



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y  
cloruro de Sodio en la Av. El olivar, Huarmey - 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Huerta Huaman, Erwin Jesus ([orcid.org/0000-0002-4982-9640](https://orcid.org/0000-0002-4982-9640))

Tomaya Murga, Víctor Luis ([orcid.org/0000-0001-6948-9332](https://orcid.org/0000-0001-6948-9332))

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo ([orcid.org/0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiarme por el buen camino y darme fuerzas para continuar.

Agradezco a mi familia por su amor y apoyo incondicional para hacer realidad el sueño de mi vida.

**Erwin Jesús Huerta Huamán**

A mis padres, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

**Victor Luis Tomaya Murga.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a mi asesor Ing. Carlos Danilo Minaya Rosario, por su tiempo, consejos y apoyo incondicional para llevar a cabo mi proyecto de investigación.

A mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor y recursos para mis estudios. Me enseñaron todo como persona: valores, principios, carácter, logros, perseverancia, valentía para alcanzar mis metas.

**Erwin Jesús Huerta Huamán.**

Agradezco a mis padres que han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, a mi asesor y docente ing. Minaya Rosario Carlos Danilo, por sus sabias palabras, por brindarme sus conocimientos y sus consejos que fortalecieron mi persona.

**Víctor Luis Tomaya Murga.**

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variable y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...21	
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES.....	64
VII. RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS.....	67
ANEXOS.....	34

## Índice de tablas

Tabla 1. Número de Fondos para Exploracion de Suelos.....	18
Tabla 2. Número de Prueba MR y CR.....	19
Tabla 3. Muestra de Probetas.....	20
Tabla 4. Prueba de laboratorio.....	21
Tabla 5. tamizado de la Calicata C1-M1.....	26
Tabla 6. tamizado de la Calicata C2-M1.....	27
Tabla 7. Tamizado de la muestra de la calicata C3-M1.....	27
Tabla 8. Resultados de los ensayos de laboratorio de la muestra patrón C3-M1....	31
Tabla 9. Solución del ensayo de Limites de Atterberg de la muestra natural.....	32
Tabla 10. Límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad.....	35
Tabla 11. Resultados del Proctor modificado C3-M1.....	36
Tabla 12. Resultados de Proctor modificado C3-M1 + 3%cloruro de sodio.....	37
Tabla 13. Resultados de Proctor modificado C3-M1 + 5%cloruro de sodio.....	38
Tabla 14. Resolución de Proctor modificado C3-M1 + 7%cloruro de sodio.....	38
Tabla 15. Comparación de resultados de Proctor Modificado de la muestra C3-M1+ 3%, 5% y 7% cloruro de Sodio.....	39
Tabla 16. Resultados de Proctor modificado C3-M1 + 5%ceniza de carrizo.....	40
Tabla 17. Solución de Proctor modificado C3-M1 + 10%ceniza de carrizo.....	41
Tabla 18. Solución del proctor modificado C3-M1 + 15%ceniza de carrizo.....	42
Tabla 19. Comparación de resultado del Proctor Modificado de la muestra C3-M1+ 5%, 10% y 15% ceniza de carrizo.....	42
Tabla 20. Solución del ensayo CBR del fondo C3-M1.....	44
Tabla 21. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+3% Cloruro de Sodio.....	46
Tabla 22. Prueba del CBR de la muestra C3-M1+5% Cloruro de Sodio.....	47
Tabla 23. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+7% Cloruro de Sodio.....	49
Tabla 24. Comparación de resultados del CBR de la muestra C3-M1+3%, 5% y 7% de Cloruro de Sodio.....	50
Tabla 25. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+5% Ceniza de carrizo.....	51
Tabla 26. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+10% Ceniza de carrizo.....	53
Tabla 27. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+15% Ceniza de carrizo.....	54
Tabla 28. Comparación de resultados del CBR de la muestra C3-M1+5%, 10% y 15% de Ceniza de Carrizo.....	56

Tabla 29. Resultados de CBR.....57

## Índice de figuras

Figura 1: Datos para la evaluación de CBR ponderado.....	12
Figura 2: Producción de Ceniza de Carrizo.....	14
Figura 3: Mapa del Perú.....	24
Figura 4: Mapa de Huaraz.....	24
Figura 5. Ubicación de la Av. Olivar.....	24
Figura 6. Calicata C1-M1.....	25
Figura 7. Calicata C2-M1.....	25
Figura 8. Calicata C3-M1.....	25
Figura 9. Análisis Granulométrico del fondo C1-M1.....	28
Figura 10. Análisis Granulométrico del fondo C2-M1.....	29
Figura 11. Análisis Granulométrico del Fondo C3-M1.....	30
Figura 12. Gráfica del límite de consistencia de la muestra patrón.....	31
Figura 13. Grafica del optimo contenido de humedad de la muestra patrón.....	32
Figura 14. Gráfica de la máxima densidad seca de la muestra patrón.....	33
Figura 15. Gráfica del CBR de la muestra patrón.....	33
Figura 16. Prueba granulométrica.....	34
Figura 17. Límites de consistencia.....	34
Figura 18. Gráfico del límite líquido y limite plástico de la muestra C3-M1.....	35
Figura 19. Muestra Ensayo de Proctor.....	36
Figura 20. Ensayo de Proctor.....	36
Figura 21. Gráfica de Proctor Modificado C3-M1.....	37
Figura 22. Gráfica de Proctor modificado, C3-M1 +3%cloruro de sodio.....	37
Figura 23. Gráfica de Proctor Modificado, C3-M1 +5%cloruro de sodio.....	38
Figura 24. Gráfica de Proctor Modificado, C3-M1 +7%cloruro de sodio.....	39
Figura 25. Balance de datos obtenidos del Proctor Modificado del fondo C3-M1 + 3%, 5% y 7% de cloruro de sodio.....	40
Figura 26. Gráfica de Proctor Modificado C3-M1 +5%ceniza de carrizo.....	41
Figura 27. Gráfica de Proctor Modificado C3-M1 +10%ceniza de carrizo.....	41
Figura 28. Gráfica de Proctor Modificado C3-M1 +15%ceniza de carrizo.....	42
Figura 29. Comparación de datos obtenidos del Proctor Modificado de la calicata C3-M1 + 5%, 10% Y 15% de ceniza de carrizo.....	43

Figura 30. Análisis de Suelo para CBR.....	44
Figura 31. Ensayo de CBR.....	44
Figura 32. Prueba de CBR del fondo C3-M1.....	45
Figura 33. Prueba de CBR del fondo C3-M1.....	45
Figura 34. Prueba CBR, de la muestra C3-M1+3% Cloruro de Sodio.....	46
Figura 35. Prueba de CBR de muestra C3-M1+3% Cloruro de Sodio.....	47
Figura 36. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+5% Cloruro de Sodio.....	48
Figura 37. Prueba de CBR de muestra C3-M1+5% Cloruro de Sodio.....	48
Figura 38. Prueba CBR, de la muestra C3-M1+7% Cloruro de Sodio.....	49
Figura 39. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+7% Cloruro de Sodio.....	50
Figura 40. Comparación del resultado de CBR de la muestra C3-M1+3%, 5% y 7% de Cloruro de Sodio.....	51
Figura 41. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+5% Ceniza de Carrizo.....	52
Figura 42. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+5% Ceniza de Carrizo.....	52
Figura 43. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+10% Ceniza de Carrizo.....	53
Figura 44. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+10% Ceniza de Carrizo.....	54
Figura 45. Ensayo de CBR de la muestra C3-M1+15% Ceniza de Carrizo.....	55
Figura 46. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+15% Ceniza de Carrizo.....	56
Figura 47. Comparación de resultados de CBR de la muestra C3-M1+5%, 10% y 15% de Ceniza de Carrizo.....	57
Figura 48. Resultados de CBR suelo patrón añadiendo el 3%, 5%, 7% de cloruro de sodio y 5%, 10%, 15% de Ceniza de Carrizo.....	58
Figura 49. Resultados de diseño con CBR ponderado SN añadiendo el 5%, 7% de cloruro de sodio.....	59
Figura 50. Resultados de diseño con CBR ponderado SN añadiendo el 5%, 10% de Ceniza de carrizo.....	60



## RESUMEN

El objetivo general de este estudio fue evaluar los efectos de la ceniza de carrizo y el cloruro de sodio en la estabilización del suelo en la Av. El Olivar, Huarmey-2022; realizando pruebas de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Formulación de la metodología: El diseño del estudio fue experimental, su tipo de estudio fue descriptivo. Estos resultados son basados en los objetivos específicos al incorporar ceniza de carrizo al 5%, 10%, 15% y cloruro de sodio al 3%, 5%, 7%. Primer objetivo, disminuye el IP adicionando CC al 5%, 10%, 15% y NaCl al 3%, 5%, 7%, no se obtuvo resultados para IP. Segundo objetivo, determinar la MDS del patrón, con 5% de CC aumentó de 2,167 g/cm<sup>3</sup> a 2,18 g/cm<sup>3</sup> y 7% de NaCl aumentó de 2,167 g/cm<sup>3</sup> a 2,18 g/cm<sup>3</sup>. Tercer objetivo, se determina el CBR al 95%, con la MDS de la muestra el 15% aumento de 29% a 42.5% en CC y con el 7% aumento el 29% a 39% en NaCl. En conclusión, la formulación de ceniza de carrizo y el cloruro de sodio, mejoró las propiedades de la subrasante.

**Palabras clave:** Estabilización, Ceniza de Carrizo, Cloruro de Sodio, Subrasante.

### **Abstract**

The general objective of this study was to evaluate the effects of reed ash and sodium chloride on soil stabilization at Av. El Olivar, Huarmey-2022; performing granulometry tests, Atterberg limits, modified Proctor and CBR. Formulation of the methodology: The design of the study was experimental, its type of study was descriptive. These results are based on the specific objectives of incorporating reed ash at 5%, 10%, 15% and sodium chloride at 3%, 5%, 7%. First objective, decrease the IP by adding CC at 5%, 10%, 15% and NaCl at 3%, 5%, 7%, no results were obtained for IP. Second objective, to determine the MDS of the standard, with 5% CC increased from 2.167 g/cm<sup>3</sup> to 2.18 g/cm<sup>3</sup> and 7% NaCl increased from 2.167 g/cm<sup>3</sup> to 2.18 g/cm<sup>3</sup>. Third objective, the CBR is determined at 95%, with the MDS of the 15% sample increased from 29% to 42.5% in CC and with 7% it increased from 29% to 39% in NaCl. In conclusion, the formulation of reed ash and sodium chloride improved the properties of the subgrade.

**Keywords:** Stabilization, Reed Ash, Sodium Chloride, Subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

En el plano internacional, las carreteras son vías de acceso a diversas partes de un país y de un continente, para el desarrollo económico y social en beneficio de un estado. A nivel internacional, podemos decir que la inversión en infraestructura vial resulta indispensable para el desarrollo de un país, como resultado es la elevación de la competitividad económica, satisfaciendo las condiciones básicas para el desarrollo de las actividades productivas. Para evitar esto, es de mucha importancia mencionar las fallas que llega a deteriorar la vía. El problema común, son los cambios climáticos, lo cual hace que la carretera tienda a sufrir deformaciones, deterioro a temprana edad y desgaste. Para este tipo de problema, los países de Colombia, Ecuador y España, mencionan que las estructuras horizontales, que son las obras viales, lo realizan mediante un tratamiento físico – químico de los materiales en sus suelos para mejorar la estabilización de esta. Añadiendo en la estructura aditivos como el cemento y cal, los cuales mencionan que presenta un mejor rendimiento en las propiedades intrínsecas de los suelos inestables, aumentando la resistencia de la capacidad portante y disminuyendo el índice de plasticidad, y en el continente europeo para poder llegar a estos índices de rendimiento, mencionan que incorporan ciertos aditivos como es la ceniza de cabuya y el yesífero en polvo.

A nivel nacional, en el estado peruano, sus regiones y departamentos, presentan en la mayoría de sus carreteras un mal estado, como son las ciudades de Chimbote, Lambayeque y Trujillo. Cabe mencionar que el Perú, siendo un país poli climático y además presentando diversos tipos de suelos, tanto en la costa sierra y selva, el gobierno trata de seguir mejorando y realizando obras viales cada vez añadiendo mejores aditivos, siendo en su gran parte químicos, hasta un cierto tiempo de vida, ya que, para el mantenimiento de esta, puede llegar a ser muy costoso. Las fallas más mencionadas en las investigaciones realizadas en el territorio peruano, nos dicen que es por gran parte la inadecuada estabilización de los suelos, ya hace unos años atrás los suelos se estabilizaban con materiales naturales como las cenizas de carbón y plantas naturales. Como también las cenizas de volantes, ya que abunda este material en estas zonas.

A nivel local. En la ciudad de Huarmey cuenta actualmente con alrededor de 27.150 habitantes, según el INEI, ubicada en el kilómetro 293 de la panamericana norte con un área de 3900.42 kilómetros cuadrados, a 7 msnm, con una altitud sur de  $10^{\circ}04'$  y longitud oeste  $70^{\circ}04'$ , el cual presenta un clima promediado entre  $12^{\circ}\text{C}$  y  $28^{\circ}\text{C}$ , llegando a un record máximo de  $35^{\circ}\text{C}$  en época de verano. La ciudad de Huarmey ha ido creciendo de una manera muy acelerada, esto exige al gobierno a pavimentar las vías principales, dejando de lado algunas vías secundarias sin asfaltar, como es la av. El olivar. Las vías principales que son transcurridas a diario por diversos tipos de vehículos, entre pesados y ligeros, generando un gran desgaste en las carreteras y provocando que realicen el mantenimiento frecuentemente. En vías que aún no estén pavimentadas, se desea estabilizar el suelo con ceniza de carrizo y cloruro de sodio, y prolongar más su vida útil, ya que estos aditivos que aumentaran los índices de capacidad portante.(Solución) La mayoría de los suelos arcillosos no tienen propiedades de pavimentación, pero si evaluamos las características de los aditivos a añadir, se espera una reacción favorable para la carretera, por ello se pretende utilizar la ceniza de carrizo acompañado del cloruro de sodio para la estabilización del suelo, y así poder mejorar la subrasante aumentando la capacidad portante, bajando el índice de plasticidad y disminuir la humedad, para una larga vida útil del pavimento.

Formulación del problema: Como ya se mencionó en líneas anteriores, la causa del desgaste y las grietas en las carreteras es en su mayoría el cambio climático, la sobrecarga y la estabilización insuficiente del suelo, el cual genera que la obra no tenga una vida útil esperada, decimos también que muchas carreteras no presentan mantenimiento al tiempo previsto, esperando que muchos de estos factores ataquen drásticamente al pavimento.

Por ello la siguiente investigación se plantea con el problema general. ¿De qué manera la ceniza de carrizo y el cloruro de sodio influye en la estabilización de la subrasante en la av. el olivar, Huarmey – 2022? Y con sus respectivos problemas específicos ¿Cuánto influye la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en el índice de plasticidad de la estabilización de la subrasante en la av. el olivar, Huarmey - 2022? ¿Cuánto influye la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en el contenido de humedad en la estabilización de la subrasante en la av. el olivar, Huarmey –2022?

¿Cuánto influye la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la capacidad portante de la estabilización de la subrasante en la av. el olivar, Huarmey – 2022?

Se planteará dar solución al problema, con la implementación de la ceniza de carrizo y el cloruro de sodio, como principales objetos de estudios en laboratorios, el cual nos ayudará a mejorar la resistencia de la subrasante, para ello presentamos las siguientes justificaciones: Justificación social, en la provincia de Huarmey no hay rastro de que el suelo haya sido estabilizado por la combinación de ceniza de carrizo y cloruro de sodio, en la avenida El Olivar no existe una construcción vial adecuada, lo que genera molestias para la circulación vehicular y peatonal, por lo que se realizó seguimiento al proyecto de investigación. Justificación práctica, se estima que el suelo tiene ciertas propiedades físicas y mecánicas para una buena estabilidad y soporte local. Justificación Teórica, Este proyecto de investigación apoya a la provincia de Huarmey y futuros estudios relacionados con la estabilización de suelos. Justificación técnica, en la siguiente investigación es relevante la propuesta de uso de ceniza de carrizo, en una proporción de 5%, 10% y 15% y de cloruro de sodio con una proporción de 3%, 5% y 7%. La influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en los parámetros físicos-mecánicos de la subrasante en el territorio de municipio de Huarmey.

En la presente investigación, se propone como objetivo general: Determinar la influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la estabilización de suelo en la Av. El Olivar, Huarmey-2022. De forma referencial, se plantea como objetivos específicos: Determinar la influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en el índice de plasticidad en la Av. El Olivar, Huarmey-2022. Determinar la influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad en la Av. El Olivar, Huarmey-2022. Determinar la influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la resistencia de la capacidad portante en la Av. El Olivar, Huarmey-2022

También se plantea como hipótesis general: Determinar la influencia de la ceniza de carrizo en porcentaje de 5%, 10%, 15% y cloruro de sodio en porcentaje de 3%, 5%, 7% mejoran las propiedades físicas – mecánicas de la Av. El Olivar, Huarmey-2022. Se han presentado hipótesis específicas similares. La incorporación de la ceniza de carrizo en porcentaje de 5%, 10%, 15% y cloruro de sodio en porcentaje

de 3%, 5%, 7% disminuyen en el índice de plasticidad de la Av. El Olivar, Huarmey-2022. La incorporación de la ceniza de carrizo en porcentaje de 5%, 10%, 15% y cloruro de sodio en porcentaje de 3%, 5%, 7% aumenta la máxima densidad seca y disminuye el óptimo contenido de humedad en la Av. El Olivar, Huarmey-2022. La incorporación de la ceniza de carrizo en porcentaje de 5%, 10%, 15% y cloruro de sodio en porcentaje de 3%, 5%, 7% aumenta en la capacidad portante en la Av. El Olivar, Huarmey-2022.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel Nacional tenemos: Huamán (2020), como objetivo principal determina el efecto de la ceniza de madera y mucilago de nopal el mejoramiento en las propiedades del suelo arcilloso de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020. El estudio es experimental, la población incluye todo el camino de Huanta a Cangari, para una distancia total 9 km y carriles de 5m, como tipo de muestreo es no probabilístico. La muestra fue realizada desde el Km 6 + 020 al 9 + 020 de la carretera Huanta – Cangari. Las herramientas de recolección de datos son estudios elaborados por el laboratorio, formularios de análisis. Esto puede conducir a disminuir el índice de plasticidad del suelo arcilloso adicionando 21% de ceniza de madera y 70% de mucilago de nopal obteniendo un resultado de 21.73% a 6.02%. De esto se concluyó que al seleccionar la proporción de ceniza de madera y mucilago de nopal en el suelo estas oscilan entre 1 al 21% y del 50 al 70%, todos ellos lograron una disminución en el índice plástico, lo que hace la ceniza sea menos plástica para el suelo arcilloso.<sup>1</sup>

Según Capuñay y Pastor (2020) tienen como objetivo estabilizar el suelo con ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y utilizarlo como subsuelo mejorado para los pavimentos de Chimbote. Este estudio es experimental y la población son los suelos originarios de la ciudad de Chimbote, su muestreo es de tipo no probabilístico. La muestra se realizó 10 calicatas del suelo obtenido de la ciudad de Chimbote. Las herramientas de recolección de datos son estudios elaborados por el laboratorio, fichas de análisis. Como resultado se añade 25%, 35% y 45% de CBCA en diferentes muestras del ensayo de CBR. Se concluye que la capacidad portante aumenta al utilizar la proporción de 45% (suelo estabilizado C-4) con un valor de CBR de 15,80%, aumentando a 6,96% con respecto al no estabilizado (CBR 8,84%) a las características de CBCA.<sup>2</sup>

Según Cerna (2019) tuvo como objetivo determinar el comportamiento del subsuelo de la Carretera Huaraz-Unchus cuando se le adicionó cloruro de sodio al 10% y 20%. Este estudio es experimental, y la población se encuentra al pie de la Carretera Huaraz-Unchus a la que se le ha adicionado cloruro de sodio. Su muestreo es de tipo no probabilístico. Como muestra se recolectaron de 60 a 80 kg de suelo arcilloso del tramo de la Autopista Huaraz-Unchus utilizando 3 muestras

estándar sin cloruro de sodio adicionado y 3 muestras cada una con 10% y 20% de cloruro de sodio adicionado. Las herramientas de recolección de datos son estudios elaborados por el laboratorio, formularios de análisis. Como resultado, consideramos agregar cloruro de sodio al 10 % y al 20 % a diferentes muestras para las pruebas de CBR. Esto concluye que al adicionar cloruro de sodio al 10% y 20% incrementó los valores estándar de CBR hasta en 36,46% y 21,48%.<sup>3</sup>

según Quispe (2020). Tiene como objetivo identificar el efecto del cloruro de sodio en la estabilización de la subestructura del suelo extensivo en la avenida Jacinto Ibarra del distrito de Chilca-Huancayo. Este estudio es de tipo no experimental, las poblaciones son avenidas y calles del distrito de Chilca, con patologías de distribución similares a las que coinciden los suelos extensivos en las zonas mencionadas. Su muestreo es de tipo no probabilístico. Su muestra es la avenida Jacinto Ibarra del cantón Chilca, la cual fue evaluada para este estudio. Las herramientas de recolección de datos fueron estudios de laboratorio, fichas de análisis. Como resultado, sus valores obtenidos en una prueba de Proctor modificado, como densidad seca máxima y contenido de humedad óptimo, para porcentajes de cloruro de sodio de 4%, 8% y 12%. Se concluyó que la correcta dosificación de cloruro de sodio mejoró la capacidad del suelo y confirmó la hipótesis planteada en el presente estudio, observándose en los resultados que mejoran las características del suelo en estudio.<sup>4</sup>

