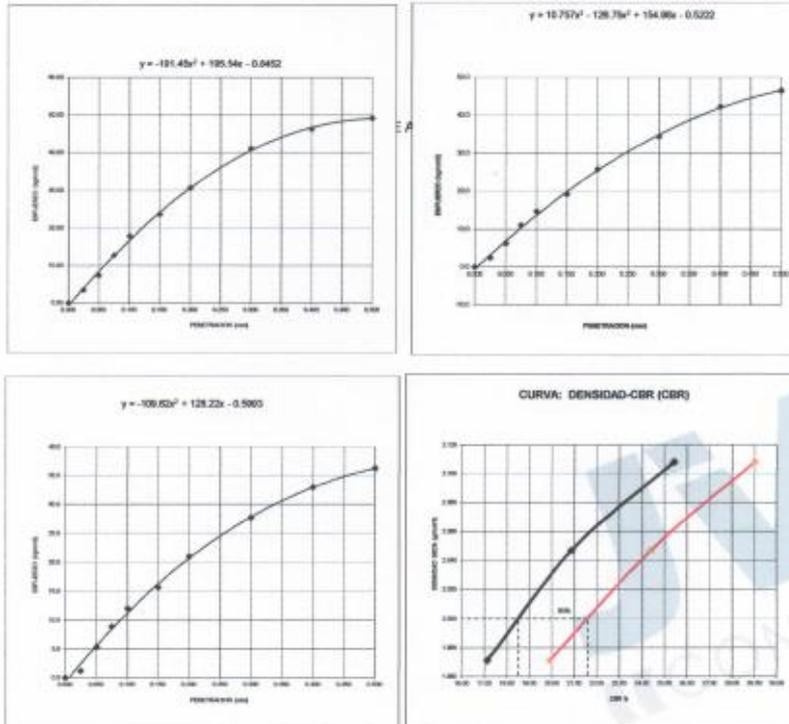
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 66: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 15% CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 1



RUC: 20606092297

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	17.9	70.35	25.42	2.108
2	0.1	14.7	70.35	20.86	2.047
3	0.1	12.0	70.35	17.12	1.971

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	30.6	105.46	29.01	2.108
2	0.2	25.7	105.46	24.40	2.047
3	0.2	21.0	105.46	19.90	1.971

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 100 %	2.11
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) al 95 %	2.00
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      25.42%      0.2"      29.01%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      18.50%      0.2"      21.60%

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Diana Angelle*  
 Ing. Patricia de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL



*Carlos Javier*

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

## ANEXO 67: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 15% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO 0  
ASTM D-1557**

**PROYECTO :** "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
**SOLICITANTE :** DE LA CRUZ GUEWARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
**UBICACIÓN :** HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
**FECHA :** MAYO DEL 2021

**CALICATA :** C - 2

**ESTRATO :** E - 1

**ADICIÓN :** 10% CENIZA AGRÍCOLA

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	10827.00	11282.00	11360.00	11152.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4089.00	4544.00	4622.00	4414.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	2.15	2.20	2.09		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1207.35	1295.05	1228.46	1307.56		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1247.22	1213.18	1096.98	1194.33		
Peso de Agua (gr.)	60.14	85.88	131.48	153.23		
Peso de Cápsula (gr.)	75.26	76.70	74.52	76.35		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1171.96	1136.48	1022.46	1077.98		
% de Humedad	5.13	7.56	12.86	14.21		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.84	2.00	1.95	1.83		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.055
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.00

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
  
**Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz**  
 GERENTE GENERAL

**Carlos Javier Ramirez Muñoz**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Tel.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 68: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 15% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021  
 ALCANTARAL : 15% CENIZA AGRÍCOLA

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		25		12		12		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12065	12295	11755	12175	12035	12355	12355	12355	12355	12355	12355	12355
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	7246	7246	7246	7246	7246	7246	7246	7246
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4805	5035	4509	4929	4789	5109	5109	5109	5109	5109	5109	5109
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.20	2.37	2.12	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	986.24	1036.04	1071.04	1094.94	1094.94	1094.94	1094.94	1094.94	1094.94	1094.94	1094.94	1094.94
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	917.61	914.42	985.95	919.27	919.27	919.27	919.27	919.27	919.27	919.27	919.27	919.27
Peso de Agua (gr)	68.63	121.62	85.09	175.67	175.67	175.67	175.67	175.67	175.67	175.67	175.67	175.67
Peso de Cápsula (gr.)	231.97	233.56	138.86	138.22	138.22	138.22	138.22	138.22	138.22	138.22	138.22	138.22
Peso de Suelo Seco (gr.)	685.64	680.86	847.10	781.05	781.05	781.05	781.05	781.05	781.05	781.05	781.05	781.05
% de Humedad	10.01	17.86	10.04	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.054	2.009	1.927	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs		NO SE REGISTRÓ							
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pelg	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.90	0.500	6.9	0.00	6.9	0.0	6.9	0.0
0.63	0.025	41.9	2.12	26.9	1.3	17.9	0.9
1.27	0.050	96.9	4.85	75.9	3.9	59.9	3.0
1.90	0.075	176.9	9.10	149.9	7.7	115.9	5.9
2.54	0.100	258.9	13.33	207.9	10.7	165.9	8.5
3.81	0.150	337.9	17.42	265.9	13.7	210.9	10.9
5.08	0.200	447.9	23.10	370.9	19.1	264.9	15.2
7.62	0.300	613.9	31.68	508.9	26.3	398.9	20.6
10.16	0.400	697.9	36.02	646.9	33.1	476.9	24.6
12.70	0.500	741.9	38.29	716.9	36.7	565.9	36.1



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria Aguirre*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140378

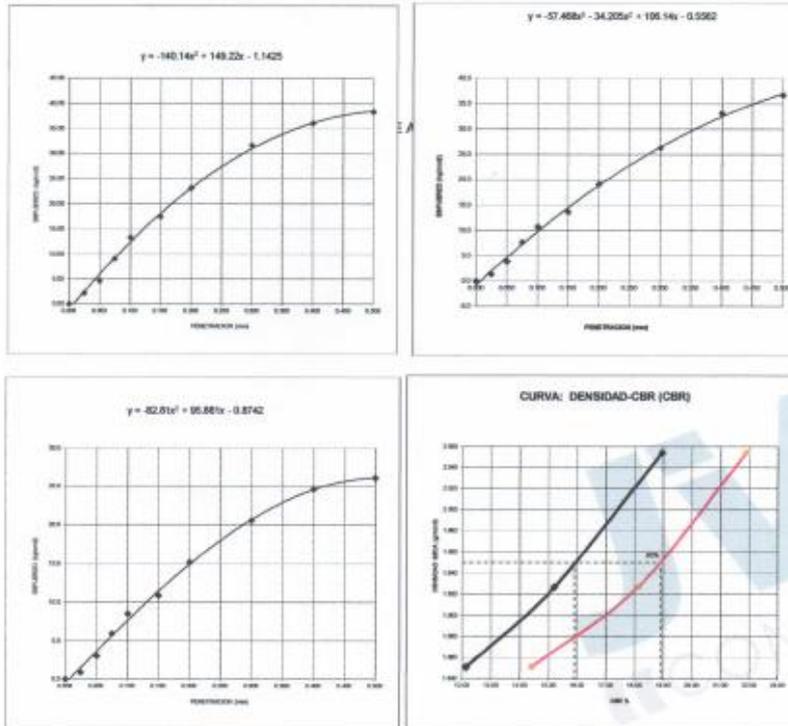
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 79: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 15% CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 2



RUC: 20606092297

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	13.3	70.35	18.95	2.054
2	0.1	10.7	70.35	15.21	1.927
3	0.1	8.5	70.35	12.12	1.851

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	23.1	105.46	21.90	2.054
2	0.2	19.1	105.46	18.13	1.927
3	0.2	15.2	105.46	14.41	1.851

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.05			
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.95			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	10.00			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	18.95%	0.2"	21.90%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	15.90%	0.2"	18.90%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 70: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 15% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 3



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

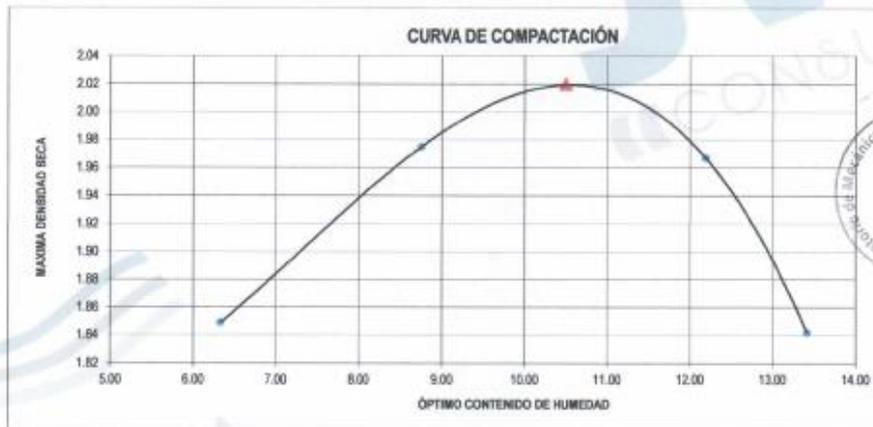
CALICATA : C - 3

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 15% CENIZA AGRÍCOLA

Moldo N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	10994.00	11278.00	11403.00	11154.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4156.00	4540.00	4665.00	4416.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.15	2.21	2.09		
CAPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1087.94	1089.35	985.99	1077.88		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1039.06	1010.61	890.63	958.11		
Peso de Agua (gr)	58.88	78.75	95.36	119.77		
Peso de Cápsula (gr.)	100.90	110.83	108.15	110.82		
Peso de Suelo Seco (gr.)	590.10	699.78	782.48	848.29		
% de Humedad	6.33	8.75	12.19	13.41		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.97	1.97	1.84		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.020
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.50

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL



*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 146574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 71: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 15% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 3



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1683

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRICOLA EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEWARA, ANA MARÍA - RUSAS RUBIO ELIER DE FIER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 15% CENIZA AGRICOLA

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12			
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12010	12320	11740	11900	12010	13000		
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7240	7240	8505	8505		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4750	5060	4494	4654	4305	4575		
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212		
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.23	2.38	2.11	2.19	2.02	2.15		
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6		
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	1011.43	1081.25	1096.48	1120.16	952.12	987.99		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	824.25	910.58	1011.97	955.43	799.75	823.55		
Peso de Agua (gr)	96.48	150.67	84.51	164.73	82.36	144.44		
Peso de Cápsula (gr.)	104.78	106.36	211.65	111.04	210.89	111.37		
Peso de Suelo Seco (gr.)	820.17	804.22	800.32	844.39	588.67	712.18		
% de Humedad	10.54	18.73	10.95	19.51	10.89	20.29		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.020	2.004	1.911	1.831	1.830	1.788		