A nivel Internacional tenemos: Andaluz (2022), como objetivo principal es analizar los efectos de la ceniza de cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas del subrasante. Este estudio es experimental y la población se define como suelos finos en diferentes sectores de la provincia de Puyo, departamento de Pastaza, un tipo de muestreo no probabilístico. Se tomaron muestras de 3 pozos en diferentes sectores de la provincia de Puyo como muestras para realizar pruebas de laboratorio, de cada pozo se tomaron 5 muestras de 2 kg de suelo que se utilizaron para todos los ensayos, se obtuvo un total de 15 muestras. Se relaciona con las propiedades de prueba físico-mecánicas. Las herramientas de recolección de datos son estudios elaborados por el laboratorio, formularios de análisis. Como resultado se analizan por sectores los valores de CBR de la muestra de suelo natural (8,60%) y del suelo enmendado con ceniza de cascarilla de arroz (8%). Se concluyó que el



aumento de ceniza de cascarilla de arroz en el suelo del Cantón Puyo en un rango de 0% a 8% incrementó la capacidad de carga de CBR de las muestras de subsuelo analizadas en un rango de valores. sector Santa Isabel de 7.80% a 12.10%, sector Fátima de 8.60% a 13.20% y sector Veracruz de 8. 0% a 13.50%.<sup>5</sup>

Según, Caamaño (2017), como objetivo fue la mejora de las propiedades físicas y geomecánicas de suelos blandos con ceniza de cascarilla de arroz(CCA), conduciendo a la optimización de su comportamiento mecánico, es de tipo experimental y estudio investigativa y aplicativa con una muestra de manera experimental correspondiente al suelo blando, modificado con un porcentaje de CCA que varía de 0% a 6% para analizar la influencia en sus propiedades físicas y geomecánicas de los materiales, como resultados se obtuvo la determinación de la tasa optima de adición de CCA para mejorar las propiedades físico – mecánicas del sustrato analizado que corresponde a un valor del 4% en el que se determinó el mayor aporte a las propiedades del suelo conseguido, y como conclusión el uso de ACC para estabilizar y mejorar terrenos blandos podría ser una alternativa económica y sostenible con un impacto positivo en el medio ambiente, del cual se pueden obtener resultados que muestren una ventaja regulatoria sobre las condiciones físicas y geotécnicas del terreno.<sup>6</sup>

Según, Guevara, Portillo y Segura (2021), Tienen como objetivo analizar el comportamiento de suelos arcillosos mediante la adición de cloruro de sodio como aditivo estabilizador de la población del suelo. La muestra no es de naturaleza estocástica. La muestra consiste en la perforación manual de un pozo a cielo abierto (PCA) de 1m x 1m x 1m. Las herramientas de recopilación de datos se realizan de acuerdo con los procedimientos descritos en los estándares AASHTO. Como resultado, se analizan los suelos en su estado natural y se les aplica cloruro de sodio al 5%, 10%, 15% y 20% para obtener un índice de plasticidad. Se concluyó que la adición de altas dosis de cloruro de sodio redujo la variabilidad del índice de plasticidad. Se obtuvieron los siguientes resultados: el índice de plasticidad de la muestra de suelo natural fue de 50%, el índice de plasticidad fue de 38,33%, al agregar 5% de NaCl incrementando el 10% de NaCl dio 26% de plasticidad, al agregar el 15% de NaCl da una plasticidad de 24% y al agregar el 20% de NaCl dio un índice de plasticidad de 21,67%. Esto representa la mayor reducción con una

variación del 56,7% para la mezcla con 20% de NaCl en comparación con la muestra de suelo natural.<sup>7</sup>

Según, Según Chicaiza y Oña (2019), su principal objetivo es determinar el comportamiento físico mecánico de arcillas expandidas estabilizadas con puzolana extraídas de ceniza de cascarilla de arroz y analizadas a diferentes porcentajes en peso. El estudio es experimental, su población se concentra en la provincia de Manabí del Ecuador, su muestreo es no probabilístico. La muestra se realizó en 03 pozos de diferentes zonas, el primer pozo se realizó en el sector Rocafuerte en la ruta Spondylus; el segundo pozo se realizó en el sector Rocafuerte sobre la ruta Spondylus al noreste de la ciudad de Portoviejo, y finalmente el tercer fondo se realizó en el sector Tosagua sobre la vía Nuevo Paso Lateral que se encuentra ubicado al noreste de la ciudad de Portoviejo. Las herramientas de recolección de datos son estudios elaborados por el laboratorio, fichas de análisis. Como resultado, se agregan 10%, 20 y 30% de ceniza de cascarilla de arroz a la prueba Proctor modificada. Se concluyó que añadiendo el 30 % de ceniza de cascarilla de arroz en peso experimentan una disminución promedio del 6,57 % en la actividad, con la muestra M3 normalmente activa con un potencial de hinchazón promedio, mientras que las muestras M4 y M5 se clasifican como inactivas, con bajo potencial de expansión.<sup>8</sup>

En otros idiomas tenemos: Según, Liet, Behzad y hadi (2016), en su trabajo realizado en Australia, tuvieron como objetivo principal evaluar el efecto de la fibra de bagazo y la adición de cal hidratada sobre las propiedades técnicas y el comportamiento de contracción- hinchazón de un suelo expandido estable. La fibra de bagazo es un subproducto de desecho industrial que queda después de desmenuzar la caña de azúcar para la extracción de jugo, utilizado en este estudio como ingrediente de refuerzo para estabilizar el suelo a gran escala. Se adiciono proporciones de distribución aleatoria de fibra de bagazo en un porcentaje de 0.5%, 1.0% y 2.0% al suelo expandido y se mezcló la cal expandida con cal hidratada con diferentes con diferentes proporciones de fibra de bagazo. La contracción lineal de la fibra hidratada de 6,25% de cal y es añadida con la fibra de bagazo de 2% del suelo expandido tratado se redujo significativamente un 86% en comparación con la contracción lineal del suelo no manipulado, es importante notar que la

combinación de cal hidratada y fibra de bagazo produce una reducción de contracción más lineal que la fibra de bagazo solo para suelos expandidos, como muestra se realizaron una serie de pruebas de laboratorio, incluidas pruebas de contracción lineal y la prueba UCS, en muestras de suelos expandidos tratadas y no tratadas con concentraciones variables de cal hidratada y se distribuyeron aleatoriamente diferentes porcentajes de fibra de bagazo con fraguado de 3, 7 y 28 días como resultado se analizaron los efectos de la fibra de bagazo sola o con una combinación de fibra de bagazo y cal hidratada, en conclusión esta investigación experimental demuestra que la combinación de fibras de bagazo de cal hidratada produjo una mayor resistencia y una contracción lineal menor que las fibras de bagazo solas.<sup>9</sup>

Según James y Pandian (2016), en su trabajo realizado en la india, cuyo objetivo fue investigar el potencial de la cal en la producción de masas estables de suelo y la valorización del residuo sólido del Bagazo Cendres (BA), cuyo material en este estudio incluye suelo primario, utilizado como materia prima para el bloque; cal utilizada como estabilizador, y con una muestra inicial de cal que se determinó mediante la prueba de pH resultó ser el 6% y se modificó con tres contenidos diferentes de BA con un porcentaje de 4%, 6% y 8%, como resultado de los ensayos de resistencia a la compresión se muestra que el contenido de BA estudiado fue insuficiente para alcanzar la resistencia mínima a la compresión del bloque clase 20, se concluye que el BA como subproducto de la industria azucarera es un sustituto potencial para su uso en materiales de construcción en países donde se produce en grandes cantidades, lo que permite una mejor gestión eficiente de los residuos mientras se producen materiales de construcción innovadores y de bajo costo.<sup>10</sup>

A nivel de Artículos tenemos: Según Ojeda, Mendoza y Baltazar (2017), su principal objetivo fue estudiar el impacto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) como reemplazo parcial del cemento Portland compuesto (CPC), para reducir los suelos granulares y arenosos. mejorar las propiedades del suelo. Este estudio es experimental y la población de estudio se obtuvo del Banco de Materiales El Castillo en Xalapa, Veracruz, México. Las muestras se extrajeron del molde con un extractor mecánico y se curaron en agua durante 7 días. Los especímenes se

probaron de acuerdo con el Método de resistencia a la compresión para especímenes de suelo cemento (ASTM D1633, 2017) al sumergir los especímenes en agua durante horas antes de la prueba, y las pruebas en un cargador automático arrojaron las siguientes clasificaciones. Las herramientas de recopilación de datos es un formulario de análisis de investigación producido por el laboratorio. Como resultado, los suelos que contenían solo 3%, 5% y 7% de aditivos SCBA mostraron valores aumentados en comparación con la línea de base. Se obtiene un 24% al 34% CBR al añadir el 3% de SCBA, al añadir el 5% de SCBA se obtiene un 49% CBR, al añadir el 7% de SCBA se obtiene un 47% CBR. Concluimos que el uso de SCBA como único material en la remediación de suelos granulares muestra una mayor resiliencia del suelo bajo condiciones restringidas como la prueba CBR, logrando valores de CBR de 5% y 7% que satisfacen la especificación adjunta de materia prima.<sup>11</sup>

Según Carpio (2018), su objetivo es desarrollar una nueva manera de la estabilización de suelos a partir de los materiales de la cantera Km 06 + 000 en la zona de Perú, con la combinación de cemento, cal y cenizas volantes para la mejora de la capa base. La metodología es experimental. Como resultado, aplicando 6%, 16%, 25% de ceniza volante, mejorando su durabilidad con 3% de cemento y al reducir la plasticidad en 1% cal, fue posible mejorar las propiedades del suelo según el material de la cantera. La conclusión es que este material se puede utilizar como estabilizador de suelo para tipo limosa (GM) eligiéndolo como material en el fondo o nivel inferior cuando se necesita mejorar. La mezcla de estabilizadores con el material extraído funciona correctamente para minimizar el porcentaje de efectos debido a la plasticidad.<sup>12</sup>

Según Pico (2016, p. 38) “el cloruro de sodio es cristalino, fácilmente soluble en agua, higroscópico, comercializado en cristales grandes o como un polvo fino y de pureza variable, normalmente contenido de sal que incluye desde 80 kg/m<sup>3</sup> de estabilidad del suelo”.<sup>13</sup>

Según Chamba (2021, p. 39) El cloruro de sodio también es conocido como sal, este estabilizador es apto para todo tipo de suelo, a diferencia de que no debe tener por lo menos 3ra materia orgánica, también es un mineral higroscópico, se encuentra en forma cristalina, se obtienen varias formas También conocido como

desempolvante en el sustrato y reduciendo la evaporación del agua y absorbiendo la humedad del aire, también debe cumplir ciertas condiciones para ser estable, por lo que la IP debe ser superior al 8%.<sup>14</sup>

Definición del suelo. Según Larrea y Rivas (2019, p. 58) El origen del suelo está formado por el proceso de descomposición, cambios físicos, mecánicos y químicos en la roca madre debido a la meteorización, cambios en la composición y minerales, y parámetros físicos y mecánicos a lo largo del tiempo.<sup>15</sup>

Estabilización de suelo. Según Montejó, Montejó y Montejó (2018, p.14) La estabilización consiste en mezclar el suelo agregado con aditivos en cantidades suficientes para inducir reacciones químicas que compactan las partículas del suelo de tal manera que la resistividad del suelo aumenta considerablemente. Un piso se considera portante si exhibe una resistencia pronunciada y sostenida a la deformación bajo cargas repetidas o sostenidas, ya sea en seco o húmedo.<sup>16</sup>

Contenido de humedad. Según Crespo (2004, p.64), El contenido de humedad se determina pesando una muestra de suelo representativa en su estado húmedo, luego secando la muestra hasta masa constante en un horno a 100 a 110 °C y luego pesando. La diferencia entre la masa de la muestra antes y después del secado en el horno representa la masa de agua presente en la muestra. Esta masa de agua se expresa como porcentaje de la masa seca de la muestra para la humedad.<sup>17</sup>

Límite de Atterberg. Según Knadel, Rehnham, Pouladi, Wollesen, Moldrup y Arthur (2021, p.10), Los límites de Atterberg se utilizan ampliamente no solo con fines geológicos y de ingeniería, sino también para aplicaciones agrícolas y de ecosistemas. Son propiedades que se utilizan para clasificar los suelos y evaluar su contenido de humedad.<sup>18</sup>

CBR. Según Díaz, Greisi (2018, p.90), Indica su resistencia al corte en determinadas condiciones de presión y humedad y se expresa como un porcentaje de la carga requerida para introducir un pistón de sección transversal circular en la muestra de suelo en relación con una carga requerida para insertar el mismo pistón a una misma profundidad que la muestra de roca triturada.<sup>19</sup>

Diseño del espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cc o cloruro de sodio: Para diseñar un espesor adecuado de suelo estabilizado con cal o cemento que exceda el límite inferior recomendado por el MTC (que indica que el CBR debe ser  $\geq 6\%$ ), estimamos el espesor del suelo estabilizado con cal y cemento calculando el peso valor aplicando la fórmula para CBR de la siguiente manera:

$$CBR_P = \frac{D_{S1}^3 CBR_1 + D_{S2}^3 CBR_2}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$

Dónde:

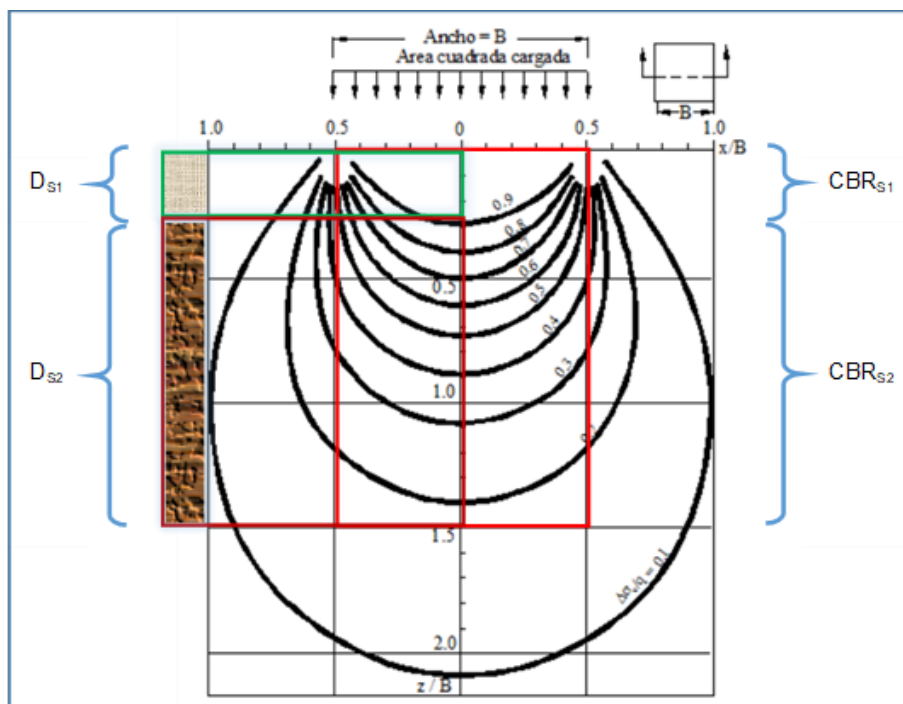
$CBR_P$  = CBR Ponderado

$D_{S1}$  = Espesor de Suelo Estabilizado

$D_{S2}$  = Espesor de Terreno Natural

$CBR_1$  = CBR de Suelo Estabilizado

$CBR_2$  = CBR de Terreno Natural



**Figura N° 01:** Datos para la evaluación de CBR ponderado.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Proctor modificado. Según Crespo (2004, p.64), La prueba Proctor modificada se ocupa de medir la masa por unidad de volumen de suelo compactado utilizando varios métodos de medición del nivel de humedad.<sup>20</sup>

Sub rasante. Según Quezada (2013, p. 10), La superficie del pavimento terminado

al nivel del terraplén sobre la cual se coloca la estructura del pavimento. El espesor del pavimento, ya sea blando o duro depende en gran medida de la calidad del soporte.<sup>21</sup>

Cloruro de sodio. Según Gárnica, (2002, p.34), El cloruro de sodio se forma en forma de cristales, es soluble en agua, tiene la propiedad de atraer y retener agua en forma de líquidos o vapores y se vende en forma de cristales grandes o polvos finos de varios tamaños. Permite que el cloruro de sodio se una entre las partículas.<sup>22</sup>

Carrizo. Según Skerman y Riveros (1992, p.18), Es una hierba silvestre que se propaga de forma natural. Generalmente crece en un amplio rango geográfico (desde templado hasta tropical) en humedales, zanjas de drenaje y cabeceras húmedas. Es una planta rizomatosa rastrera de estación cálida, de 2 a 4 m de altura, con láminas foliares planas y lisas de 1-5 cm de ancho y 15 - 45 cm de largo.<sup>23</sup>

Ceniza de Carrizo. Según Chavez (2017, p.8), Las cenizas de los desechos de los carrizos se pueden usar como reemplazo parcial del cemento al mejorar las propiedades de resistencia a la compresión del concreto sin cambiar la forma en que se obtiene.<sup>24</sup>

Producción de la ceniza de carrizo. La ceniza de carrizo se produce cosechando carrizo y luego se recolecta para quemarlas. Al final de este proceso, se obtiene las cenizas de carrizo que se pueden utilizar para fines de construcción.



**Figura N° 02:** Producción de Ceniza de Carrizo  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Según Gonzales Julio, nos menciona que somos conscientes de que algunos autores, entre los consultados en este trabajo, tienen evidencia suficiente para sustentar lo que se considera un tipo de estudio o diseño apropiado para el método, o tienen tal vez técnica de investigación, pero la idea básica de este trabajo es la simplificación; para evitar confusiones a los nuevos en el mundo de las ayudas a la investigación. (p.5)<sup>25</sup>

La investigación del proyecto es aplicada, ya que pretende el conocimiento previo del uso de ceniza de carrizo y cloruro de sodio para un buen mejoramiento para una buena estabilidad a la subrasante para determinar automáticamente la relación de ley óptima. Es un tipo de aplicación porque está destinado. Según pruebas de laboratorio y resultados de CBR, la cantidad de ceniza de carrizo y cloruro de sodio modificó los estándares de Proctor y Humedad.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

Según Aria y Covino (2021), El diseño de investigación de esta tesis es experimental porque se controlará una variable independiente para observar sus cambios en las variables dependientes en una situación controlada. Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador quiere establecer el posible efecto de una causa manipulada. (p.24)<sup>26</sup>

Por otro lado, nuestro proyecto de investigación es experimental (cuasi experimental), por lo que la cantidad de ceniza de carrizo (5%, 10% y 15%) y cloruro de sodio (3%, 5% y 7%) utilizada en el subrasante, cuyo objetivo es analizar cómo afectan las propiedades del suelo tanto físicas como mecánicas, así como también se clasifica como experimental (cuasi experimental) para que el investigador determine

el suelo (arcilloso), donde consiste con 7 ensayos, 1 en la muestra estándar, 3 en la muestra con ceniza de carrizo (5%, 10% y 15%) y las 3 muestras restantes con cloruro de sodio (3%, 5% y 7%) en peso de la muestra, respectivamente. Así mismo, las dosificaciones elegidas provisionalmente se basan en los antecedentes de diferentes autores (Tesis: Salas y Pinedo 10%, 15% y 20% y Pastor y Capuñay 25%, 35% y 45%,) sobre cenizas de carrizo y (Tesis: Gambini 2%, 3% y 6% y Caruajulca 1%, 2% y 5%) de cloruro de sodio utilizado como estabilizador en el sustrato.

### 3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente 1: ceniza de carrizo

Definición Conceptual: Según Huamán (2020), Hablamos de la ceniza que se obtiene tras la selección por tamizado, la materia prima mencionada es una combinación de ceniza de madera y ceniza de carbón, debido a que su extracción es un compuesto que se encuentra en gran cantidad en los materiales artesanales. (p.13).<sup>27</sup>

Definición Operacional: Este proceso se llevará a cabo mediante una combinación de suelo natural con porcentajes de dosificación de la ceniza de carrizo (5%, 10% y 15%), se utilizó en tres muestras como objetivo para aumentar la capacidad de carga y CBR, así mismo reduce la humedad del terreno, Además se realizarán calicatas para ver el tipo de suelo y las pruebas antes mencionadas.

Variable independiente 2: Cloruro de sodio

Definición Conceptual: Según Monckeberg (2012), Es un agregado natural tratado químicamente para utilizar en la estabilización de las partículas, suelos y para mejorar sustratos y suelos. (p. 26).<sup>28</sup>

Definición Operacional: Este proceso se llevará a cabo mediante una mezcla del suelo natural con porcentajes de dosificación de Cloruro de Sodio (3%, 5% y 7%), utilizado para 3 muestras con el propósito y objetivo de aumentar la capacidad portante y CBR, así mismo reduce la humedad del terreno, Además

se realizarán calicatas para ver el tipo de suelo y las pruebas antes mencionadas.

Variable Independiente V1: ceniza de carrizo

Variable Independiente V2: Cloruro de Sodio

Variable dependiente: Propiedades de la subrasante

Definición Conceptual: Según el MTC (2013), La cimentación es la ubicación directa de la estructura vial y forma parte del prisma vial construido entre el terreno natural o estructura pavimentada y la acera. El subsuelo es un relleno sanitario en la parte superior o inferior de un hoyo excavado en el suelo natural que soporta la estructura del pavimento, que consiste y se comprime con suelo seleccionado con propiedades aceptables. Presione cada capa para formar una masa estable en condiciones óptimas. Se ve afectado por la carga de tráfico de diseño. Su capacidad portante en condiciones de uso, junto con el volumen de tráfico y las características del material del pavimento, constituye una variable fundamental en el diseño de la estructura del pavimento sobre el que se asienta. En la etapa de aplicación, los últimos 0,30 m de suelo debajo de la imprimación superior se comprimen hasta una densidad seca máxima de 95 % como resultado de la prueba de espesor revisada. (p.23)<sup>29</sup>

Definición Operacional: En la plataforma del terreno se realizarán pruebas con ceniza de carrizo y cloruro de sodio, que influyen en las propiedades mecánicas y físicas para mejorar su calidad. En la investigación se realizara 7 ensayos para su contenido de humedad, 1 con muestras de referencia, 3 con muestras combinadas ceniza de carrizo (5%, 10% y 15%) y 3 con las muestras restantes con Cloruro de Sodio (3%, 5% y 7%), se realizarán 7 pruebas para la Capacidad portante, siendo 1 para la muestra de referencia, 3 para la muestra ceniza de carrizo (5%, 10% y 15%) respectivamente 3 para muestras que contengan Cloruro de Sodio (3%, 5% y 7%), así mismo, se realizarán 2 calicatas para determinar la clasificación de suelos y plasticidad de los mismos, donde se medirá su calidad por pruebas realizadas en laboratorios.