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION	MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
	mm	kg/cm <sup>2</sup>	mm	kg/cm <sup>2</sup>	mm	kg/cm <sup>2</sup>
0.90	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	39.8	1.50	56.8	0.8	11.8
1.27	0.050	76.8	3.93	87.8	2.9	43.8
1.90	0.075	152.8	7.86	126.8	6.5	95.8
2.54	0.100	227.8	11.73	189.8	9.3	141.8
3.81	0.150	312.8	16.12	246.8	12.7	187.8
5.08	0.200	414.8	21.40	343.8	17.7	273.8
7.62	0.300	569.8	29.41	476.8	24.1	368.8
10.16	0.400	646.8	33.39	581.8	30.0	468.8
12.70	0.500	687.8	35.50	642.8	33.2	508.8



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

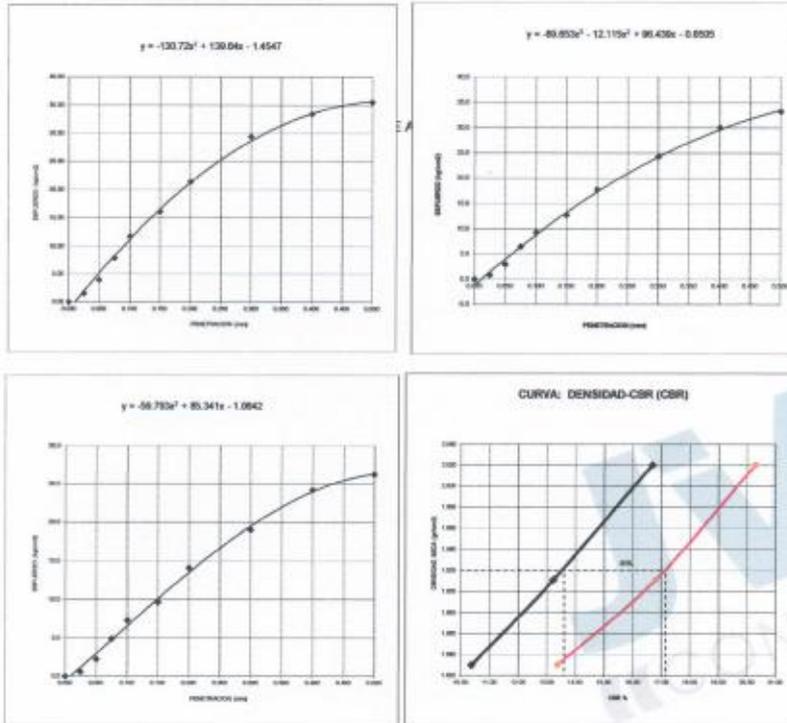
*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

# ANEXO 72: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 15% CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 3



RUC: 20606092297

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	11.7	70.35	16.68	2.020
2	0.1	9.3	70.35	13.22	1.911
3	0.1	7.3	70.35	10.36	1.830

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	21.4	105.46	20.29	2.020
2	0.2	17.7	105.46	16.81	1.911
3	0.2	14.1	105.46	13.38	1.830

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %			2.02
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %			1.92
ÓPTIMO Contenido de Humedad			10.50
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	16.68%	20.29%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	13.60%	17.15%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 73: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 20% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 1



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO C**  
**ASTM D-1557**

PROYECTO : "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO"  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER  
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021

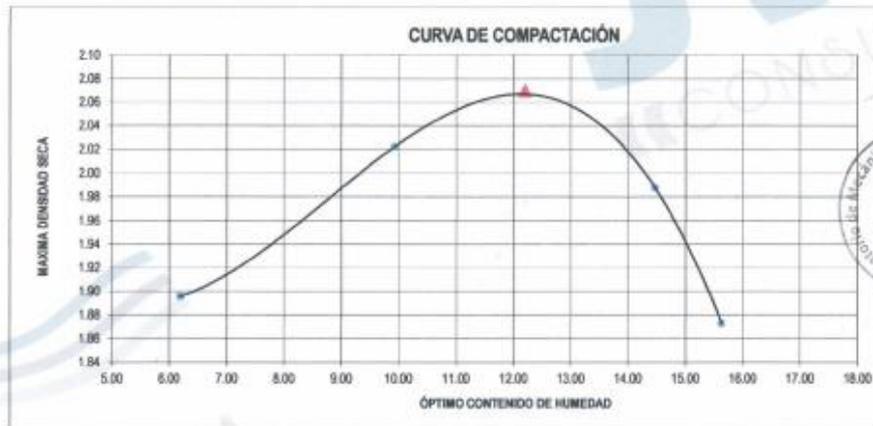
CALICATA : C-1

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 20% CENIZA AGRÍCOLA

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6738
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10994.00	11438.00	11548.00	11376.00		
Peso del Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4256.00	4700.00	4810.00	4578.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.22	2.28	2.17		
CÁPSULA N°	101	102	103	104	105	106
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1759.39	1751.15	1652.33	1759.99		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1662.75	1602.41	1456.50	1535.89		
Peso de Agua (gr)	96.64	148.74	195.83	223.99		
Peso de Cápsula (gr.)	103.49	104.89	102.69	104.59		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1559.26	1497.52	1353.81	1431.30		
% de Humedad	6.20	9.93	14.47	15.63		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.90	2.02	1.99	1.87		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.070
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.20