Variable Dependiente VD: Propiedad de la subrasante

### 3.3 Población, Muestra y muestreo

#### 3.3.1 Población:

Según López (2004), Término equivalente para definir un área de interés analítico y definir un conjunto de elementos de los que se quiere sacar conclusiones analíticas, conclusiones estadísticas y versiones o teorías.

En particular, describe la población marco o población finita, que son el conjunto exacto de unidades de las que se extraen las muestras y la población virtual u objetivo, población de donde se extraen los resultados de la extrapolación.<sup>30</sup>

**Tabla 01. Número de Fondos para Exploración de Suelos**

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

Fuente: MTC (2014)– Sección de Suelos Y Pavimentos

Cabe señalar que la población de Huarmey ha sido identificado población terrestre natural cuyo material es utilizado para la estabilización de suelos en la Av. El Olivar, ubicado en la provincia de Huarmey.

El tipo de vía en este estudio es Tipo III, con un IMDA está entre 400-201 vehículos/día en ambas vías. Los residentes incluirán todos los pozos de 1,5 metros y las pruebas físico-mecánicas menos favorables resultan de las diversas combinaciones de prueba CBR, capacidad de carga humedad y varias combinaciones con ceniza de carrizo aplicable. Utilizado en otros tres diseños.

### 3.3.2 Muestra

Según López (2004), Es una colección de personas u objetos sobre los que desea saber algo en una investigación. "El universo o población puede incluir humanos, animales, historias clínicas, nacimientos, muestras de laboratorio, accidentes de tráfico, etc."<sup>31</sup>

**Tabla 02: Número de Pruebas Mr y CBR**

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

Fuente: MTC (2014)– Sección de Suelos Y Pavimentos.

Cabe mencionar que el tipo de vía en este estudio es clase 3, con un IMDA de 400-201 veh/día para una vía de dos carriles, Tabla N°01 del MTC - Secciones de suelos y pavimentos que demuestran el desempeño de dos (02) pozos de más de 1 km a una profundidad de

al menos 1,5 m desde la superficie del suelo.

Dependiendo del tipo de camino en este estudio con respecto a la Tabla 02: Número de pruebas Mr y CBR, se debe realizar 01 prueba CBR de 1 km. Considerando esto, debido a que tiene 1 Km (1 CBR) e indican 1 Km (2 calicatas), los pozos de muestra se crean a 1 Km de distancia para todos los propósitos, por lo que se crean 4 pozos para las necesidades de muestreo, de total clasificación del suelo, preferiblemente arcilla, y se realizará una extracción suficiente para permitir las pruebas de (07) CBR, (07) Enmienda Proctor y (07) Atterberg (líquido y resina limitada), y determinar la mecánica y propiedades físicas, según la relación ceniza de carrizo (N, N+5%, N+10%, N+15%) y cloruro de sodio (N, N+3%, N+5%, N+7%).

CAL 1 – h=1.5 mt ----- Arena mal graduada

CAL 2 – h=1.5 mt ----- Arena limosa

CAL 3 – h=1.5 mt ----- Arena limosa y mal graduada

**Tabla 03: Muestra de Probetas**

Aditivo	Porcentaje Adicionado (%)	Numero de ensayos mecánicos		
		CBR	Proctor Modificado	Limite Atterberg
SN	N	1	1	1
Ceniza de carrizo	N+5.00	1	1	1
	N+10.00	1	1	1
	N+15.00	1	1	1
Cloruro de Sodio	N+3.00	1	1	1
	N+5.00	1	1	1
	N+7.00	1	1	1
<b>Subtotal</b>		<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>Total</b>		<b>21</b>		

Fuente: Elaboración Propia,2022.

### 3.3.3 Muestreo

Según Escudero y Cortez (2018), es una técnica de base estadística y matemática que consiste en extraer una muestra (n) de un universo o una población (N)". Su finalidad es obtener información sobre una población porque ahorra recursos en términos de tiempo, dinero y esfuerzo (p.64).<sup>32</sup>

El muestreo realizado en esta encuesta fue no probabilístico debido a que el número de ensayos establecidos en este estudio fue similar al tamaño de la muestra. El muestreo es una técnica utilizada por los investigadores para establecer criterios relacionados con la población.

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

#### Técnica de recolección de datos

Según Yuni y Urbano (2014), La recopilación de datos como una medida es un requisito previo para la adquisición de conocimientos científicos, incluidos los procedimientos y actividades que permiten al investigador obtener la información necesaria para responder a la pregunta de investigación. (p.29)<sup>33</sup>

#### Instrumento de recolección de datos

Según Hernández y Duana (2020), Las herramientas utilizadas para recopilar datos en la investigación científica deben ser confiables, objetivas y efectivas. Si alguno de estos factores no se cumple, la herramienta es inútil y los resultados obtenidos no valen nada. (p.2)<sup>34</sup>

Por lo tanto, para esta investigación se realizarán pruebas para obtener los resultados, las cuales se denominan:

- Observación
- Fichas de laboratorio (Ver anexo)
- Prueba

**Tabla 04:** Prueba de Laboratorio

	PRUEBA	INSTRUMENTO
<b>PRUEBA DE LABORATORIO</b>	Prueba de Limites de Consistencia Atterberg	Ficha de Resultados de Laboratorio MTC E1090-2000)
	Prueba de Proctor Modificado	Ficha de Resultados de Laboratorio MTCE115-2000
	Prueba de CBR	Ficha de Resultados de Laboratorio MTC E 132-2000

Fuente: Elaboración propia,2022.

En base a los instrumentos, la toma de datos se realizará mediante análisis mecánico de suelos, según sus indicadores (N, 5%, 10% y 15% y N, 3%, 5% y 7%).

### Confiabilidad

Según Santos (2017), La confiabilidad determina las respuestas consistentes de un instrumento de medición a un grupo de individuos, independientemente de quién lo aplicó y cuándo se aplicó. (p.47)<sup>35</sup>

Confiabilidad significa que los resultados obtenidos en el laboratorio son confiables porque se realizan algunas pruebas para determinar qué estudiar. Para hacer esto, los resultados de la prueba deben ser precisos y confiables.

### Validez

Según Moreno (2017), La validez hace referencia a la capacidad y el rigor de un investigador para analizar e interpretar datos de naturaleza subjetiva.

La validez depende de las técnicas y herramientas utilizadas para medir y analizar los datos. (p.69)<sup>36</sup>

Estos están sujetos a la vigencia de las normas ASTM y NTP aplicadas y especificadas para cada tipo de prueba.

## 3.5. Procedimientos

La extracción de calicatas para la toma de muestras de suelos se realizará en el sitio con una profundidad mínima de 1,5 m desde la superficie del suelo, se transportarán a un laboratorio de suelos, teniendo una combinación de criterios estándar. N muestras, y sus combinaciones (5%, 10% y 15% y 3%, 5% y 7%) para ser sometidas a las pruebas Proctor Modificado, (Atterberg: Límites Líquidos y Plásticos), CBR y Contenido de Humedad según ASTM y NTP, para evaluar la mejor opción para obtener resultados dada la cantidad de pruebas y el número de ensayos realizados el número de pruebas y el número de ensayos realizados, el muestreo crítico del suelo y las muestras tomadas para la cantidad de experiencia de laboratorio.



### 3.6. Método de Análisis de datos

Según Hernández (2012) Entre otras cosas, se deben analizar los resultados obtenidos para compararlos con la pregunta de investigación, aceptar las hipótesis propuestas, análisis de datos, utilizar un conjunto de escalas. Esta información tiene dos objetos principales, el primero es qué se quiere hacer con el resultado, el segundo es el problema y las hipótesis que se presentan. (p.32).<sup>37</sup>

Para la recolección de datos, se desarrolló utilizando técnicas de observación directa y cada prueba realizada es observada cuidadosamente y de cerca en el laboratorio de suelos. De esta manera, los resultados pueden compararse con la hipótesis creada por el estudio.

### 3.7 Aspectos éticos

Según Ascevedo (2002) Si la investigación se lleva a cabo de forma ética, es un buen negocio. Por lo tanto, los investigadores deben tener una comprensión clara de las teorías y políticas diseñadas para garantizar el respeto por las actividades de investigación. Es importante que el investigador sepa qué constituye la ética de la investigación. Con conocimientos actualizados, los investigadores deben desarrollar un modelo con principios éticos básicos para garantizar la seguridad de los participantes del estudio. (p.2).<sup>38</sup>

Como universitario profesional de ingeniería civil, la presente investigación se preparó con integridad, confiabilidad, respeto y confianza para no repetir ninguna parte de la norma ISO-690-2010 de otros autores y sus tesis. Respetando las contribuciones, todo proyecto de investigación la evidencia, los estándares y los medios se unen en última instancia en una decisión única. Finalmente, use la herramienta web de Turnitin para mostrar proporciones similares.

#### IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El olivar, Huarmey –2022.

Ubicación:

Departamento: Anchas

Provincia: Huarmey

Distrito: Huarmey



**Figura N° 03:** mapa del Perú  
Fuente: google search



**Figura N° 04:** mapa de Huaraz  
Fuente: google search



**Figura N° 05:** ubicación de la Av. El olivar  
Fuente: google earth

El estudio fue realizado en la Av. El Olivar, zona semirural con poco tráfico.

3 calicatas fueron excavadas en las siguientes prospecciones:

Descripción: calicata C1-M1:

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de vía: izquierdo



**Figura Nª 06:** calicata C1-M1  
Fuente: elaboración propia,2022.

descripción: calicata C2-M1:

profundidad: 1.5 m

dimensiones: 1.00 x 1.20 m

lado de vía: izquierdo



**Figura Nª 07:** calicata C2-M1  
Fuente: elaboración propia,2022.

Descripción de calicata C3-M1

Profundidad: 1.5 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de vía: izquierdo



**Figura Nª 08:** calicata C3-M1  
Fuente: elaboración propia,2022.

Trabajo de laboratorio:

Se realizaron un total de tres calicatas de prueba con diferentes progresiones, ya que la sección de Suelos y Pavimentos del manual de caminos, indica que este camino pertenece a los caminos de poco tráfico. Se realizaron tres pruebas granulométricas para identificar el terreno y realizar los experimentos correspondientes para mejorar el aditivo.

Análisis Granulométrico (MTC E 107 – 2016)

Se utilizó una prueba de granulometría para verificar el tamaño de las partículas de suelo que pasaban por cada malla estándar de ASTM. Luego, las muestras de cada pozo de prueba se dividieron para obtener porcentaje del material detenido en cada cedazo.

**Tabla 05.** Tamizado de la Calicata C1-M1

Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
N°	Abertura (mm)				
3 "	76.200	0	0.0	0.0	100.0
2 "	50.800	576	4.3	4.3	95.7
1 1/2 "	38.100	345	2.6	6.9	93.0
1 "	25.400	911	6.9	13.8	86.2
3/4"	19.100	628	4.7	18.5	81.4
3/8"	9.520	1641	12.4	30.9	69.0
Nº 4	4.760	1403	10.6	41.5	58.5
Nº 10	2.000	1603.3	12.1	53.6	46.4
Nº 20	0.840	1510.5	11.4	65.0	35.0
Nº 40	0.425	1258.8	9.5	74.5	25.5
Nº 60	0.250	543.3	4.1	78.6	21.4
Nº 140	0.106	901.0	6.8	85.4	14.6
Nº 200	0.075	1775.5	13.4	98.8	1.2
< 200	MTC E 137	153.6	1.2	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Tabla 06. Tamizado de la Calicata C2-M1**

Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
Nº	Abertura (mm)				
3 "	76.200	0	0.0	0.0	100.0
2 "	50.800	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2 "	38.100	193	1.5	1.5	98.5
1 "	25.400	1008	7.8	9.3	90.8
3/4"	19.100	686	5.3	14.6	85.5
3/8"	9.520	1555	12.0	26.6	73.5
Nº 4	4.760	1507	11.6	38.2	61.9
Nº 10	2.000	1690.0	13.0	51.2	48.9
Nº 20	0.840	1612.0	12.4	63.6	36.5
Nº 40	0.425	1235.0	9.5	73.1	27.0
Nº 60	0.250	559.0	4.3	77.4	22.7
Nº 140	0.106	884.0	6.8	84.2	15.9
Nº 200	0.075	273.0	2.1	86.3	13.8
< 200	MTC E 137	1795.3	13.8	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia, 2022.

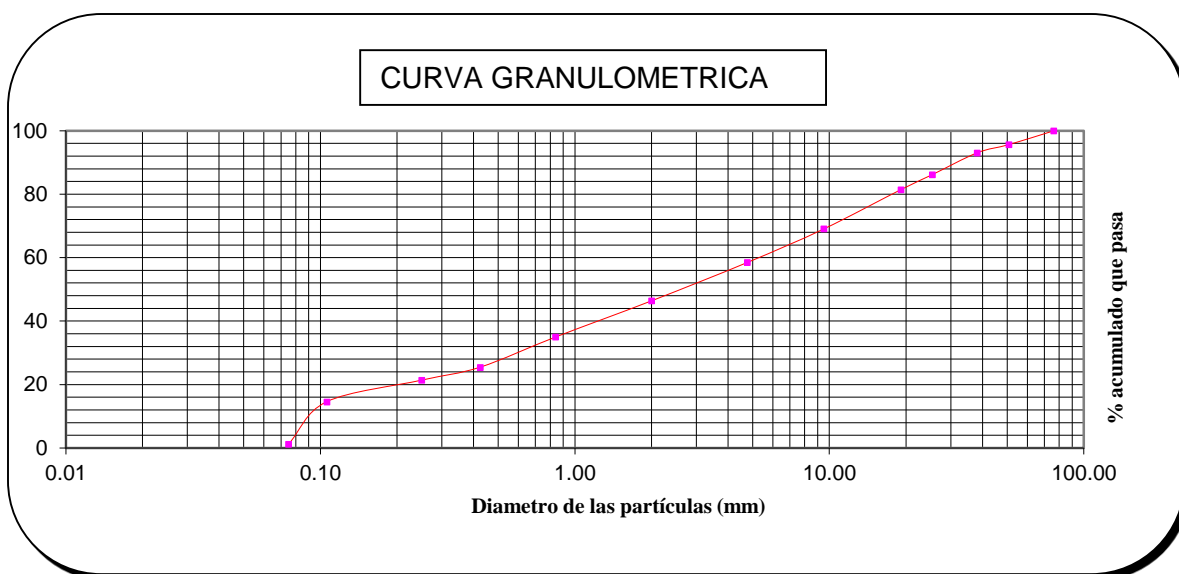
**Tabla 07. Tamizado de la Calicata C3-M1**

Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
Nº	Abertura (mm)				
3 "	76.200	0	0.0	0.0	100.0
2 "	50.800	318	3.0	3.0	97.0
1 1/2 "	38.100	213	2.0	5.0	95.0
1 "	25.400	107	1.0	6.0	94.0
3/4"	19.100	287	2.7	8.7	91.3
3/8"	9.520	779	7.4	16.1	83.9
Nº 4	4.760	1401	13.2	29.3	70.7
Nº 10	2.000	1830.3	17.3	46.6	53.4
Nº 20	0.840	1946.7	18.4	65.0	35.0
Nº 40	0.425	1280.2	12.1	77.1	22.9
Nº 60	0.250	444.4	4.2	81.3	18.7
Nº 140	0.106	613.6	5.8	87.1	12.9
Nº 200	0.075	169.3	1.6	88.7	11.3
< 200	MTC E 137	1191.1	11.3	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Las tablas muestran las medidas granulométricas tomadas en las calicatas, donde se observó el % de la masa de partículas pasó por el tamiz N°200, lo que indica que el material con lo que se trabajo es menor al 50% (>50%), por lo que se

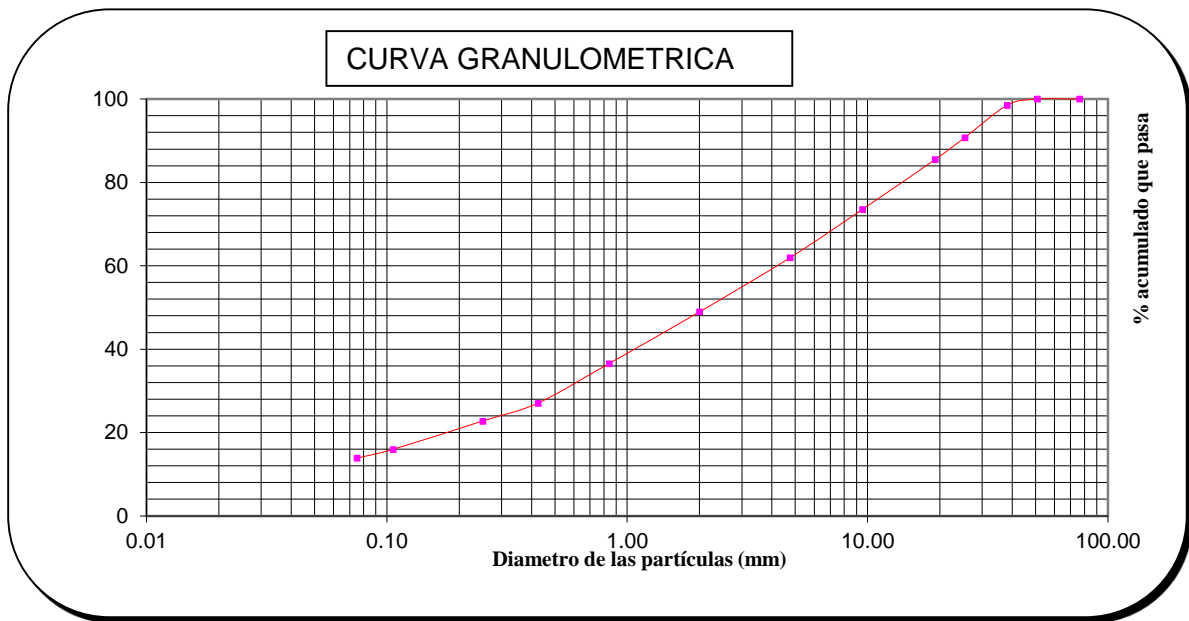
caracteriza por suelo gravoso, pobremente graduada y limoso, requisito estandarizado en ASTM 422 – MTC 107.



**Figura N°09:** Análisis Granulométrico del fondo C1-M1.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación. - Como se presenta en la figura N°09, se logra observar las aberturas de los tamices, por lo cual la abertura de 76.20mm pasa el 100% de partículas, una abertura de 50.80mm pasa un 95.70%, por lo cual se inició desde este punto la curvatura, por el tamiz de abertura de 25.4mm logro pasar un 86.20% de partículas, abertura de 4.76mm pasa un 58.50% de partículas y con la abertura de 0.075mm el % de partículas que pasa es del 1.2%.

De acuerdo a la muestra tomada de la calicata, que se realizó en la carretera El Olivar - Huarmey, por ello la clasificación SUCS del laboratorio (HISGEOLAB S.A.C.), la muestra se puede certificar como ARENA POBREMENTE GRADUADA (SP) y de acuerdo a AASHTOO, la clasificación pertenece a A- 1-a, (0) para el grupo.

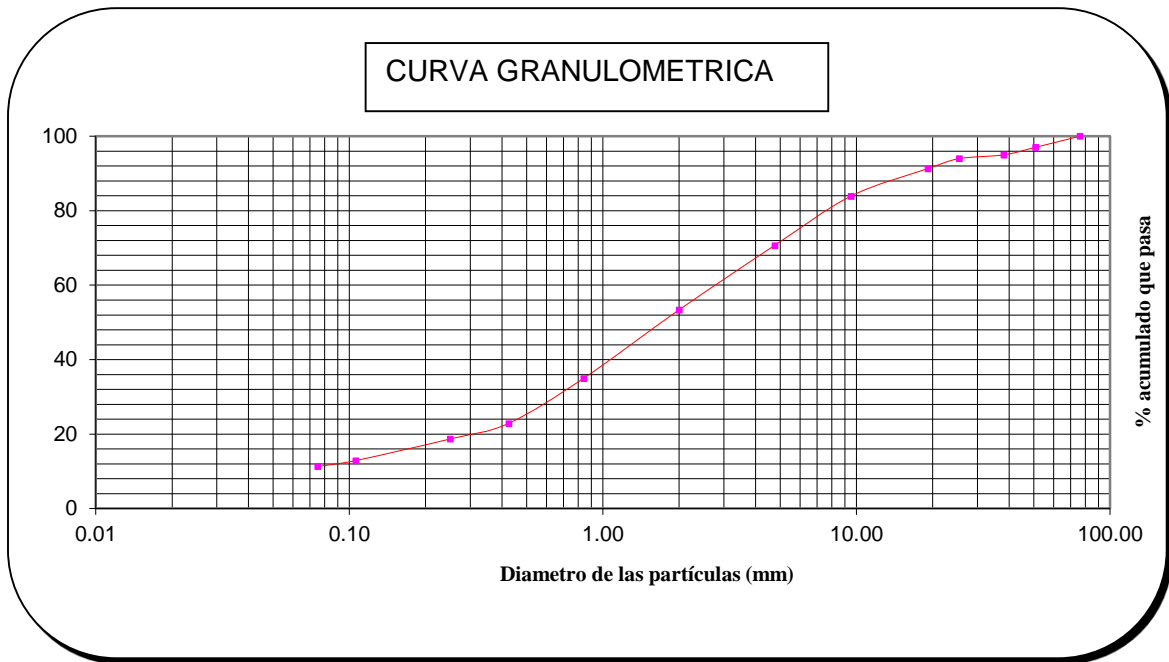


**Figura N°10:** Análisis Granulométrico del fondo C2-M1.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación. - Como se presenta en la figura N°10, se logra observar las aberturas de los tamices, la abertura de 76.20mm y 50.80mm retuvieron el 100% de partículas, una abertura de 38.10mm pasa un 98.5%, por lo cual se inició desde este punto la curvatura, por el tamiz de abertura de 25.4mm logro pasar un 90.8% de partículas, abertura de 4.76mm pasa un 61.9% de partículas y con la abertura de 0.075mm el % de partículas que pasa es del 13.8%.

De acuerdo a la muestra tomada de la calicata, que se realizó en la carretera El Olivar - Huarmey, por ello la clasificación SUCS del laboratorio (HISGEOLAB S.A.C.), la muestra se puede certificar como ARENA LIMOSA (SM) y según AASHTOO, su clasificación pertenece a A- 1-a, (0) para el grupo.