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Telef.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 74: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 20% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 1



RUC: 20606092297

---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

---

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
N.T.P. 338.145 / ASTM D-1583

---

**PROYECTO :** "EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUANCHICO"  
**SOLICITANTE :** DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ELDER DEYNER  
**UBICACIÓN :** HUANCHICO - LA LIBERTAD  
**FECHA :** MAYO DEL 2021  
**ADICIÓN :** 20% CENIZA AGRÍCOLA

**CALICATA :** C-1      **ESTRATO :** E-1

---

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		56		25		25		12		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	12200	12945	12045	12520	13125	13700	13125	13700	13125	13700	13700	13700
Peso de Molde (gr.)	7200	7200	7240	7240	7240	7240	7240	7240	7240	7240	7240	7240
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4945	5745	4795	5280	5885	6460	5885	6460	5885	6460	6460	6460
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Especificador (cm <sup>3</sup> )	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.32	2.53	2.26	2.48	2.48	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	738.03	780.60	823.90	847.47	890.70	955.32	890.70	955.32	890.70	955.32	955.32	955.32
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	691.04	671.01	740.95	690.90	690.90	690.90	690.90	690.90	690.90	690.90	690.90	690.90
Peso de Agua (gr.)	98.99	117.99	78.94	150.61	199.80	264.42	199.80	264.42	199.80	264.42	264.42	264.42
Peso de Cápsula (gr.)	210.01	210.15	122.02	121.41	121.41	121.41	121.41	121.41	121.41	121.41	121.41	121.41
Peso de Suelo Seco (gr.)	480.23	454.86	604.43	569.49	569.49	569.49	569.49	569.49	569.49	569.49	569.49	569.49
% de Humedad	12.72	25.99	12.72	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.072	2.012	2.010	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930

---

**ENSAYO DE EXPANSION**

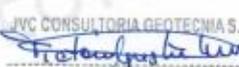
TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs		NO SE REGISTRÓ							
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

---

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 30 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	ts/sg	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.03	0.025	47.0	2.43	38.0	1.4	19.0	1.0
1.27	0.050	123.0	6.36	185.0	5.3	71.0	3.7
1.90	0.075	228.0	11.78	194.0	10.0	153.0	7.9
2.54	0.100	327.0	16.90	305.0	13.7	214.0	11.1
3.81	0.150	439.0	22.69	352.0	18.2	284.0	14.7
5.08	0.200	573.0	29.61	479.0	24.8	387.0	20.0
7.62	0.300	716.0	40.10	647.0	33.4	517.0	26.7
10.16	0.400	878.0	45.37	799.0	41.3	619.0	32.0
12.70	0.500	932.0	48.17	861.0	45.5	683.0	35.3



**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz  
 GERENTE GENERAL

  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

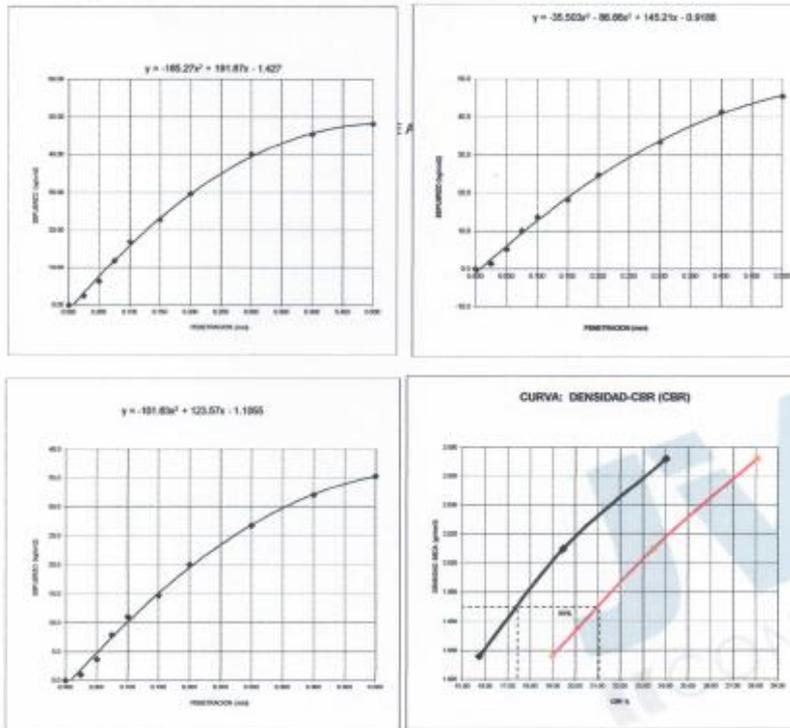
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 75: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 20% CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 1



RUC: 20606092297

CALICATA : C-1      ESTRATO : E-1



**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	18.9	70.35	24.02	2.072
2	0.1	13.7	70.35	19.47	2.010
3	0.1	11.1	70.35	15.72	1.936

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	29.6	105.46	28.08	2.072
2	0.2	24.8	105.46	23.47	2.010
3	0.2	20.0	105.46	18.96	1.936