**Figura N°11:** Análisis Granulométrico del Fondo C3-M1.  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación. - Como se presenta en la figura N°11, se logra observar las aberturas de los tamices, por lo cual la abertura de 76.20mm dejó pasar el 100% de partículas, una abertura de 50.80mm pasa un 97.00%, por lo cual se inició desde este punto la curvatura, por el tamiz de abertura de 25.4mm logro pasar un 94.00% de partículas, abertura de 4.76mm pasa un 70.70% de partículas y con la abertura de 0.075mm el % de partículas que pasa es del 11.3%.

De acuerdo a la muestra tomada de la calicata, que se realizó en la carretera El Olivar - Huarmey, por ello la clasificación SUCS del laboratorio (HISGEOLAB S.A.C.), la muestra se puede certificar como ARENA FINA A GRUESA Y ARENA LIMOSA (SW-SM) y según AASHTOO, su clasificación pertenece a A- 1-b, (0) para el grupo.

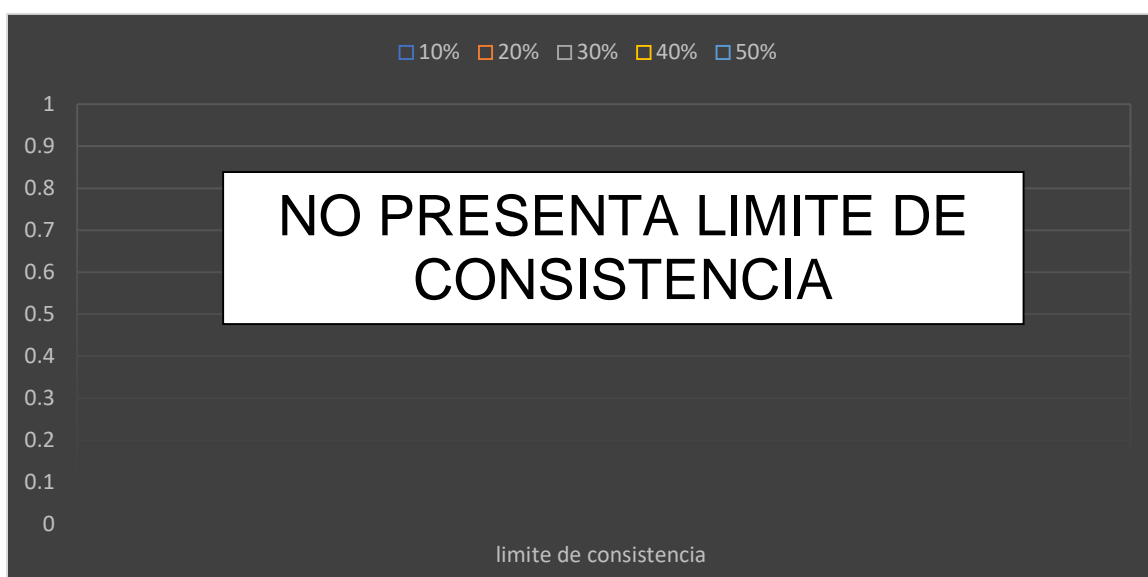
EN CONCLUSIÓN, La calicata C3-M1 fue el más desfavorable. Por lo tanto, la muestra se llevó al laboratorio para la prueba de límite de Atterberg, Capacidad de Carga de California (CBR) y Proctor Modificado, que se consideran muestras estándar.



**Tabla 08.** Resultados de los ensayos de laboratorio de la muestra patrón C3-M1

ENSAYOS		CALICATA C3-M1
CONTENIDO DE HUMEDAD		7.2%
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	NP
	Limite plástico	NP
	Índice de plasticidad	NP
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	ARENA FINA A GRUESA Y ARENA LIMOSA(SW-SM)
	AASHTO	A- 1-b -0
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	7.3%
	Densidad Máxima Seca (DMS)	2.167g/cm3
California Bearing Ratio (CBR)		29%

Fuente: elaboración propia,2022.



**Figura N° 12:** Gráfica del límite de consistencia de la muestra patrón.

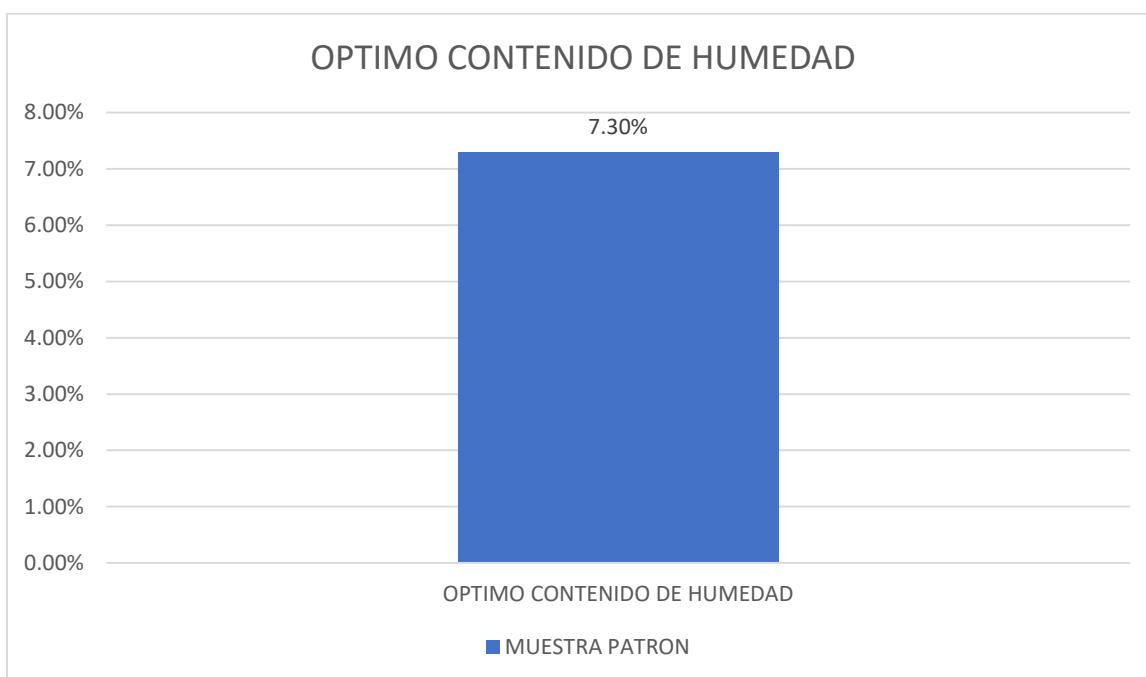
Fuente: elaboración propia,2022.

**Tabla 09.** Solución del ensayo de Límites de Atterberg de la muestra natural.

muestra	Límites de Atterberg		
	limite liquido (%)	limite plástico (%)	índice de plasticidad (%)
C3-M1	NP	NP	NP

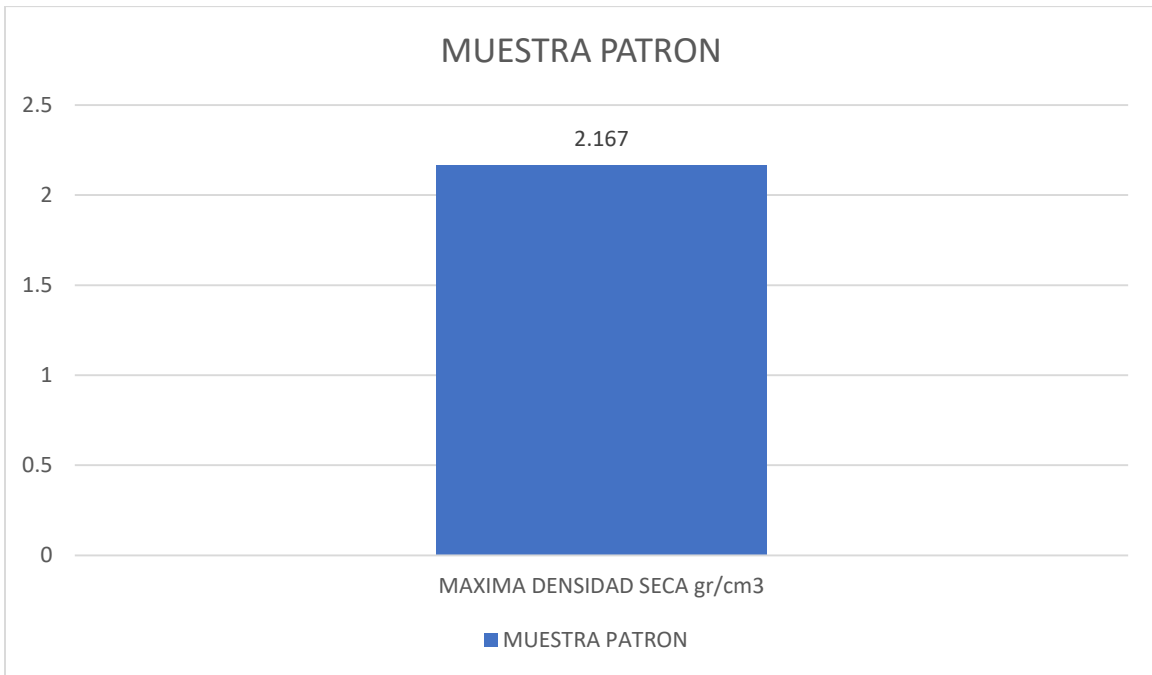
Fuente: elaboración propia,2022.

Interpretación: en la presente figura 12 y la tabla 09, se puede observar que la muestra de la calicata C3-M1, no logro presentar limite líquido ni limite plástico, por ende, no presentará el índice de plasticidad.



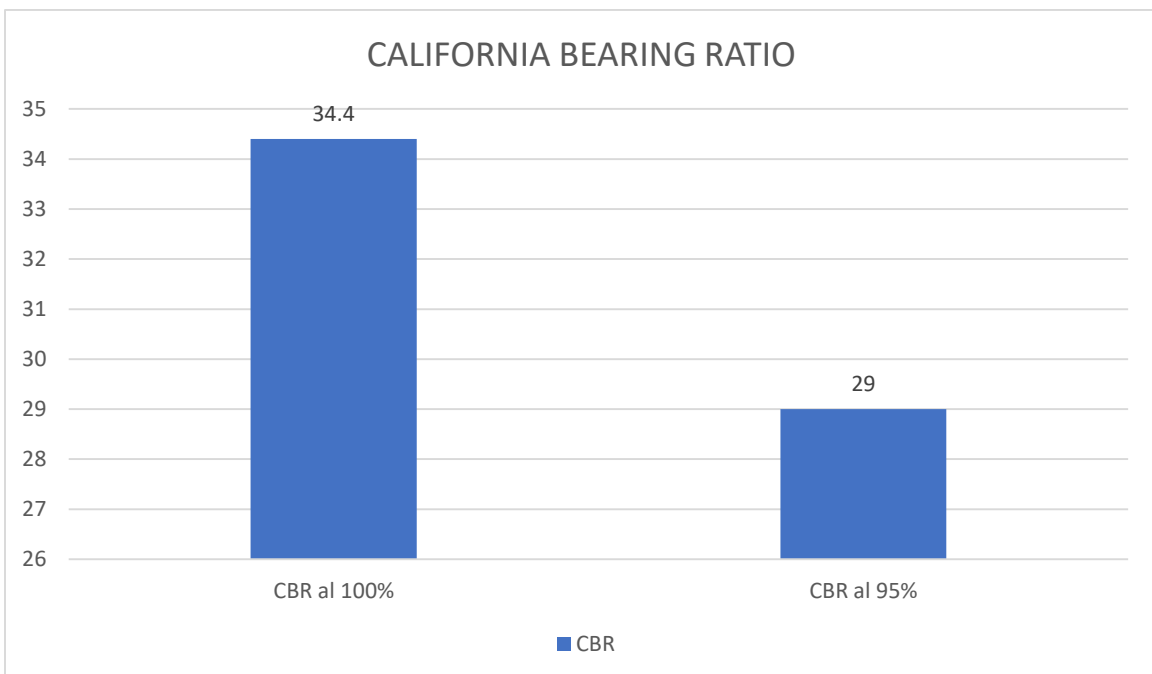
**Figura N° 13:** Gráfica del óptimo contenido de humedad de la muestra patrón.  
Fuente: elaboración propia,2022.

Interpretación: Esto se obtuvo a partir de datos de experimentos similares sobre datos de humedad que muestran que la humedad óptima del suelo es 7,30%.



**Figura N° 14:** Gráfica de la máxima densidad seca de la muestra patrón.  
Fuente: elaboración propia,2022.

Interpretación: Los datos se obtuvieron de una prueba adecuada de datos de densidad seca máxima que el suelo tiene una densidad seca máxima de 2.167 gr/cm<sup>3</sup>.



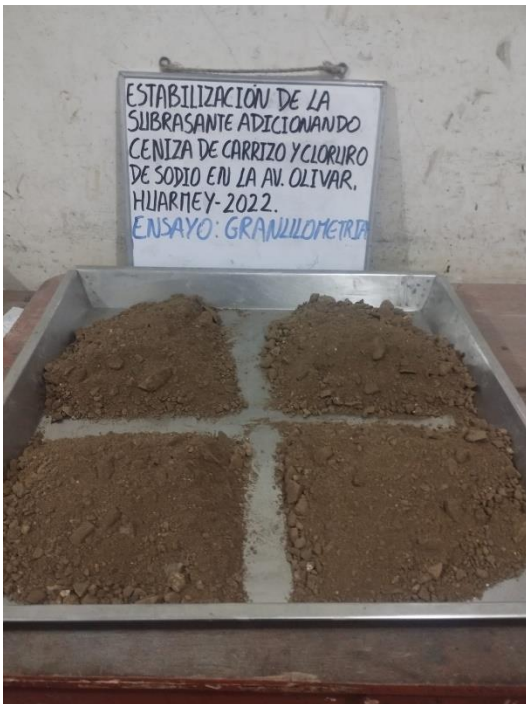
**Figura N° 15:** Gráfica del CBR de la muestra patrón.  
Fuente: elaboración propia,2022.

Interpretación: los datos obtenidos del ensayo del CBR, la densidad máxima seca respecto al suelo natural del 95% es de 2.167 gr/cm<sup>3</sup>, y con su contenido de humedad respectiva de 7.3%, lo cual, con estos datos, se llevó a la saturación de su capacidad portante de 0.1" de penetración, por lo tanto, resulta que el CBR al 95% de la máxima densidad seca de la muestra natural es 29% y el CBR 100% de la máxima densidad seca es 34.4%.

Objetivo 1: Determinar la influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante.

Límite de Atterberg (MTC E 110 & E 111-2016)

Se realizó las pruebas correspondientes a los Límites de Atterberg (ASTM D4318, MTC E 111-2016) a las muestras, sin la adición de las cenizas de carrizo y sin el cloruro de sodio, para obtener el Límite Líquido, Límite Plástico, el Índice de Plasticidad, para conseguir realizar la clasificación del suelo y poder conocer sus características y mecánicas.



**Figura N° 16:** prueba granulométrica  
Fuente: Elaboración propia, 2022.



**Figura N° 17:** límites de consistencia  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

DATOS DE LA MUESTRA		
Calicata	: P-01	Natural
Muestra	: Afirmado	

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			

**Figura N° 18:** Gráfico del límite líquido y límite plástico de la muestra C3-M1.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

**Tabla 10.** *límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.*

C3-M1	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
SN	NP	NP	NP
SN+3%NaCl	NP	NP	NP
SN+5%NaCl	NP	NP	NP
SN+7%NaCl	NP	NP	NP
SN+5%CC	NP	NP	NP
SN+10%CC	NP	NP	NP
SN+15%CC	NP	NP	NP

Fuente: elaboración propia, 2022.

En la tabla 10, se observa que la prueba de límites de la muestra patrón, no presenta límite líquido ni límite plástico, por lo tanto, este suelo tiene un IP de 0%, por lo que se demuestra que no es necesario adicionar las cenizas de carrizo y cloruro de sodio para obtener un menor porcentaje de IP.

Objetivo 2: Determinar la influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad en la estabilización de la subrasante.

Proctor modificado ASTM D 1557- MTC E 115-2016

Para la prueba de Proctor Modificado, se elaboró por el método “B”, que da la humedad, a su vez, la densidad seca relacionada, la curva de compactación del tajo C3-M1 en su estado natural, sin adicionar la ceniza de caña de azúcar y cloruro de sodio, se determinaron.



**Figura N° 19:** muestra ensayo de Proctor  
Fuente: Elaboración propia

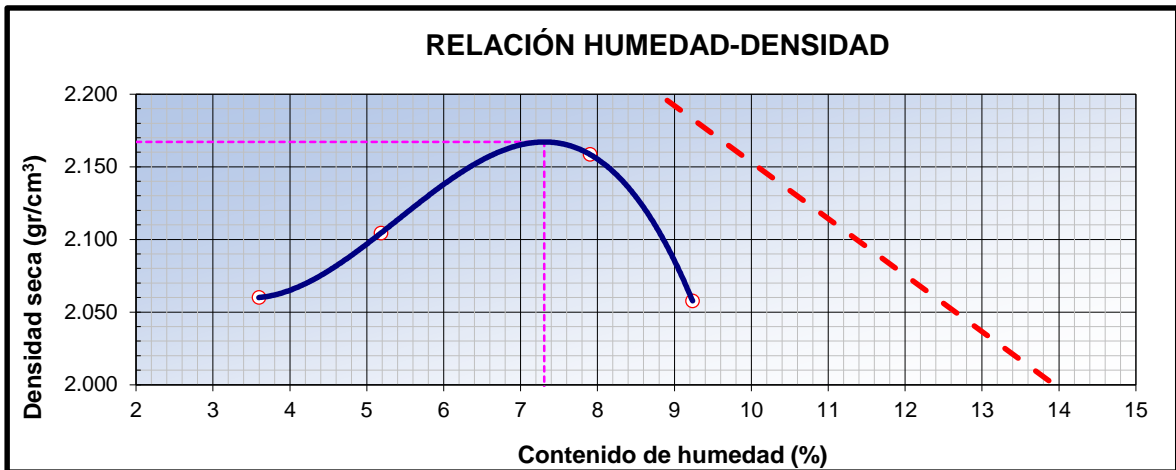


**Figura N° 20:** Ensayo de Proctor  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.** resultados del Proctor modificado C3-M1

C3-M1	PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua	%	3.6	5.18	7.9	9.24
peso volumetrico seco	gr/cm3	2.06	2.104	2.159	2.058
densidad maxima (gr/cm3)					2.167
humedad optima(%)					7.3

Fuente: elaboración propia,2022.



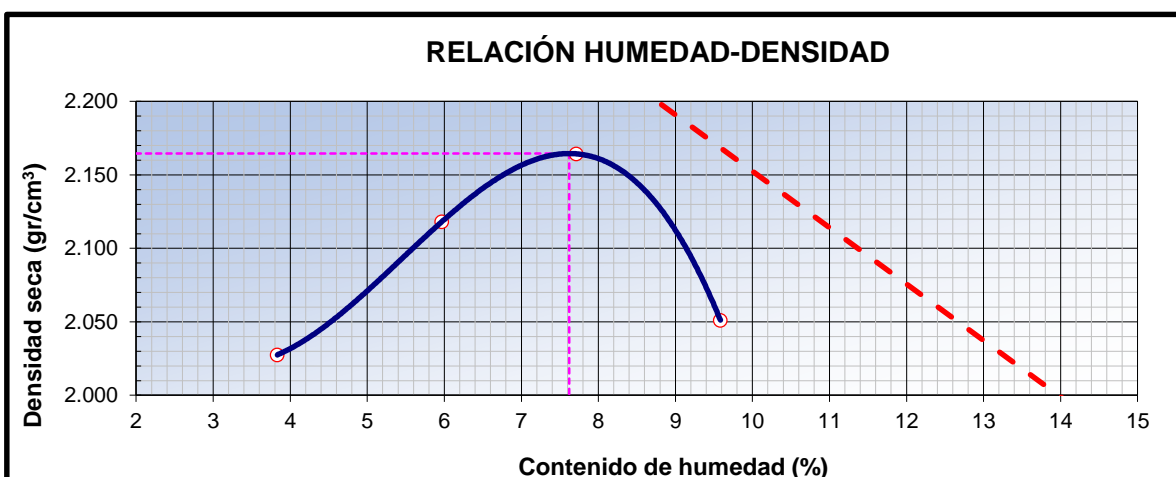
**Figura N°21:** gráfica de Proctor modificado, C3-M1  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Interpretación: Por la relación de la Tabla 11 y la Figura 21, estos datos obtenidos en el laboratorio de pruebas Proctor modificado del fondo C3-M1 en estado natural obtiene su contenido de humedad óptimo de 7.3%, sobre sólidos máximos obtiene una densidad de 2.167 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 12.** resultados de Proctor modificado C3-M1 + 3%cloruro de sodio

C3-M1+3% cloruro de sodio	PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua	%	3.83	5.97	7.71	9.58
peso volumetrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.028	2.118	2.164	2.051
densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> )					2.165
humedad optima(%)					7.6

Fuente: elaboración propia,2022.



**Figura N°22:** grafica de Proctor modificado, C3-M1 +3%cloruro de sodio  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Interpretación: Según la tabla 12 y la figura 22 nos muestran los datos obtenidos de

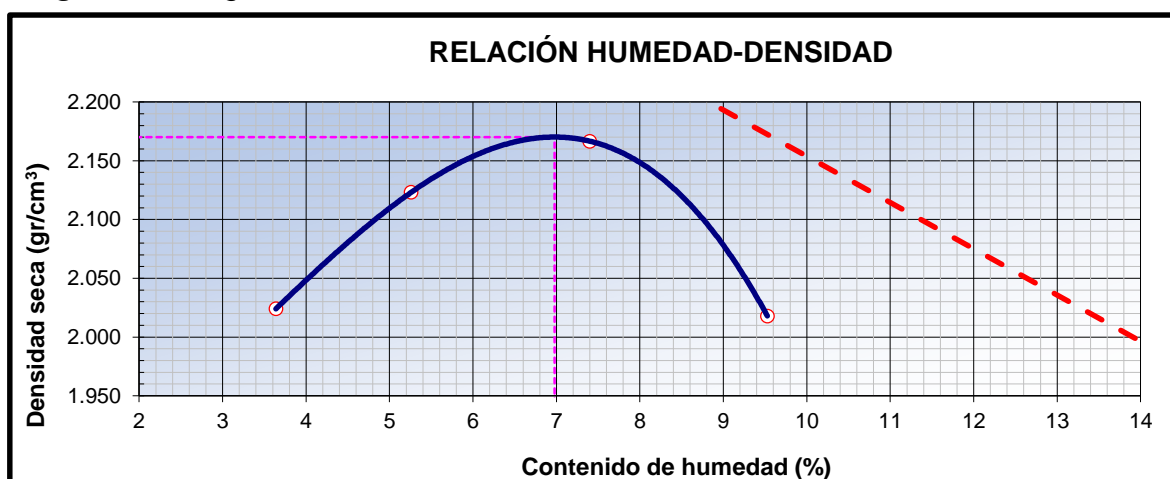
una prueba de laboratorio Proctor modificada realizada en la muestra de cloruro de sodio 3% de la calicata C3-M1, que arroja un contenido de humedad óptimo de 7,6 % para una densidad seca máxima de 2,165. gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 13.** resultados de Proctor modificado C3-M1 + 5%cloruro de sodio

C3-M1+5% cloruro de sodio	PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua	%	3.64	5.26	7.40	9.53
peso volumetrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.024	2.123	2.167	2.018
densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> )					2.170
humedad optima(%)					7.0

Fuente: elaboración propia,2022.