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %				2.07
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %				1.97
ÓPTIMO Contenido de Humedad				12.28
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	24.02%	0.2"	28.08%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	17.42%	0.2"	21.05%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier*  
 Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



# ANEXO 76: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 20% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**

**MÉTODO 0  
ASTM D-1557**

**PROYECTO :** EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCO  
**SOLICITANTE :** DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILLER DEYNER  
**UBICACIÓN :** HUAMACHUCO - LA LIBERTAD  
**FECHA :** MAYO DEL 2021

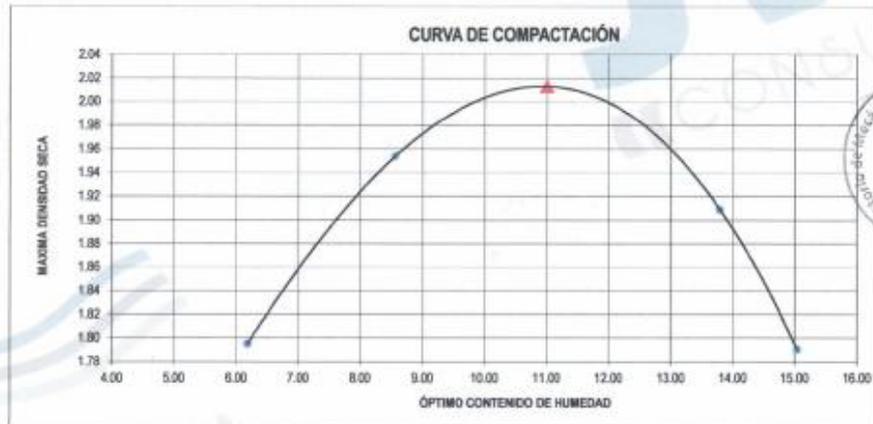
**CALICATA :** C - 2

**ESTRATO :** E - 1

**ADICIÓN :** 20% CENIZA AGRÍCOLA

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6736
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	95

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10767.00	11222.00	11330.00	11502.00		
Peso de Molde (gr.)	6736.00	6736.00	6736.00	6736.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4029.00	4484.00	4592.00	4766.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.91	2.12	2.17	2.06		
CÁPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1279.52	1271.25	1200.68	1279.73		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1210.22	1178.18	1063.98	1124.33		
Peso de Agua (gr)	69.30	93.08	134.70	155.40		
Peso de Cápsula (gr.)	89.97	91.41	89.23	91.06		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1120.25	1086.77	978.75	1033.27		
% de Humedad	6.19	8.56	13.79	15.94		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.95	1.91	1.79		



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.013
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.00

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Prof. Angélica Díaz*  
 Ing. *Prof. Angélica Díaz*  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 77: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 20% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 2



RUC: 20606092297

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**  
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUMACHUCO  
 SOLICITANTE : DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO EIDER DEYMER  
 UBICACIÓN : HUMACHUCO - LA LIBERTAD  
 FECHA : MAYO DEL 2021  
 ADICIÓN : 30% CENIZA AGRÍCOLA

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12			
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11993	12223	11863	12103	12763	13283		
Peso de Molde (gr.)	7390	7390	7245	7245	8505	8505		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4723	4933	4437	4857	4258	4778		
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	3212	3212	3212	3212	3212	3212		
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.23	2.33	2.09	2.28	2.00	2.25		
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6		
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	897.60	937.40	972.40	996.30	739.60	844.10		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	824.47	825.78	891.32	832.63	681.91	695.75		
Peso de Agua (gr)	83.13	111.62	81.08	163.67	57.69	148.35		
Peso de Cápsula (gr.)	251.66	253.28	158.58	157.94	157.79	158.27		
Peso de Suelo Seco (gr.)	572.78	572.50	732.74	674.69	524.12	537.48		
% de Humedad	11.92	19.80	11.07	24.26	11.01	27.80		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.004	1.953	1.876	1.836	1.803	1.761		

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs									
24 hrs				NO SE REGISTRÓ					
48 hrs									
72 hrs									
96 hrs									

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE 1 36 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psig	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	Kg/cm <sup>2</sup>
0.31	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	38.0	1.36	23.0	1.2	16.0	0.8
1.27	0.050	95.0	4.91	76.0	3.6	54.0	2.8
1.90	0.075	161.0	8.32	134.0	6.9	106.0	5.2
2.54	0.100	243.0	12.56	192.0	9.9	156.0	7.8
3.81	0.150	323.0	16.64	250.0	12.9	195.0	10.1
5.08	0.200	433.0	22.33	355.0	18.1	279.0	14.4
7.62	0.300	598.0	30.90	493.0	25.5	383.0	19.8
10.16	0.400	882.0	35.25	625.0	32.3	463.0	23.8
12.70	0.500	126.0	37.52	695.0	35.0	496.0	25.3



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguilar Diaz  
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

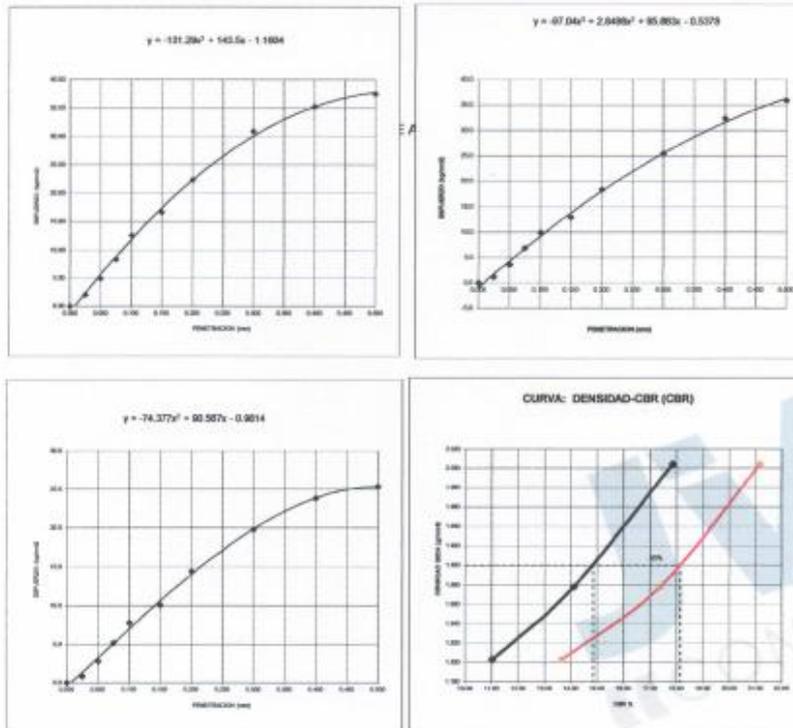
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 78: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 20% CENIZA AGRICOLA – CALICATA 2



RUC: 20606092297

CALICATA : C-2      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.1	12.6	70.35	17.85	2.004
2	0.1	9.9	70.35	14.10	1.878
3	0.1	7.8	70.35	11.02	1.803

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	PRESION PATRÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
1	0.2	22.3	105.46	21.17	2.004
2	0.2	18.3	105.46	17.40	1.878
3	0.2	14.4	105.46	13.67	1.803

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 100 %				2.01
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) al 95 %				1.91
OPTIMO Contenido de Humedad				11.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	17.85%	0.2"	21.17%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	14.85%	0.2"	18.15%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Arguín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Arguín Díaz  
GERENTE GENERAL

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

## ANEXO 79: FICHA DE PROCTOR MODIFICADO – 20% DE CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 3



RUC: 20606092297

---

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

---

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO 0**  
**ASTM D.1557**

---

PROYECTO :	*EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y CENIZA AGRÍCOLA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO, EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, HUAMACHUCCO*
SOLICITANTE :	DE LA CRUZ GUEVARA, ANA MARÍA - ROSAS RUBIO ILDER DEYNER
UBICACIÓN :	HUAMACHUCCO - LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2021

CALICATA :	C-3		Moldes N°	C-205
ESTRATO :	E-1		Peso del Molde gr.	6738
ADICIÓN :	20% CENIZA AGRICOLA		Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2114
			N° de Capas	5
			N° de Golpes por capa	55

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10835.00	11223.00	11348.00	11099.00		
Peso de Molde (gr.)	6738.00	6738.00	6738.00	6738.00		
Peso de suelo Húmedo (gr.)	4101.00	4485.00	4610.00	4361.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94	2.12	2.18	2.06		
CÁPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1551.65	1043.08	939.71	1026.60		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	992.78	964.33	844.35	912.83		
Peso de Agua (gr.)	58.88	78.75	95.36	113.77		
Peso de Cápsula (gr.)	118.90	118.37	115.69	116.36		
Peso de Suelo Seco (gr.)	878.28	845.96	728.66	794.47		
% de Humedad	6.72	9.31	13.09	14.32		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.94	1.93	1.80		

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



MAXIMA DENSIDAD SECA

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.990
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.30

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria G. Los Angeles Aguilar Díaz  
GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

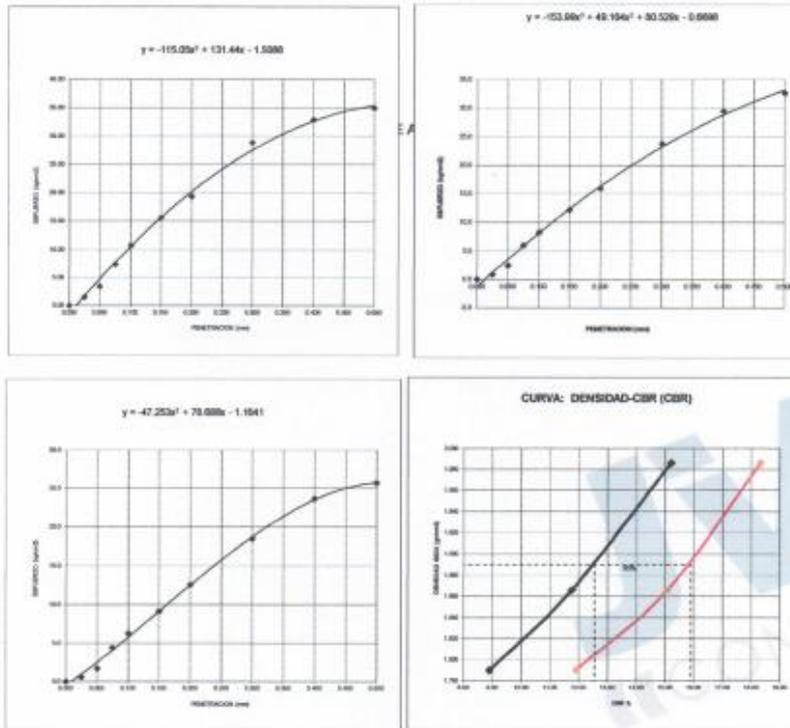
**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 80: FICHA DE ENSAYO DE CBR – 20% DE CENIZA AGRÍCOLA CALICATA 3