**Figura N°23:** grafica de Proctor modificado, C3-M1 +5%cloruro de sodio



Fuente: Hisgeolab S.A.C

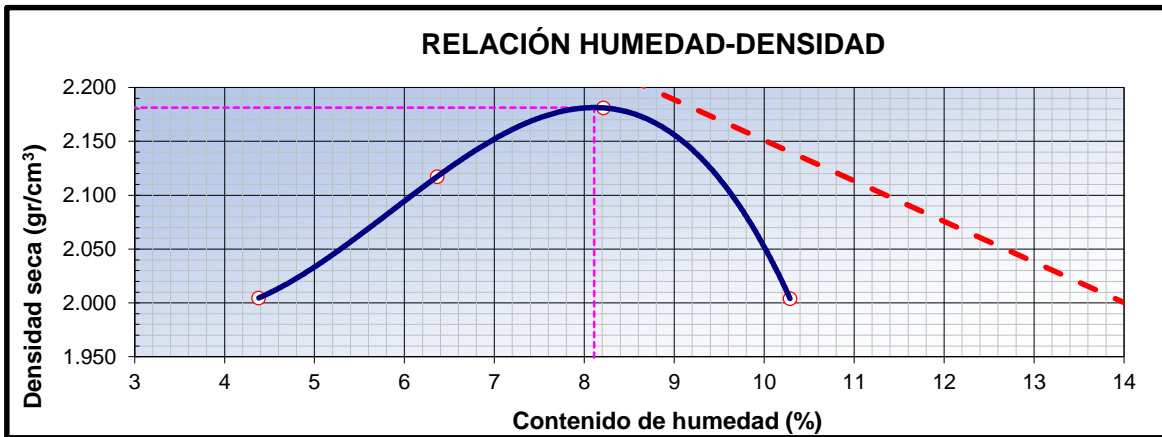
Interpretación: La Tabla 13 y la Figura 23 muestran datos de una prueba de laboratorio Proctor modificada realizada en una muestra de pozo de 5% cloruro de sodio+C3-M1 que arrojó un contenido de humedad óptimo del 7 % en relación con la densidad seca máxima de 2170 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 14.** Resolución de Proctor modificado C3-M1 + 7%cloruro de sodio

C3-M1+7% cloruro de sodio	PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua	%	4.38	6.36	8.21	10.29
peso volumetrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.005	2.117	2.181	2.004
densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> )					2.181
humedad optima(%)					8.1

Fuente: elaboración propia,2022.





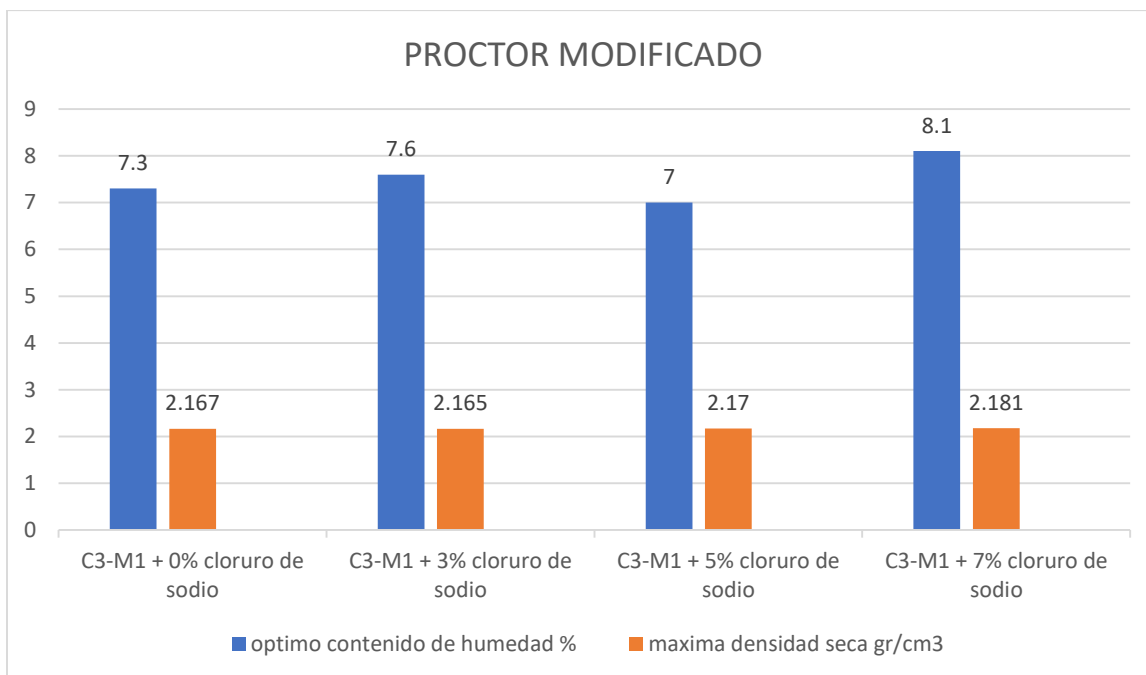
**Figura N°24:** gráfica de Proctor modificado, C3-M1 +7%cloruro de sodio  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Interpretación: Según la tabla 14 y la figura 24 muestra los datos obtenidos de la prueba de laboratorio Proctor Modificada realizada en la muestra añadiendo 7% de cloruro de sodio + C3-M1, que resultó en un contenido de humedad óptimo de 8.1% de su densidad seca máxima. 2,181 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 15.** comparación de resultados de Proctor Modificado de la muestra C3-M1+ 3%, 5% y 7% cloruro de sodio

MUESTRA	Optimo Contenido de Humedad %	Maxima Densidad Seca gr/cm <sup>3</sup>
C3-M1	7.3	2.167
C3-M1 + 3% cloruro de sodio	7.6	2.165
C3-M1 + 5% cloruro de sodio	7.0	2.170
C3-M1 + 7% cloruro de sodio	8.1	2.181

Fuente: elaboración propia,2022.



**Figura N°25:** Balance de datos obtenidos del Proctor Modificado del fondo C3-M1 + 3%, 5% y 7% de cloruro de sodio.

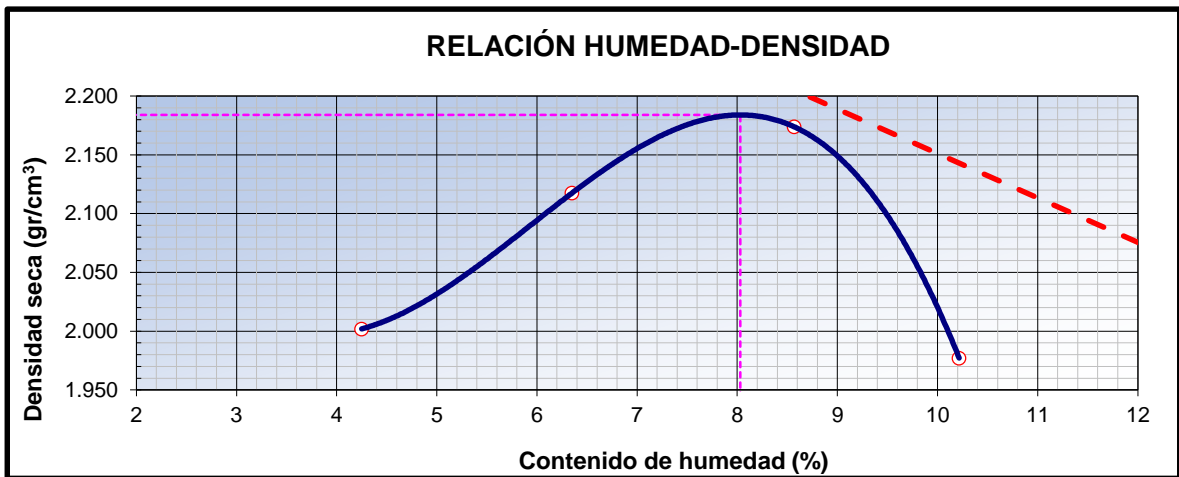
Fuente: elaboración propia, 2022.

Interpretación: En la tabla 15 y figura 25 se muestran los resultados del ensayo de Proctor Modificado de la calicata C3-M1 en su estado natural de la muestra, en la cual se obtuvo la máxima densidad seca de 2.167 gr/cm<sup>3</sup>, el contenido de humedad óptimo de 7.3%, de igual manera se muestra que la C3-M1+3% de cloruro de sodio, su densidad seca máxima es de 2.165gr/cm<sup>3</sup>, el contenido de humedad óptimo de 7.6%, con la adición de 5% de cloruro de sodio, se presentó una densidad seca máxima de 2.17gr/cm<sup>3</sup>, el contenido de humedad óptimo de 7%, con la adición del 7% de cloruro de sodio, su densidad seca máxima es de 2.181gr/cm<sup>3</sup>, el contenido de humedad óptimo de 8.1%. Para lo cual, en el presente tipo de suelos, aumenta el contenido de humedad óptima con los porcentajes de 3% y 7%, con relación a la densidad seca máxima aumenta en los porcentajes de 5% y 7% añadidos. Por ello el óptimo porcentaje a añadir es el 7% de cloruro de sodio.

**Tabla 16.** resultados de Proctor modificado C3-M1 + 5% ceniza de carrizo

C3-M1+5% ceniza de carrizo	PROCTOR MODIFICADO				
	%	4.25	6.35	8.57	10.22
contenido de agua	%	4.25	6.35	8.57	10.22
peso volumetrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.002	2.118	2.174	1.997
densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> )					2.184
humedad optima(%)					8.0

Fuente: elaboración propia, 2022.



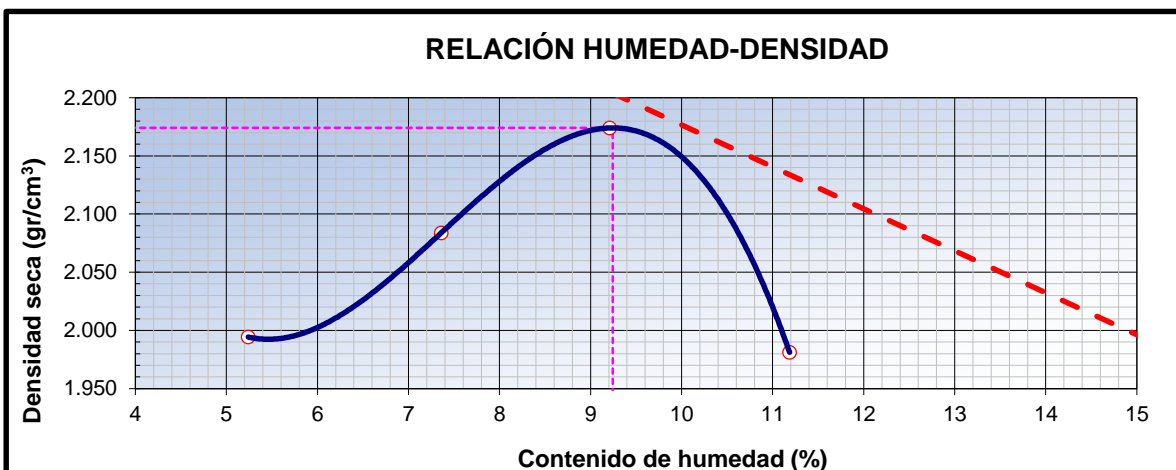
**Figura N°26:** gráfica de Proctor modificado, C3-M1 +5%ceniza de carrizo  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Interpretación: En la tabla 16 y figura 26 al observar los datos obtenidos de la prueba de laboratorio de Proctor Modificado, las muestras del pozo C3-M1+5% de ceniza de carrizo arrojaron el contenido de humedad óptimo. De ahí se obtuvo un contenido de humedad óptimo del 8% como porcentaje de la densidad seca máxima de 2.184 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 17.** Solución de Proctor modificado C3-M1 + 10%ceniza de carrizo

C3-M1+10% ceniza de carrizo	PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua	%	5.24	7.36	9.21	11.19
peso volumetrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.994	2.084	2.174	1.981
densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> )					2.174
humedad optima(%)					9.2

Fuente: elaboración propia,2022.



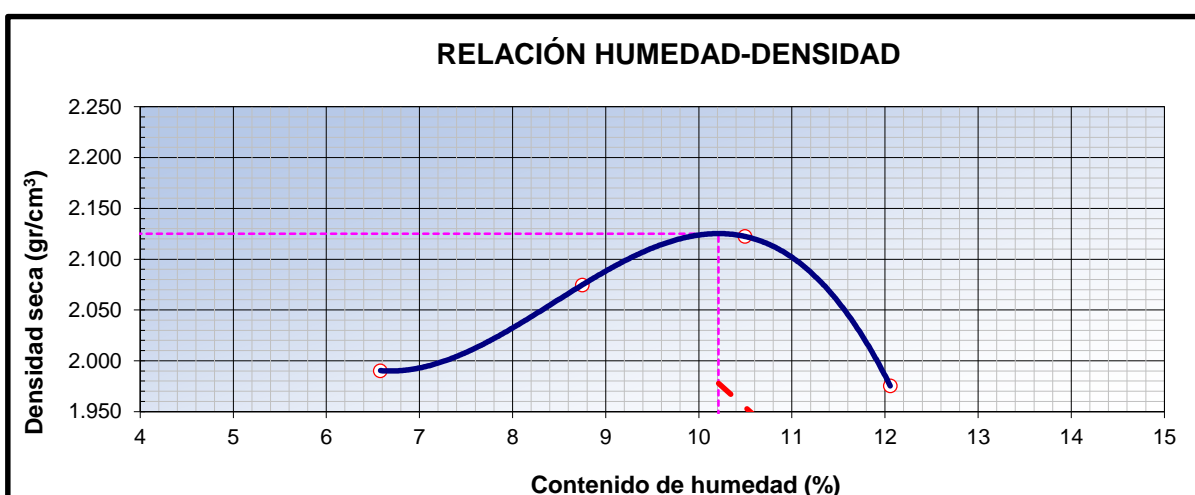
**Figura N°27:** gráfica de Proctor modificado, C3-M1 +10%ceniza de carrizo  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la tabla 17 y figura 27 se observa los datos conseguidos de la prueba de laboratorio Proctor Modificado al agregar ceniza de carrizo 10%+C3-M1 a la muestra, se obtuvo un contenido de humedad óptimo de 9.2% en relación a su densidad seca máxima de 2.17 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 18.** Solución del proctor modificado C3-M1 + 15% ceniza de carrizo

C3-M1+15% ceniza de carrizo	PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua	%	6.58	8.75	10.50	12.06
peso volumetrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.990	2.075	2.122	1.975
densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> )					2.125
humedad optima(%)					10.2

Fuente: elaboración propia,2022.



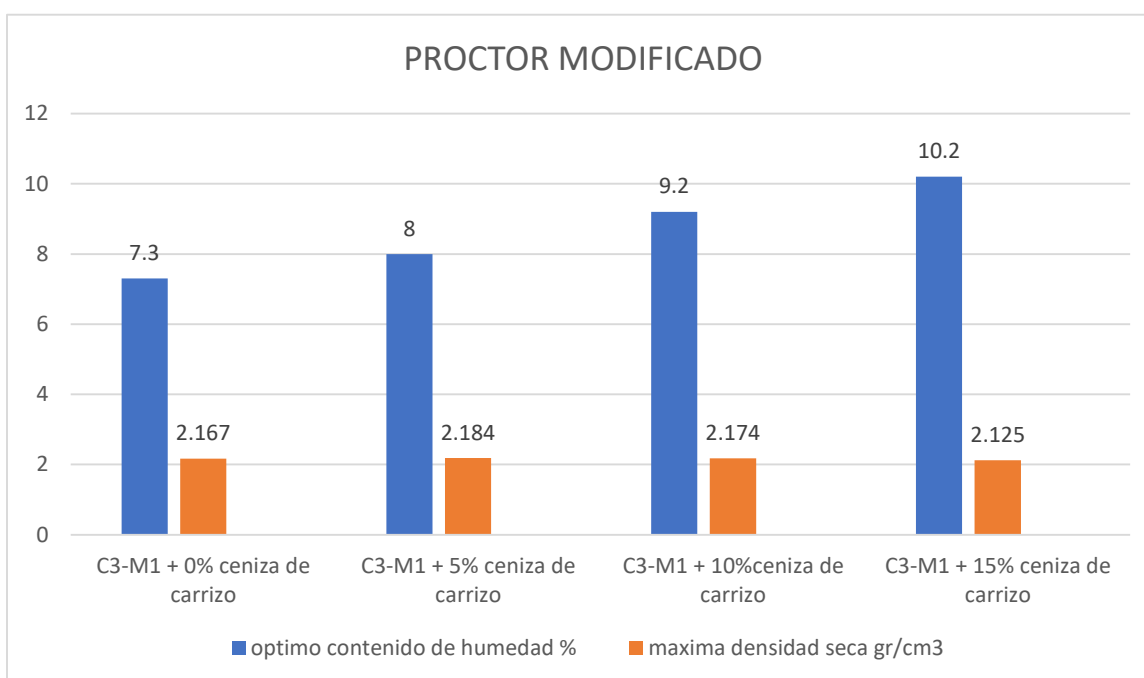
**Figura N°28:** gráfica de Proctor modificado, C3-M1 +15% ceniza de carrizo  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la tabla 18 y figura 28 muestran los datos obtenidos de una prueba de laboratorio Proctor Modificada realizada en la muestra adicionando 15% de ceniza de carrizo+C3-M1, que resultó en un contenido de humedad óptimo de 10,2% en comparación con su densidad seca máxima de 2,125. gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 19.** comparación de resultado del Proctor Modificado de la muestra C3-M1+ 5%, 10% y 15% ceniza de carrizo

MUESTRA	optimo contenido de humedad %	máxima densidad seca gr/cm <sup>3</sup>
C3-M1	7.3	2.167
C3-M1 + 5% ceniza de carrizo	8	2.184
C3-M1 + 10% ceniza de carrizo	9.2	2.174
C3-M1 + 15% ceniza de carrizo	10.2	2.125

Fuente: elaboración propia,2022.



**Figura N°29:** comparación de datos obtenidos del Proctor Modificado de la calicata C3-M1 + 5%, 10% Y 15% de ceniza de carrizo.

Fuente: elaboración propia, 2022.

Según la tabla 19 y figura 29 muestran los datos naturales C3-M1 de la prueba Proctor Modificada. Esto indica que la densidad seca máxima de la muestra es de 2,167 gr/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad óptimo de 7,3%, lo que también indica la densidad seca máxima de la ceniza de carrizo de 5%+C3-M1 es de 2,18 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo del 8%. Con la adición de un 10% de ceniza de carrizo, la densidad seca máxima es de 2,17 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo del 9,2%. Con la adición de un 15% de ceniza de carrizo, la densidad seca máxima es de 2.125 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo del 10,2% cuya humedad óptima en este tipo de suelo relativo al aumento del suelo natural. La densidad seca máxima aumenta en un 5% y un 10%, al añadir el 15% de ceniza de carrizo reduce la densidad seca máxima.

#### California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883

Las muestras de la calicata C3-M1 se sometieron a pruebas de CBR en condiciones de estado natural para determinar su capacidad portante estándar. Las muestras se prensaron con 5 capas y 3 moldes de CBR y se sumergieron en un depósito de agua por 4 días para determinar su resistencia a la penetración.



**Figura N° 30:** análisis de suelo para CBR  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

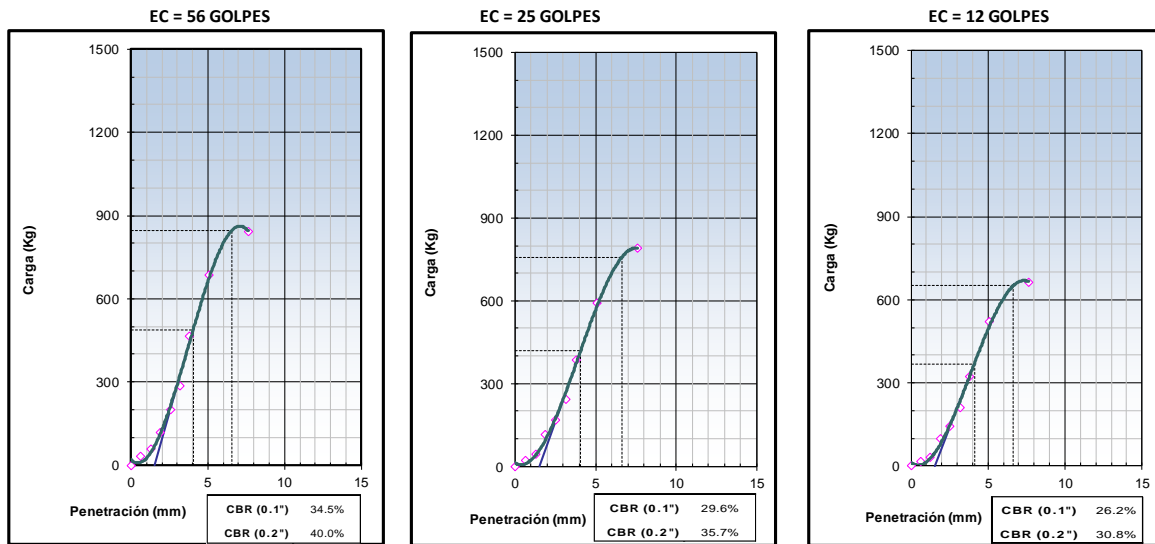


**Figura N° 31:** Ensayo de CBR  
Fuente: Elaboración propia, 2022.

**Tabla 20.** Solución del ensayo CBR del fondo C3-M1

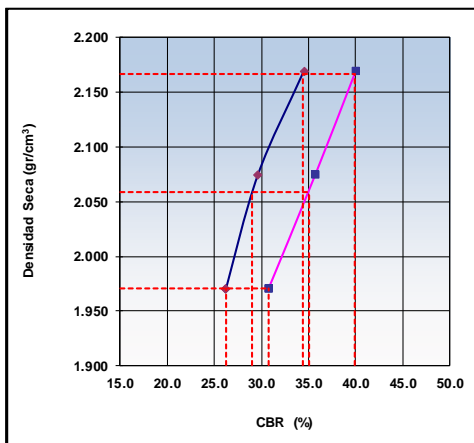
PENETRACION mm	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 83		MOLDE N° 16		MOLDE N° 33	
		Presión kg/cm2	Carga kg	Presión kg/cm2	Carga kg	Presión kg/cm2	Carga kg
0.000			0		0		0
0.635		1.7	32.5	1.2	22.5	0.8	16.4
1.270		3.1	59.5	2.2	42.9	1.7	32.3
1.905		6.1	119.3	5.9	115.4	5.1	98.5
2.540	70.45	10.3	199.3	8.7	168.5	7.3	142.3
3.180		14.7	285.3	12.5	242.3	10.8	210.2
3.810		23.9	465.0	19.8	385.2	16.5	321.2
5.080	105.68	35.3	685.3	30.4	590.6	26.8	520.3
7.620		43.3	842.0	40.6	789.3	34.1	662.3
10.160							
12.700							

Fuente: Elaboración propia, 2022



**Figura N°32:** Prueba de CBR del fondo C3-M1.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la figura 32 se observa los datos obtenidos de las tres pruebas, formando una curva de carga relacionada con el grado de penetración. La muestra N°01 resultó en una carga de 685.3kg con un CBR de 40.0% con una penetración de 0.2", una carga de 199.3kg un CBR de 34.5kg con una penetración de 0.1". La muestra N°02 resultó una carga de 590.6kg un CBR de 35.7% con una penetración de 0.2" y una carga de 168.5kg un CBR de 29.6% con una penetración de 0.1". La muestra N°03 resultó una carga de 520.3kg un CBR de 30.8% con una penetración de 0.2" y una carga de 142.3kg un CBR de 26.2% con una penetración 0.1".



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.167  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.3  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.059

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 34.4	0.2": 39.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 29.0	0.2": 35.0

**RESULTADOS (0.2"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 39.9 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 35.0 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 34.4 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.0 (%)

**Figura N°33:** Prueba de CBR del fondoC3-M1.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

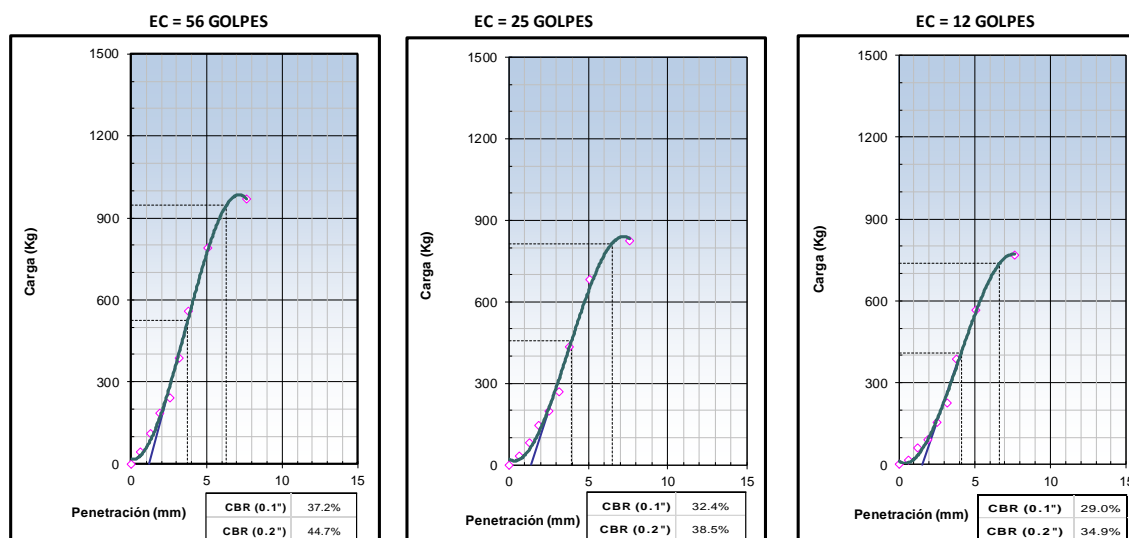
Según la figura 33 se observa una curva gráfica relacionada a la CBR con una densidad seca. Su densidad seca máxima al 100% de CBR es 2.167 gr/cm<sup>3</sup> su

CBR es 34,4% y 29,0% y 0,1" de penetración. Para el 95% de CBR, tiene una densidad seca de 2.059gr/cm<sup>3</sup> su CBR es 39,9% y 35,0% y 0,2" de penetración.

**Tabla 21.** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+3% Cloruro de Sodio

PENETRACION mm	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 43		MOLDE N° 51		MOLDE N° 33	
		Presion	Carga	Presion	Carga	Presion	Carga
		kg/cm2	kg	kg/cm2	kg	kg/cm2	kg
0.000			0		0		0
0.635		2.2	42.3	1.7	32.6	0.8	15.3
1.270		5.7	110.2	4.2	82.1	3.2	62.3
1.905		9.5	185.6	7.5	145.3	4.6	89.6
2.540	70.45	12.4	241.3	10.2	198.6	8.0	154.6
3.180		19.8	385.0	13.9	269.3	11.6	225.3
3.810		28.7	558.6	22.3	433.6	19.8	385.6
5.080	105.68	40.7	790.5	35.0	680.5	29.1	565.3
7.620		49.8	968.3	42.5	825.6	39.5	768.3
10.160							
12.700							

Fuente; Elaboración Propia, 2022.



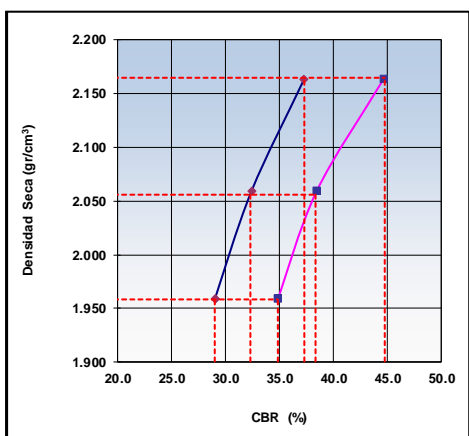
**Figura N° 34:** Prueba CBR, de la muestra C3-M1+3% Cloruro de Sodio.

Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la tabla 21 y figura 34, los resultados obtenidos de 3 pruebas analizadas en el fondo C3-M1 que incorporan 3% de cloruro de sodio, formando curvas de carga aplicada en relación con la dimensión de penetración. La muestra N° 01 observo una carga de 790.5kg un CBR de 44.7% con una penetración de 0.2", una carga de 241.3kg un CBR de 37.2% y con una penetración de 0.1". La muestra N° 02 se observó una carga aplicada resultante de 680.5kg un CBR de 38.5% y con una penetración de 0.2", una carga de 198.6kg un CBR de 32.4% y con una penetración



de 0.1". La muestra N° 03 observo una carga aplicada resultante de 565.3kg un CBR de 34.9% y con una penetración de 0.2", una carga de 154.6kg un CBR de 29.0% y con una penetración de 0.1".



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.165  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.6  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.056

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 37.3	0.2": 44.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 32.3	0.2": 38.3

**RESULTADOS (0.2"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 44.7 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 38.3 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 37.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 32.3 (%)

**Figura N°35:** Prueba de CBR de muestra C3-M1+3% Cloruro de Sodio.

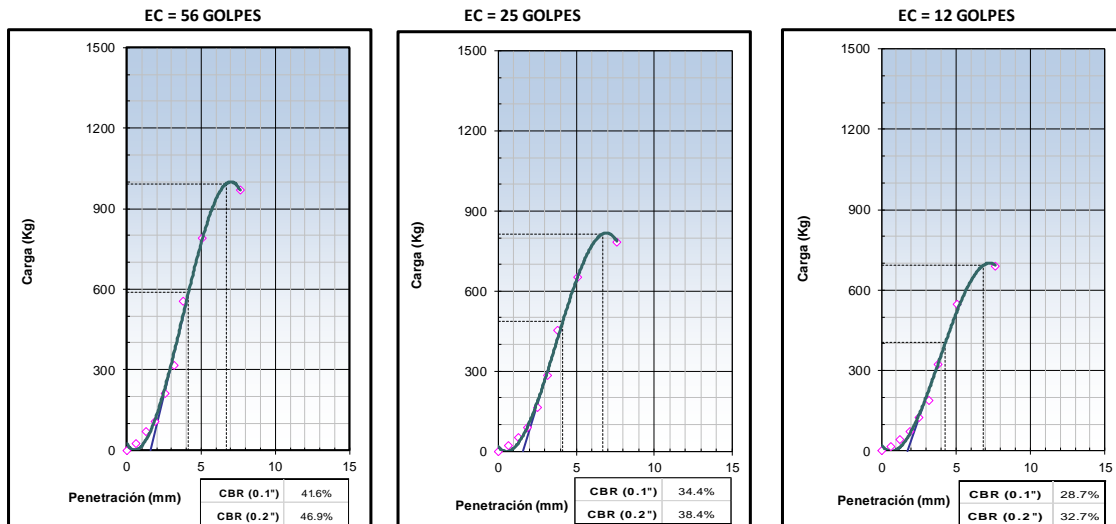
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la figura 35, se observa la curva CBR en función a la densidad seca con 3% de cloruro de sodio agregado. Al 100% de CBR, se obtuvo una densidad seca máxima de 2,165 gr/cm<sup>3</sup> y un CBR de 37,3% y 32,3% con una penetración de 0,1" y a 95% CBR con una densidad seca máxima de 2,056 gr/cm<sup>3</sup> con un CBR de 44,7% y 38,3%, con una penetración a 0,2".

**Tabla 22.** Prueba del CBR de la muestra C3-M1+5% Cloruro de Sodio

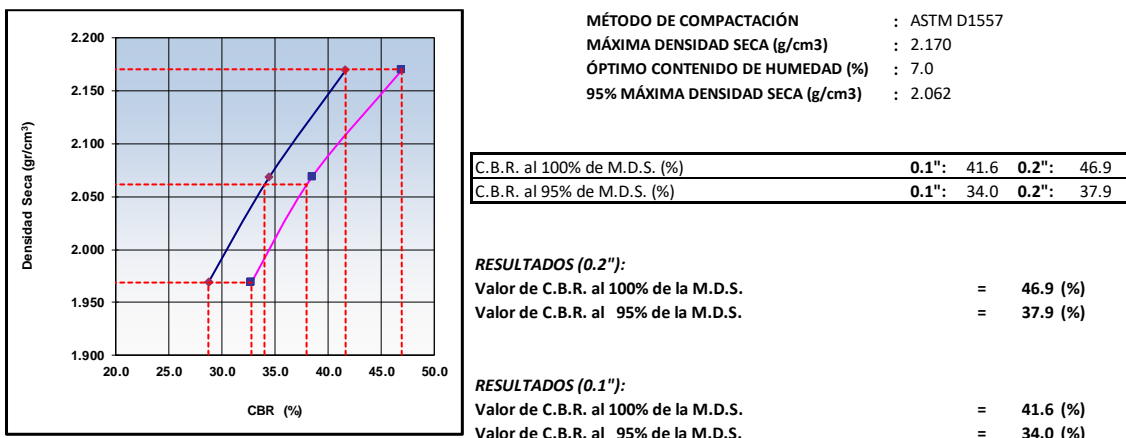
PENETRACION mm	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 74		MOLDE N° 59		MOLDE N° 58	
		Presion	Carga	Presion	Carga	Presion	Carga
		kg/cm2	kg	kg/cm2	kg	kg/cm2	kg
0.000			0		0		0
0.635		1.3	24.9	1.0	20.3	0.8	15.3
1.270		3.6	70.7	2.6	51.2	2.2	42.3
1.905		5.4	105.6	4.6	88.6	3.8	74.2
2.540	70.45	10.8	210.2	8.5	165.3	6.5	125.6
3.180		16.2	315.3	14.7	285.3	9.8	189.6
3.810		28.5	554.3	23.3	452.3	16.7	324.2
5.080	105.68	40.7	790.3	33.5	651.2	28.2	548.6
7.620		49.8	968.3	40.4	784.6	35.5	689.3
10.160							
12.700							

Fuente; Elaboración Propia, 2022.



**Figura N°36:** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+5% Cloruro de Sodio.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la tabla 22 y figura 36 se obtuvieron 3 muestras probados con 5% de cloruro de sodio añadida a la muestra C3-M1. Se forma una curva de carga en relación con la penetración. La muestra N° 01, se observó una carga de 790.3kg, un CBR de 40.9%, con una penetración de 0.2”, y una carga de 210.2kg, un CBR de 41.6%, con una penetración de 0.1”. Para la muestra N° 02 se observó una carga de 651.2kg, un CBR de 38.4%, con una penetración de 0.2”, y una carga de 165.3kg, un CBR de 34.4%, con una penetración de 0.1”. Para la muestra N° 03 observo una carga aplicada resultante de 548.6kg un CBR de 32.7%, con una penetración de 0.2”, y una carga de 125.6kg, un CBR de 28.7%, con una penetración de 0.1”.



**Figura N°37:** Prueba de CBR de muestra C3-M1+5% Cloruro de Sodio.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

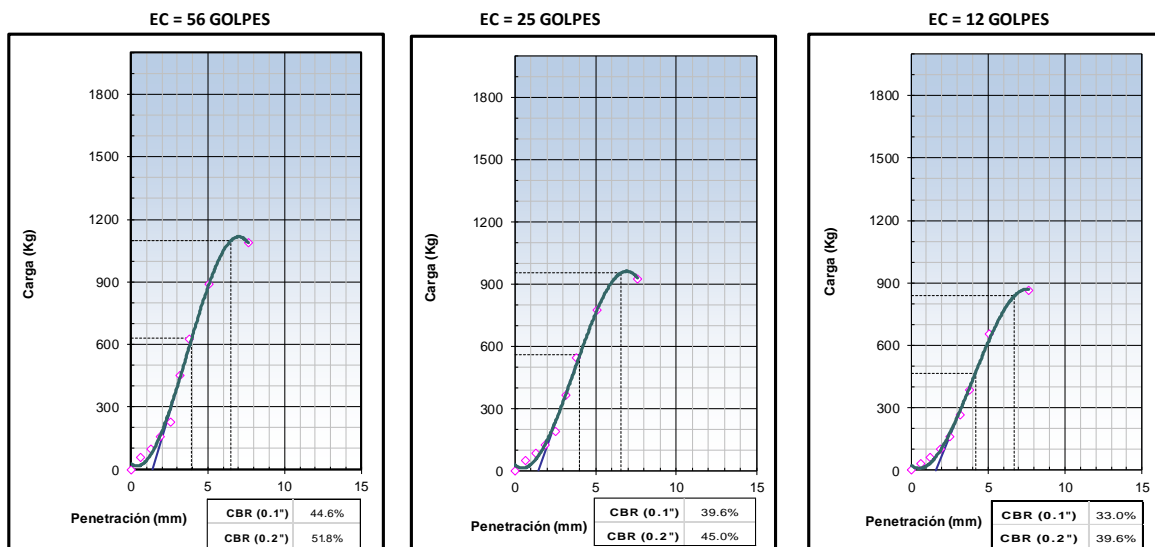
Según la figura 37, se observa la curva del CBR en función de la densidad seca con una adición de cloruro de sodio al 5%. Al 100% de CBR, la densidad seca

máxima es de 2,170 gr/cm<sup>3</sup> y su CBR es 41,6% y 34,0% y una penetración de 0,1". Además, la densidad seca máxima de CBR al 95 % y una penetración de 0,2" es de 2,062 gr/cm<sup>3</sup>, su CBR es 46,9% y 37,9%.

**Tabla 23. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+7% Cloruro de Sodio**

PENETRACION mm	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 54		MOLDE N° 61		MOLDE N° 62	
		Presion kg/cm2	Carga kg	Presion kg/cm2	Carga kg	Presion kg/cm2	Carga kg
0.000			0		0		0
0.635		2.9	56.0	2.4	46.3	1.7	32.3
1.270		5.1	98.6	4.3	84.3	3.2	62.3
1.905		8.2	158.6	6.4	125.3	5.3	102.3
2.540	70.45	11.6	225.3	9.7	188.6	8.3	162.2
3.180		23.2	451.0	18.8	365.3	13.6	265.3
3.810		32.2	625.3	27.9	542.3	19.8	384.5
5.080	105.68	45.7	887.6	39.8	774.2	33.8	656.3
7.620		55.8	1085.6	47.6	925.6	44.5	865.3
10.160							
12.700							

Fuente; Elaboración Propia, 2022.

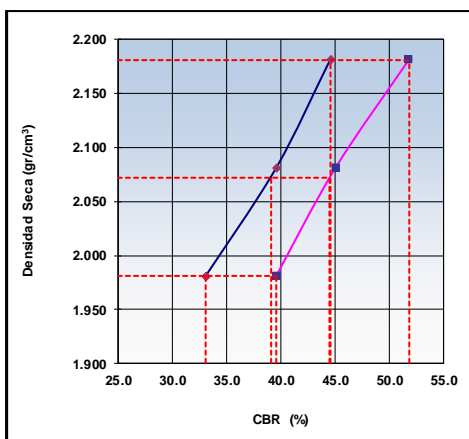


**Figura N°38:** Prueba CBR, de la muestra C3-M1+7% Cloruro de Sodio.

Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la tabla 23 y la figura 38 muestran los resultados de las pruebas de la calicata C3-M1 que incorpora cloruro de sodio de 7%, se forma una curva de carga en relación con la penetración. La muestra N° 01, los resultados que se muestran se aplicó una carga de 887.6kg, un CBR de 51.8%, con una penetración de 0.2", y una carga de 225.3kg, un CBR de 44.6%, con una penetración de 0.1". La muestra N° 02 observo una carga de 774.2kg, un CBR de 45.0% y una penetración de 0.2",y

una carga de 188.6kg, un CBR de 39.6%, con una penetración de 0.1". La muestra N°03 observo una carga resultante de 656.3kg, un CBR de 39.6%, con una penetración de 0.2", y una carga de 162.2kg, un CBR de 33.0%, con una penetración 0.1".



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.181  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.1  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.072

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 44.6	0.2": 51.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 39.0	0.2": 44.5

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 51.8 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 44.5 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 44.6 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 39.0 (%)

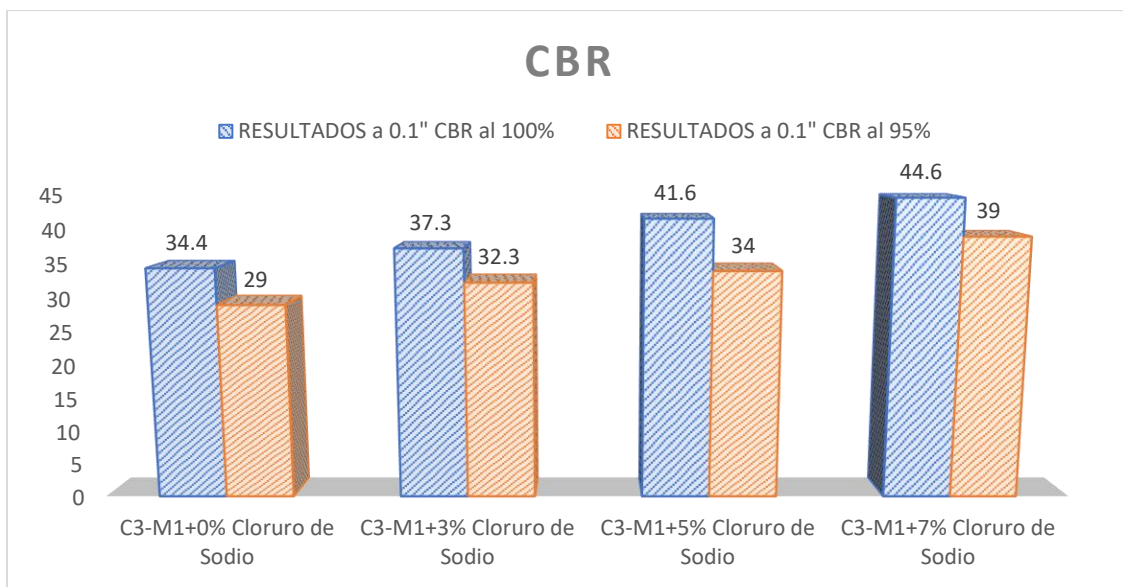
**Figura N°39:** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+7% Cloruro de Sodio.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la figura 39 se obtiene la curva CBR en función a la densidad seca cuando se agrega 7% de cloruro de sodio. Al 100% de CBR, su densidad seca máxima es 2,181gr/cm<sup>3</sup> y su CBR de 44,6% y 39,0% con 0,1" penetración. Además, al 95% de CBR, su densidad seca máxima 2,072 gr/cm<sup>3</sup> con 0,2" de penetración y un CBR de 51,8% y 44,5%.

**Tabla 24.** Comparación de resultados del CBR de la muestra C3-M1+3%, 5% y 7% de Cloruro de Sodio

MUESTRA	RESULTADOS a 0.1"	
	CBR al 100% de la M.D.S	CBR al 95% de la M.D.S
C3-M1+0% Cloruro de Sodio	34.4	29.0
C3-M1+3% Cloruro de Sodio	37.3	32.3
C3-M1+5% Cloruro de Sodio	41.6	34.0
C3-M1+7% Cloruro de Sodio	44.6	39.0

Fuente: Elaboración propia,2022.