RUC: 20606092297

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	10.7	70.35	15.21	1.986
2	0.1	8.3	70.35	11.75	1.866
3	0.1	6.3	70.35	8.99	1.790

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	19.3	105.46	18.33	1.986
2	0.2	15.9	105.46	15.09	1.866
3	0.2	12.6	105.46	11.91	1.790

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.99			
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.89			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.30			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	15.21%	0.2"	18.33%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	12.56%	0.2"	15.90%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

*Victoria de los Angeles Aguirre Diaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Diaz  
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

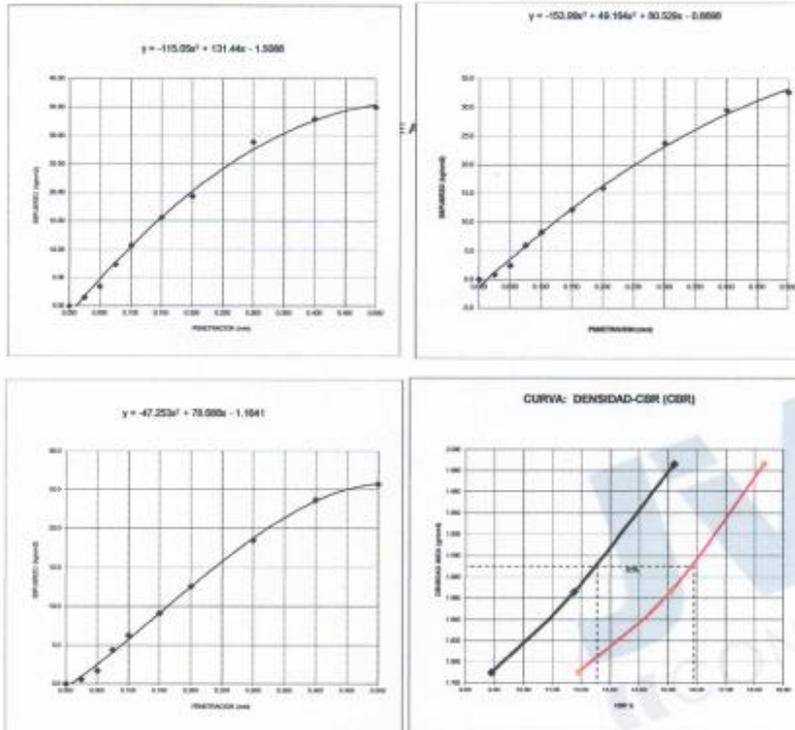
consultoriageotecniajvc@gmail.com

# ANEXO 81: FICHA DE ENSAYO DE CBR – GRÁFICOS – 20% CENIZA AGRÍCOLA – CALICATA 3



RUC: 20606092297

CALICATA : C-3      ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	10.7	70.35	15.21	1.986
2	0.1	8.3	70.35	11.75	1.866
3	0.1	6.3	70.35	8.89	1.790

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	19.3	105.46	18.33	1.986
2	0.2	15.9	105.46	15.09	1.866
3	0.2	12.6	105.46	11.91	1.790

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.99
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.89
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.30
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"      15.21%      0.2"      18.33%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"      12.65%      0.2"      15.90%

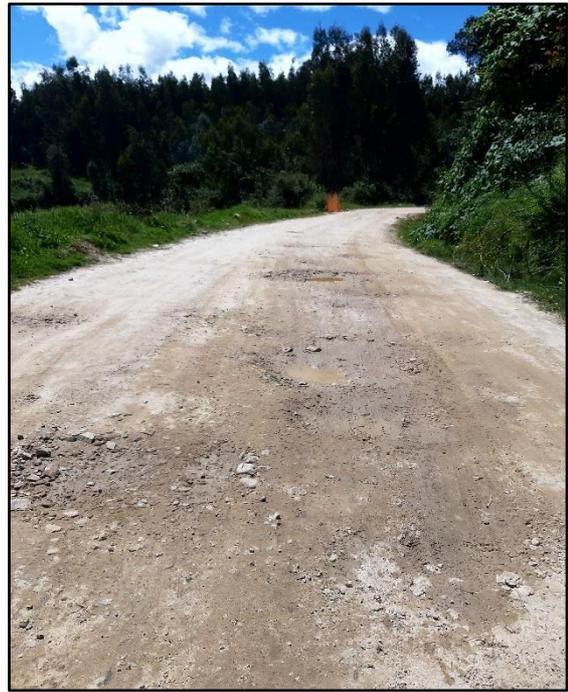


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
*Victoria de los Angeles Aguirre Díaz*  
 Ing. Victoria de los Angeles Aguirre Díaz  
 GERENTE GENERAL

*Carlos Javier Ramirez Muñoz*  
 Carlos Javier Ramirez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

## ANEXO 82: FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



1.- Reconocimiento de la zona de estudio carretera desvió Yamobamba – La Florida - Huamachuco



2.- Recolección de insumos propios de la zona en estudio para obtener la ceniza agrícola, como son hojas de eucalipto, panca de maíz y cascara de chocho