**Figura Nº40:** Comparación del resultado de CBR de la muestra C3-M1+3%, 5% y 7% de Cloruro de Sodio.

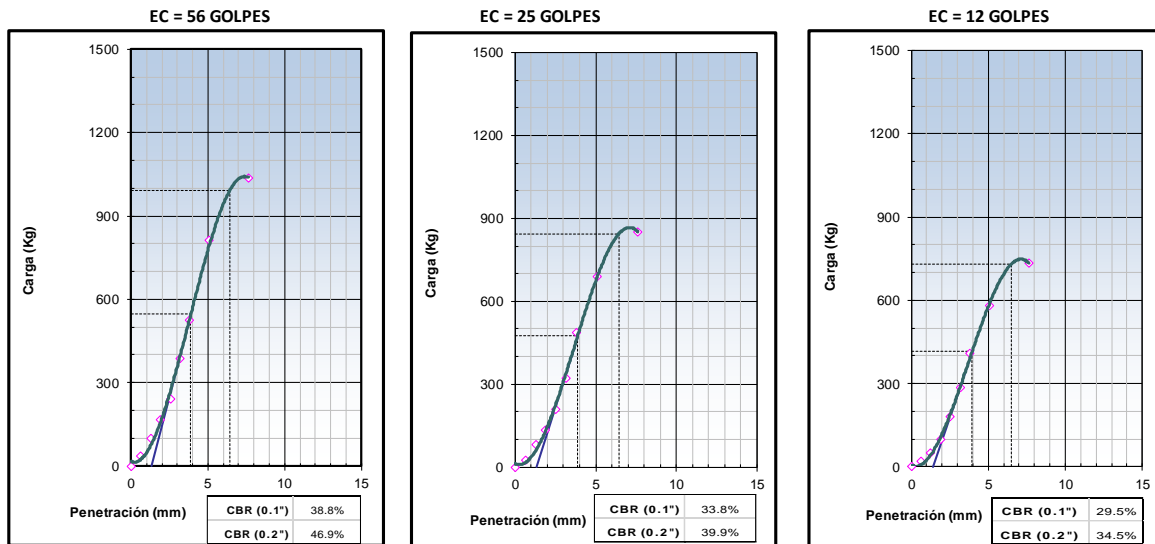
Fuente: Elaboración Propia,2022.

Según la figura 40 los resultados obtenidos cuando se analizaron en el laboratorio diferentes combinaciones de cloruro de sodio. La resistencia con una penetración de 0.1" se midió a un 100% y 95%, el porcentaje de CBR más óptimo se logra cuando se le agrega cloruro de sodio 7% a la súbbase con valores de 44.6% y 39.0% a comparación al CBR de la muestra natural los resultados son 34,4% y 29,0%, proporciona un subsuelo adecuado como se menciona en el manual de carreteras -MTC que indica un CBR  $\geq 30\%$  corresponde muy buen fondo.

**Tabla 25.** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+5% Ceniza de carrizo

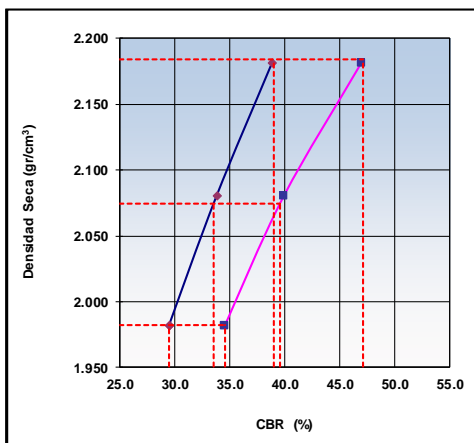
PENETRACION mm	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 15		MOLDE N° 42		MOLDE N° 11	
		Presion	Carga	Presion	Carga	Presion	Carga
		kg/cm2	kg	kg/cm2	kg	kg/cm2	kg
0.000			0		0		0
0.635		1.9	36.2	1.4	26.3	1.0	19.3
1.270		5.1	98.6	4.1	80.6	2.5	48.6
1.905		8.5	165.2	7.0	135.2	5.1	98.6
2.540	70.45	12.4	240.2	10.8	210.2	9.3	181.2
3.180		19.8	385.2	16.5	320.3	14.7	285.6
3.810		27.1	526.3	25.0	485.3	21.1	410.3
5.080	105.68	41.7	810.5	35.5	690.2	30.0	582.3
7.620		53.2	1035.0	43.7	850.0	37.8	735.6
10.160							
12.700							

Fuente: Elaboración propia,2022.



**Figura N°41:** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+5% Ceniza de Carrizo.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

La Tabla 25 y la Figura 41 muestran los resultados de tres muestras de ceniza de carrizo al 5% analizadas en el pozo C3-M1. Estos forman las curvas de tensión utilizadas en relación con las mediciones de penetración. La muestra N° 01 observo una carga de 810.5kg, un CBR de 46.9%, con una penetración de 0.2", y una carga de 240.2 kg, un CBR de 38.8%, con una penetración de 0.1". La muestra N° 02 se observo una carga de 690.2kg, un CBR de 39.9%, con una penetración de 0.2", y una carga de 210.2kg, un CBR de 33.8%, con una penetración de 0.1", la muestra N° 03 observó un resultado de 582.3kg de carga, un CBR de 34.5%, con una penetración de 0.2", y una carga de 181.2kg, un CBR de 29.5%, con una penetración de 0.1".



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.184  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.0  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.075

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 39.0	0.2": 47.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 33.5	0.2": 39.5

**RESULTADOS (0.2"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 47.1 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 39.5 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 39.0 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 33.5 (%)

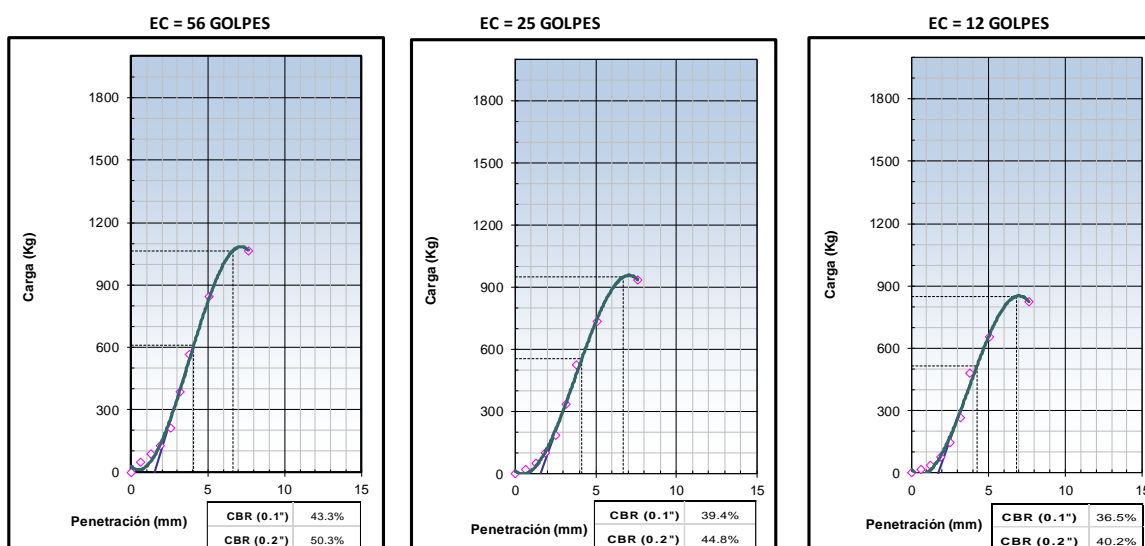
**Figura N°42:** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+5% Ceniza de Carrizo.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

En la figura 42 muestran la curva CBR en función de su densidad seca con 5% de ceniza de carrizo añadida. Al 100% de CBR su densidad seca máxima es de 2,184 gr/cm<sup>3</sup>, un CBR de 39,0% y 33,5% con 0,1" de penetración y al 95% CBR su densidad seca máxima es 2,075 gr/cm<sup>3</sup>, un CBR de 47,1% y 39.5% con 0,2" de penetración.

**Tabla 26.** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+10% Ceniza de carrizo

PENETRACION mm	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 43		MOLDE N° 51		MOLDE N° 33	
		Presion	Carga	Presion	Carga	Presion	Carga
		kg/cm2	kg	kg/cm2	kg	kg/cm2	kg
0.000			0		0		0
0.635		2.3	45.6	1.0	18.5	0.8	16.3
1.270		4.4	85.8	2.4	46.2	1.8	35.2
1.905		6.4	125.3	5.1	99.8	3.9	75.6
2.540	70.45	10.8	210.3	9.5	185.6	7.5	145.2
3.180		19.8	385.6	17.2	335.2	13.8	268.6
3.810		29.0	564.5	27.0	525.0	24.6	478.5
5.080	105.68	43.5	845.6	37.7	732.6	33.7	654.2
7.620		54.8	1065.0	48.2	936.2	42.5	825.3
10.160							
12.700							

Fuente: Elaboración propia,2022.

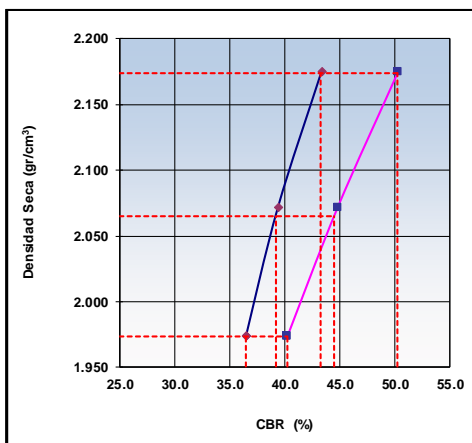


**Figura N°43:** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+10% Ceniza de Carrizo.

Fuente: Hisgeolab S.A.C

La tabla 26 y figura 43 sus resultados de 3 muestras con el 10% de ceniza de carrizo añadida a la muestra C3-M1, se forma una curva de carga en relación con la

penetración. La muestra N° 01, el resultado es una carga aplicada de 845.6kg, un CBR de 50.3%, con una penetración de 0.2", y una carga de 210.3kg, un CBR de 43.3%, con una penetración de 0.1". Para la muestra N° 02 se observó una carga de 732.6kg, un CBR de 44.8%, con una penetración de 0.2", y una carga de 185.6kg, un CBR de 39.4%, con una penetración de 0.1". Para la muestra N° 03 observo una carga aplicada resultante de 654.2kg, un CBR de 40.2%, con una penetración de 0.2", y una carga de 145.2kg, un CBR de 36.5%, con una penetración de 0.1".



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.174  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.2  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.065

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 43.3	0.2": 50.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 39.2	0.2": 44.4

**RESULTADOS (0.2"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 50.2 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 44.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 43.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 39.2 (%)

**Figura N°44:** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+10% Ceniza de Carrizo.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

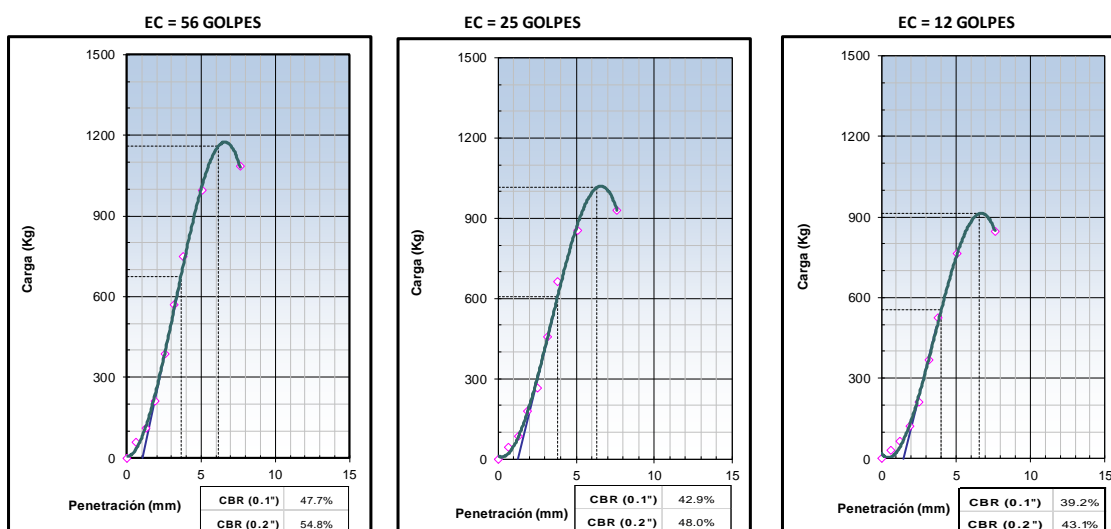
La Figura 44, observa una curva gráfica de CBR en función de la densidad seca adicionando 10% de ceniza de carrizo. Al 100% de CBR su densidad seca máxima es 2.174gr/cm<sup>3</sup> con un CBR de 43,3% y 39,2% con una penetración de 0,1". Además, una densidad seca máxima de CBR de 2.065gr/cm<sup>3</sup> al 95% y una penetración de 0.2" le da un CBR de 50.2% y 44.4%.



**Tabla 27. Prueba de CBR de la muestra C3-M1+15% Ceniza de carrizo**

PENETRACION mm	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 58		MOLDE N° 28		MOLDE N° 25	
		Presion	Carga	Presion	Carga	Presion	Carga
		kg/cm2	kg	kg/cm2	kg	kg/cm2	kg
0.000			0		0		0
0.635		2.9	56.3	2.2	42.6	1.6	31.2
1.270		5.6	108.6	4.3	84.5	3.4	65.3
1.905		10.9	211.3	9.3	180.2	6.2	121.2
2.540	70.45	19.8	385.0	13.6	265.3	10.8	210.2
3.180		29.3	568.6	23.5	457.6	18.8	366.2
3.810		38.5	748.6	34.1	662.3	27.0	524.1
5.080	105.68	51.2	994.6	43.9	854.2	39.4	765.3
7.620		55.8	1085.0	47.9	931.2	43.6	847.6
10.160							
12.700							

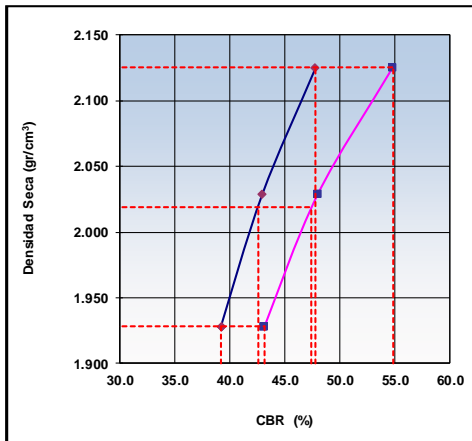
Fuente: Elaboración propia,2022.



**Figura N°45:** Ensayo de CBR de la muestra C3-M1+15% Ceniza de Carrizo.

Fuente: Hisgeolab S.A.C

Según la tabla 27 y figura 45 muestran los resultados de las pruebas del fondo C3-M1 que incorpora ceniza de carrizo de 15%, se forma una curva de carga en relación con la penetración. La Muestra N° 01, los resultados que se muestran se aplicó una carga de 994.6kg, con un CBR de 54.8%, con una penetración de 0.2”, y una carga de 385.0kg, un CBR de 47.7%, con una penetración de 0.1”. La muestra N° 02 observo una carga de 854.2kg, un CBR de 48.0%, con una penetración de 0.2”, y una carga 265.3kg, un CBR de 42.9%, con una penetración de 0.1”. La muestra N°03 observo una carga aplicada resultante de 765.3kg indicando su CBR de 43.1%, con una penetración de 0.2”, y una carga de 210.2kg, un CBR de 39.2%, con una penetración de 0.1”.



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.125  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.2  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.019

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 47.7	0.2": 54.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 42.5	0.2": 47.4

**RESULTADOS (0.2"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 54.8 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 47.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 47.7 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 42.5 (%)

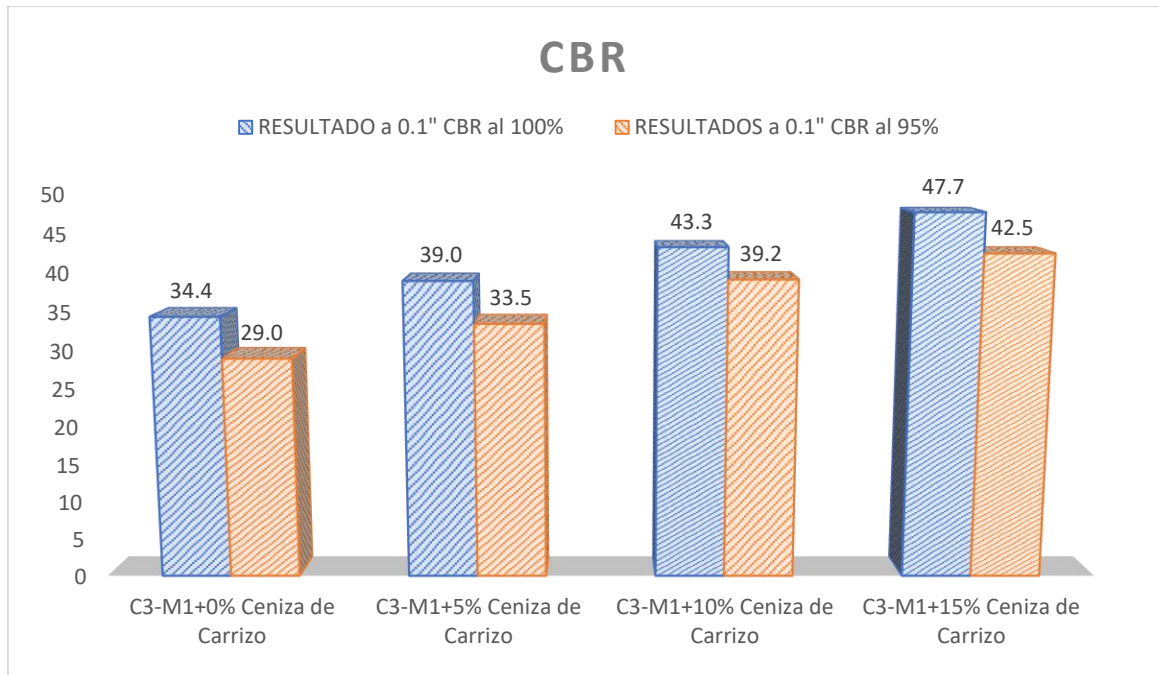
**Figura N°46:** Prueba de CBR de la muestra C3-M1+15% Ceniza de Carrizo.  
Fuente: Hisgeolab S.A.C

La figura 46, muestra un gráfico de CBR en función de la densidad seca cuando se añadió un 15% de ceniza de carrizo. Al 100% de CBR obtiene su densidad seca máxima de 2.125g/cm<sup>3</sup>, un CBR de 47.7% y 42.5% con una penetración de 0.1". Además, la densidad seca máxima de CBR al 95% es de 2.019g/cm<sup>3</sup>, con una penetración de 0.2" y con un CBR de 54.8% y 47.4%.

**Tabla 28.** Comparación de resultados del CBR de la muestra C3-M1+5%, 10% y 15% de Ceniza de Carrizo

MUESTRA	RESULTADOS a 0.1"	
	CBR al 100% de la M.D.S	CBR al 95% de la M.D.S
C3-M1+0% Ceniza de Carrizo	34.4	29.0
C3-M1+5% Ceniza de Carrizo	39.0	33.5
C3-M1+10% Ceniza de Carrizo	43.3	39.2
C3-M1+15% Ceniza de Carrizo	47.7	42.5

Fuente: Elaboración propia,2022.

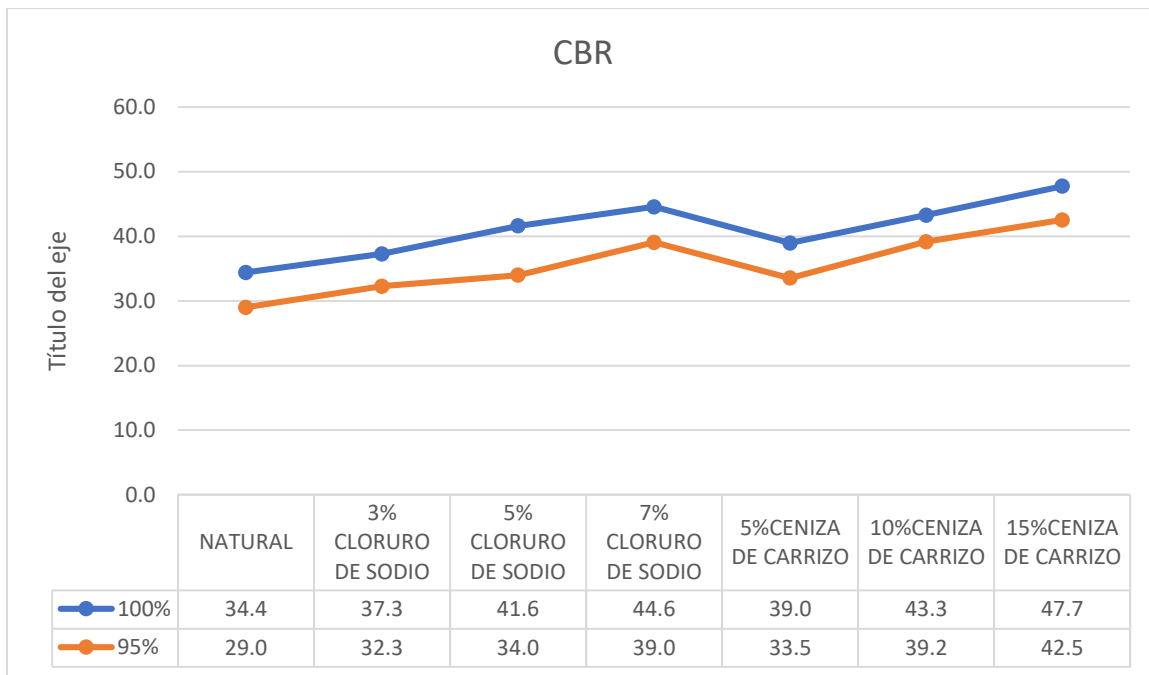


**Figura N°47:** Comparación de resultados de CBR de la muestra C3-M1+5%, 10% y 15% de Ceniza de Carrizo.  
Fuente: Elaboración Propia,2022.