**3.- Toma de muestras de hojas de eucalipto, panca de maíz y cascara de chocho**



**4.- Quema de insumos obtener la ceniza agrícola, como son hojas de eucalipto, panca de maíz y cascara de chocho**



**5.- Ubicación y excavación de las calicatas para la toma de muestras a una profundidad de 1.50 m**



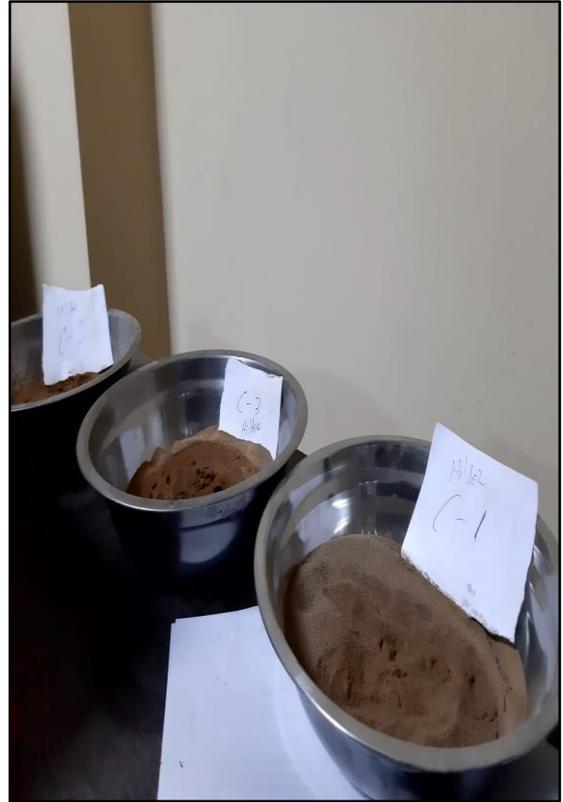
**6.- Ubicación y excavación de las calicatas para la toma de muestras a una profundidad de 1.50 m**



**7.- Determinación del contenido de humedad natural de la muestra de suelo por la técnica de secado en el horno**



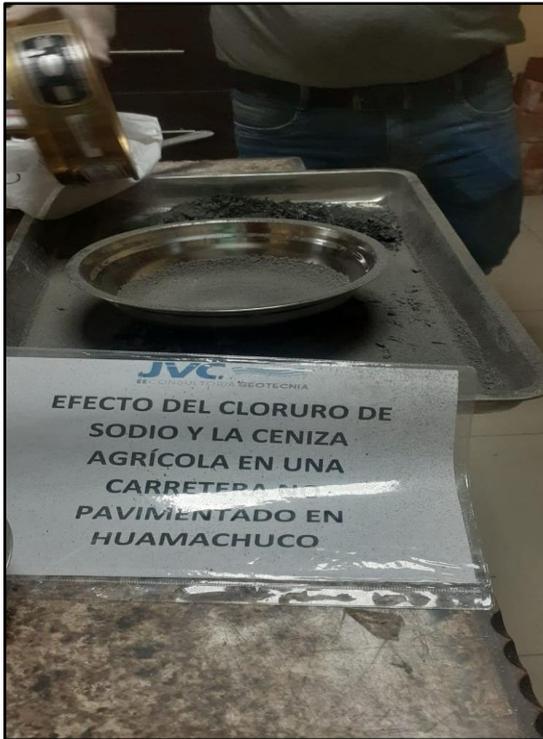
**8.- Realizando el análisis granulométrico mediante el tamizado de las muestras.**



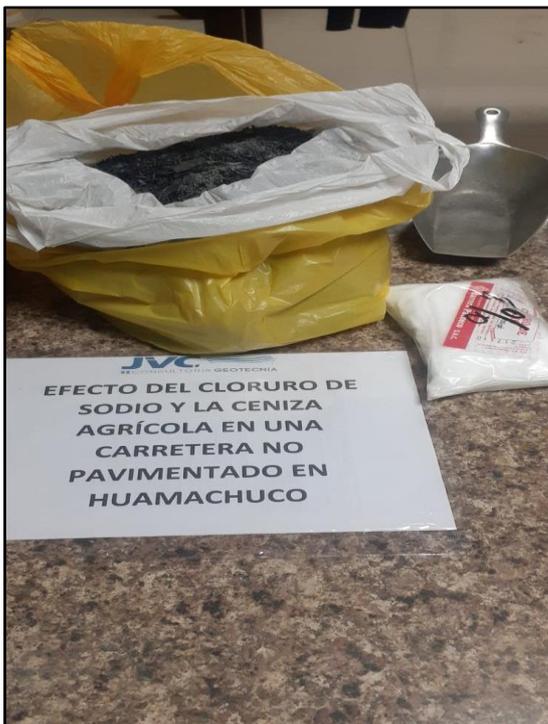
**9.- Clasificaciones de suelos después de realizar el análisis granulométrico de la muestra de suelo**



**10.- Realizamos el ensayo de Proctor Modificado y CBR a cada muestra de suelo**



11.- Cloruro de sodio y ceniza agrícola para los ensayos de laboratorio con sus proporciones ya mencionadas anteriormente.



12.- Se realiza las adiciones de cloruro de sodio y ceniza agrícola al suelo natural, para realizar los ensayos de laboratorio.



**13.- Se procede añadir el cloruro de sodio y ceniza agrícola para los ensayos respectivos.**



**14.- Se realiza el ensayo de Proctor modificado y CBR con adición de cloruro de sodio y ceniza agrícola de las muestras.**