**Tabla 29. Resultados de CBR**

MUESTRA	1"	
	100%	95%
C-3	34.4	29.0
3% CLORURO DE SODIO	37.3	32.3
5% CLORURO DE SODIO	41.6	34.0
7% CLORURO DE SODIO	44.6	39.0
5% CENIZA DE CARRIZO	39.0	33.5
10% CENIZA DE CARRIZO	43.3	39.2
15% CENIZA DE CARRIZO	47.7	42.5

Fuente: Elaboración propia,2022.



**Figura N°48:** Resultados de CBR suelo patrón añadiendo el 3%, 5%, 7% de Cloruro de Sodio y 5%, 10%, 15% de Ceniza de Carrizo.

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Diseño de una estabilización de espesor adecuada usando ceniza de carrizo o cloruro de sodio según los resultados de CBR. Para crear un espesor bastante estable, utilizamos los valores de CBR obtenidos de las pruebas de mezclas de suelo natural con 5% y 7% de cloruro de sodio y 5% de ceniza de caña de azúcar. Estos valores son los siguientes

Terreno natural + NaCl 5%	CBR 34%
Terreno natural + NaCl 7%	CBR 39%
Terreno natural + CC 5%	CBR 33.5%
Terreno natural + CC 10%	CBR 39.2%
Terreno natural	CBR 29%

$$CBR_p = \frac{D_{S1}^3 CBR_1 + D_{S2}^3 CBR_2}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$

Dónde:

$CBR_p$  = CBR Ponderado

$D_{S1}$  = Espesor de Suelo Estabilizado

$D_{S2}$  = Espesor de Terreno Natural

$CBR_1 = \text{CBR de Suelo Estabilizado}$

$CBR_2 = \text{CBR de Terreno Natural}$

Reemplazamos la fórmula con datos para un espesor de 30 cm de la siguiente manera:

Mezcla de SN + NaCl 5% con CBR de 34%

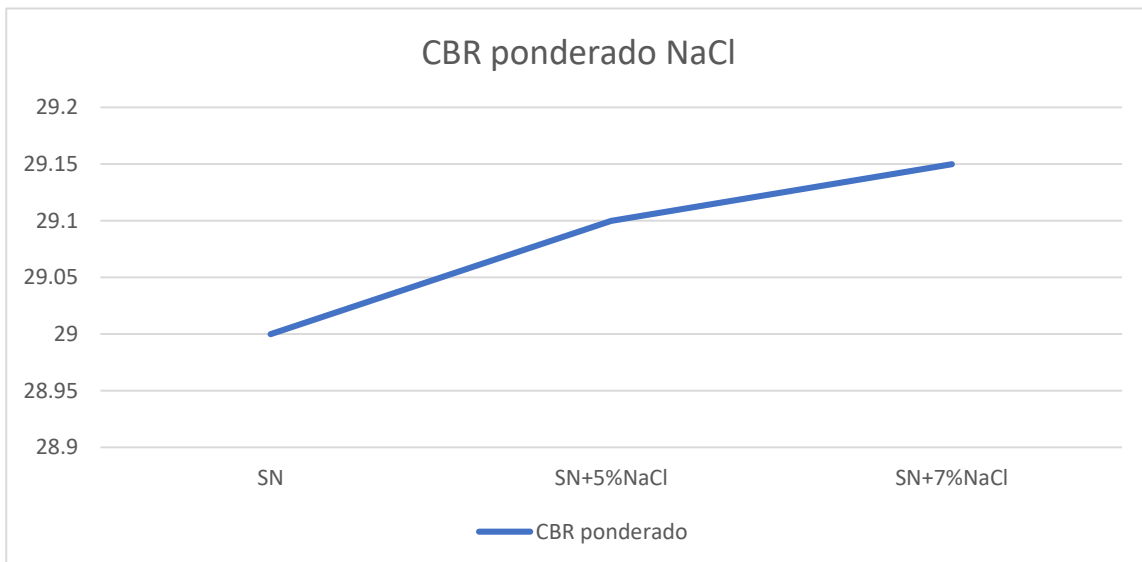
$$CBR_{P(NaCl)} = \frac{0.30^3 (34\%) + 1.20^3 (29\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(NaCl)} = 29.1\%$$

Mezcla de SN + NaCl 7% con CBR de 39%

$$CBR_{P(NaCl)} = \frac{0.30^3 (39\%) + 1.20^3 (29\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(NaCl)} = 29.15\%$$



**Figura N°49:** Resultados de diseño con CBR ponderado SN añadiendo el 5%, 7% de Cloruro de Sodio.

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Mezcla de SN + CC 5% con CBR de 33.5%

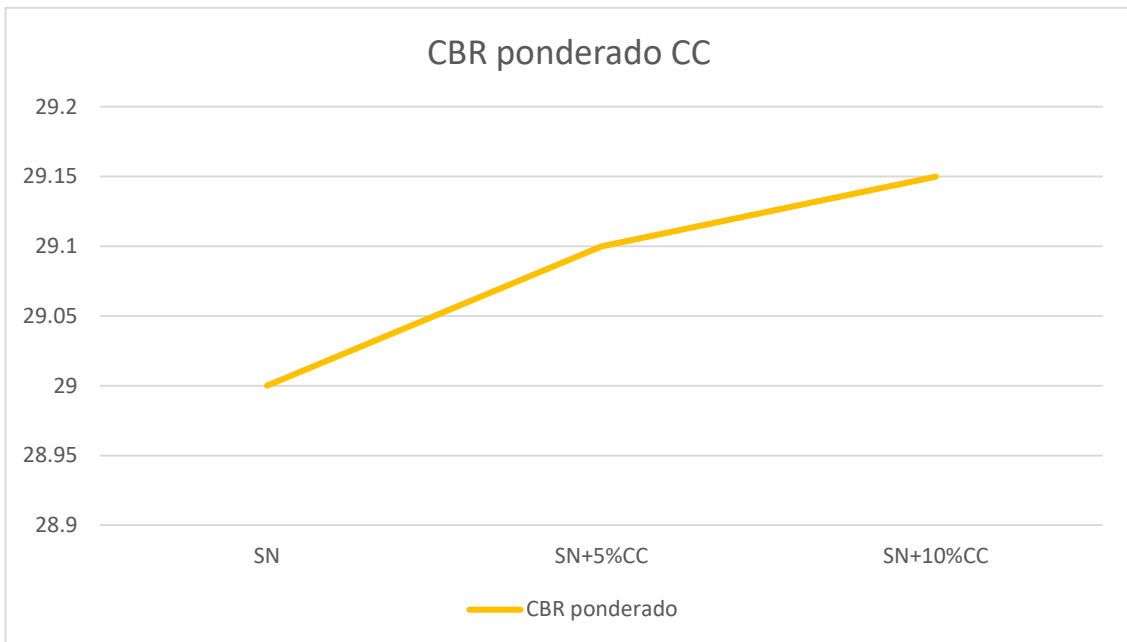
$$CBR_{P(CC)} = \frac{0.30^3 (33.5\%) + 1.20^3 (29\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(CC)} = 29.1\%$$

Mezcla de SN + CC 10% con CBR de 39.2%

$$CBR_{P(CC)} = \frac{0.30^3 (39.2\%) + 1.20^3 (29\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(CC)} = 29.15\%$$



**Figura N° 50:** Resultados de diseño con CBR ponderado SN añadiendo el 5%, 10% de Ceniza de carrizo.

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Estos resultados son consistentes con los requisitos mínimos de MTC para subrasante estabilizados, descritos como condiciones AASHTO, que especifican que el CBR debe ser  $\geq 6\%$ .

## V. DISCUSIÓN

5.1 Determinar el efecto de la ceniza de carrizo (5%, 10%, 15%) y cloruro de sodio (3%, 5%, 7%) el índice de plasticidad en la Av. El olivar, Huarmey –2022.

### 1) Ceniza de Carrizo

Antecedentes: Huamán (2020), en su estudio añadió 21% de ceniza de madera y 70% de mucilago de nopal, lo que redujo el índice de plasticidad de 21.73% a 6.02%.

Resultados: Al incluir ceniza de carrizo al 5%, 10%, 15% no se obtuvo resultado para conocer el LL, LP por consecuente índice de plasticidad.

Comparación: Con las cenizas de carrizo no se obtuvo resultados.

### 2) Cloruro de Sodio

Antecedentes: Guevara, Portillo y Segura (2021), en su estudio agregaron 5%, 10%, 15% y 20% de cloruro de sodio para obtener el índice de plasticidad. Resultando en la adición de cloruro de sodio al 20% resulta que su índice de plasticidad es de 26,67%.

Resultados: Al adicionar cloruro de sodio al 3%, 5%, 7% tampoco se obtuvo resultado para conocer el LL, LP y por consecuente índice de plasticidad.

Comparación: Con el cloruro de sodio no se obtuvo resultados.

5.2 Determinar el efecto de las dosificaciones de ceniza de carrizo (5%, 10%, 15%) y cloruro de sodio (3%, 5%, 7%) el contenido de humedad en la Av. El Olivar, Huarmey –2022.

### 1) Ceniza de Carrizo

Antecedentes: Caamaño (2017), en su estudio, se agregó 4% de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) al 4% para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la mayor contribución a las propiedades del suelo.

Resultados: El terreno natural al inicio del estudio se clasificó de acuerdo a la clasificación del suelo como un suelo arenoso escalonado que contenía limo y grava, con un contenido de humedad inicial de 7.3% y progresivamente se incorporó

ceniza de carrizo en la medida que se incorporaba en forma aumentativa la ceniza de carrizo aumentado desde un 5% (8%), 10% (9.2%), 15%(10.2%), también redujo el contenido de humedad, siendo el mejor resultado de 5% de ceniza de carrizo reducido al 8%.

Comparación: Según los antecedentes, la ceniza de carrizo también ayuda a reducir el contenido de humedad del suelo y mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

## 2) Cloruro de Sodio

Antecedentes: Quispe (2020), en su estudio se modificó una muestra seca estándar de 1.900gr/cm<sup>3</sup> al agregar cloruro de sodio de 4%, 8% y 12%, resultando una densidad seca de 1.900gr/cm<sup>3</sup> al agregar 12% de cloruro de sodio a 2.055gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad de 10.232% a 10.151%.

Resultados: Al inicio del estudio y con base en la clasificación del suelo, el terreno natural se clasificó como arena bien inclinada con limo y grava con un contenido inicial de humedad de 7.3% y en la medida que se incorporaba en forma aumentativa el cloruro de sodio desde un 3% (7.6%), 5% (7%), 7% (8.1%), disminuyó también el contenido de humedad, siendo su mejor resultado de 5% de cloruro de sodio quien lo redujo hasta un 7%.

Comparación: Según los antecedentes, el cloruro de sodio también ayuda a reducir los niveles de humedad del suelo al igual que el antecedente.

### 5.3 Efecto de la aplicación de ceniza de carrizo y cloruro de sodio en los resultados de la prueba de California Bearing Ratio (CBR).

#### 1) Ceniza de Carrizo

Antecedente: Andaluz (2022), en su estudio, al agregar un 8% de ceniza de cascarilla de arroz al suelo del Cantón Puyo, la CBR de las muestras de subsuelo analizadas aumentó de 7.80% a 12.10% en el sector Santa Isabel y de 8.60% a 13.20% en el sector de Fátima y en el sector Veracruz de 8.60% al 13.20 y en el sector de Veracruz del 8.40% al 13.50%.

Resultados: Al incorporar 15% de ceniza de carrizo incremento la resistencia del



subsuelo de 95% con un porcentaje inicial de 29.0% a un 42.5% Al incorporar 15% de ceniza de carrizo al 100% con un porcentaje inicial de 34.4% a un 47.7%.

Comparación: El procesamiento de la ceniza de carrizo para mejorar la durabilidad de la súbbase en la Av. El Olivar, Huarmey – 2022. Las pruebas de California Bearing Ratio (CBR) se muestra las dosis de la ceniza de carrizo mejoran los niveles de la subrasante porque aumentan significativamente los niveles de CBR.

## 2) Cloruro de Sodio

Antecedente: Cerna (2019), En su estudio adiciono cloruro de sodio al 10% y 20% elevar el valor estándar de CBR hasta en 36,46% y 21,48%.

Resultados: Al incorporar 15% de cloruro de sodio logramos aumentar la resistencia del subsuelo de 95% con un porcentaje inicial de 29.0% a un 39%. Al incorporar 15% de cloruro de sodio al 100% con un porcentaje inicial de 34.4% a un 44.6%.

Comparación: El procesamiento del cloruro de sodio mejora la durabilidad de la subrasante de la Av. El Olivar, Huarmey – 2022. Las pruebas de California Bearing Ratio (CBR) se muestra que las dosis del cloruro de sodio mejoran los niveles de la subrasante porque aumentan significativamente los niveles de CBR.

## VI. CONCLUSIONES

Evaluar la influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio en las propiedades físicas-mecánicas de la subrasante en la av. El olivar, Huarmey-2022.

**Objetivo General,** Se determinó que la estabilización de la base mediante la adición de ceniza de carrizo y cloruro de sodio se realizó después las pruebas de límite de Atterberg, pruebas de Proctor modificado y CBR para mejorar la subrasante de la muestra C3-M1, que se extrajo de la Av. El Olivar Huarmey-Áncash. En sus propiedades físicas y mecánicas, se obtuvieron resultados favorables de acuerdo a los objetivos planteados en el estudio, como contenido de índice de plasticidad, contenido de humedad y mejora de la capacidad portante. Luego se encuentra que los porcentajes de ceniza de carrizo de 5%, 10%, 15% y cloruro de sodio 3%, 5%, 7% fueron favorables para el suelo.

**Objetivo específico 1,** De los resultados adquiridos mediante los ensayos de Límites de Atterberg del suelo natural, se obtuvo un resultado favorable de no presenta limite líquido y limite plástico (NP). con la adición de las cenizas de carrizo y con el cloruro de sodio, no presenta ningún cambio en lo que respecta a los límites de consistencia, la cual los resultados también resultaron sin límite líquido, limite plástico y no presenta índice de plasticidad (NP). Por lo tanto, esto hace acertado el uso de la ceniza de carrizo y el cloruro de sodio, es favorablemente para disminuir y/o no alterar el índice de plasticidad de un suelo que presenta arena fina y gruesa, a nivel de la subrasante.

**Objetivo específico 2,** Con base en resultados de laboratorio, el contenido óptimo de humedad de la muestra tomada en estado natural en la calicata C3-M1 fue de 7.3% y la densidad seca máxima de 2.167gr/cm<sup>3</sup>. Al agregar 5% de ceniza de carrizo, la prueba de Proctor modificado aumentó este valor en 0,7 veces, de modo que el nuevo contenido de humedad fue de 8,0 % y la densidad seca máxima fue de 0,017 veces siendo 2,184gr/cm<sup>3</sup>, el óptimo contenido de humedad con su respectiva máxima densidad seca. La adición de 7% de cloruro de sodio, continuando con la prueba Proctor modificado, aumentó su valor en 0,8 veces al 8,1% de contenido de humedad, aumentando la densidad seca máxima en 0,014 veces, que es el óptimo contenido humedad de 2,181 gr/cm<sup>3</sup> con la densidad seca

máxima correspondiente. Por lo tanto, la eficacia de la ceniza de carrizo y el cloruro de sodio para mejorar la subrasante está directamente relacionada con el porcentaje de humedad recomendado.

**Objetivo específico 3**, se estableció los resultados obtenidos de la ceniza de carrizo y el cloruro de sodio para el aumento de la capacidad portante de la subrasante. Influyo en un incremento de 13.5% del CBR natural, pasando de 29% a 42.5%, en lo que respecta la adición de 15% de ceniza de carrizo, y un 10% de incremento en la adición de 7% de cloruro de sodio, pasando de 29% a 39%. Por lo tanto, se precisa que la influencia de la ceniza de carrizo y cloruro de sodio, mejora directamente la capacidad portante de la subrasante del terreno con los porcentajes propuestos.

## VII. RECOMENDACIONES

**Objetivo Específico 1**, en la investigación realizada, y datos obtenidos, no presentó límite líquido y límite plástico, por ello no presenta índice de plasticidad, por el cual el suelo a trabajar es óptimo en el primer objetivo.

**Objetivo Específico 2**, dados a los resultados de los ensayos que comprende a Proctor Modificado, se recomienda no usar un porcentaje mayor del 5% de ceniza de carrizo, ya que se obtiene máxima densidad seca, que es 2.184gr/cm<sup>3</sup>, y con el contenido óptimo de humedad de 8%. Con el cloruro de sodio se obtuvo buenos resultados al añadir los tres porcentajes distintos, se recomienda seguir estudiando mayor del 7%, ya que nos arroja buenos resultados en la máxima densidad seca de 2.181gr/cm<sup>3</sup>, con su óptimo contenido de humedad de 8.1%, para la mejora de la subrasante que se estudia.

**Objetivo Específico 3**, en la investigación realizada, los porcentajes añadidos de ceniza de carrizo, que son de 5% al 10% y 15% se obtuvo el incremento del CBR comparados al original que es de 29%, que incrementa a 33.5%, 39.2% y 42.5%; se recomienda seguir investigando con otros porcentajes similares; de igual manera se realizó con los tres porcentajes de cloruro de sodio de 3%, 5% y 7%, que su CBR fue aumentando a 32.3%, 34% y 39% respectivamente; se recomienda seguir investigado con porcentajes similares para una mejora en la estabilización de la subrasante.

## REFERENCIAS

- 1) Huamán, Leinster. Estabilización de suelos arcillosos con mucilago de penca de tuna y ceniza de madera, en la carretera Cangari, ayacucho,2020. Perú: Universidad Cesar Vallejo.2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79668>
- 2) Capuñay, Christiaan y Pastor, Cristian. Estabilización de suelos con cenizas de bagazo de caña de azúcar para uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote. Perú: Universidad Nacional del Santa.2020. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3754>
- 3) Cerna, Cesar. Comportamiento de la subrasante en la carretera Huaraz-Unchus con adición de 10% Y 20% de cloruro de sodio. Perú: Universidad San Pedro.2019. Disponible en: [http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14328/Tesis\\_6\\_3564.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14328/Tesis_6_3564.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 4) Quispe, Waldir. Estabilización de subrasante de vías en suelos expansivos con cloruro de sodio – Avenida Jacinto Ibarra, distrito de Chilca - Huancayo 2020. Perú: Universidad Continental.2020. Disponible en: [Repositorio Continental: Estabilización de subrasante de vías en suelos expansivos con cloruro de sodio – Avenida Jacinto Ibarra, distrito de Chilca - Huancayo 2020](#)
- 5) Portilla, Favio y Andaluz, Ronnie. Estudio del efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánicas en suelos finos de subrasante. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.2022. Disponible en: [Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Estudio del efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánicas en suelos finos de subrasante \(uta.edu.ec\)](#)
- 6) Caamaño, Iván. Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.2017.Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15770>
- 7) Guevara, Santos ; Portillo, Ana y Segura, Marlon. Comportamiento de suelos arcillosos al agregarle cloruro de sodio como aditivo estabilizante. El Salvador: Universidad de El Salvador.2021. Disponible en: [APA TESIS 201](#)

[ampvides@gmail.com](mailto:ampvides@gmail.com) COMPORTAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS AL AGREGARLE CLORURO DE SODIO COMO ADITIVO ESTABILIZANTE.pdf  
([ues.edu.sv](http://ues.edu.sv))

- 8) Chicaiza, Edinson y Oña, Francisco. Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolana extraída de ceniza de cascarilla de arroz. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.2018. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19624>
- 9) Liet, Behzad y hadi. Behaviour of Expansive Soils Stabilized with Hydrated Lime and Bagasse Fibres. Australia:University of Technology Sydney.2016. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705816305331?token=44EBA7F6EEC52F9A852BE75E288BE5F333F2B5851B3CB5365EF05B71C37C1B3488EEB2BF8EE1345BDAA9C84EF6EDD706&originRegion=us-east-1&originCreation=20221207024227>
- 10)James J., Pandian P. (2016). Valorisation of SUugar Cane Bagasse Ash in the Manufacture of Lime-Stabilized Blocks. Slovak Journal of Civil Engineering, volumen 24, pp 1-9. DOI: 10.1515/sjce-2016-0007. Disponible en: <file:///C:/Users/Victor/Downloads/valorisation-of-sugarcane-bagasse-ash-in-the-manufacture-of-lime-stabilized-blocks.pdf>
- 11)Ojeda, O., Mendoza, J. y Baltazar, M. Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y Resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. Rev. ALCONPAT [online]. 2018, vol.8, n.2, pp.194-208. Epub 28-Ago-2020. ISSN 2007-6835. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352018000200194&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352018000200194&script=sci_abstract&tlng=es)
- 12)Carpio, Flor. análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de puno. Puno: universidad andina néstor CÁCERES Velásquez.2018. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/249337779.pdf>
- 13)Pico, Juan. análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las comunidades de teligote y masabachos de la parroquia benítez cantón san pedro de pelileo, con cal y cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimentos. Ecuador: universidad técnica de Ambato.2018.pag.38. Disponible

en: [file:///C:/Users/Victor/Downloads/Tesis%201050%20-%20Pico%20N%C3%BA%C3%B1ez%20Juan%20Carlos%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Victor/Downloads/Tesis%201050%20-%20Pico%20N%C3%BA%C3%B1ez%20Juan%20Carlos%20(1).pdf)

- 14) Chamba, Luis. Análisis comparativo de estabilización para el mejoramiento de subrasante entre el uso del cloruro de sodio y el sistema consolid en zonas urbanas no pavimentadas de la urbanización el parral del distrito de la victoria, 2020. Perú: universidad católica santo Toribio de mogrovejo.2021.pag.39. Disponible en: [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3913/1/TL\\_ChambaDeLaCruzLuis.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3913/1/TL_ChambaDeLaCruzLuis.pdf)
- 15) Larrea, Barbara y Rivas, Juan. Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio. Ecuador: universidad católica de Santiago de Guayaquil.2019. pag. 58. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12607/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-293.pdf>
- 16) Montejo, Alfonso; Montejo, Alejandro y Montejo, Alberto. Estabilización de Suelos. Primera edición: Bogotá, Colombia, agosto de 2018. ISBN 978-958-762-878-4. p. 14. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=MzSjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- 17) Crespo, Carlos. mecánica de suelos y cimentaciones. Mexico.revista.2004.pag 64. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- 18) Knadel, Rehnem, Pouladi, Wollesen, Moldrup y Arthur (2021, p.10). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706121003803>
- 19) Knadel, Rehnem, Pouladi, Wollesen, Moldrup y Arthur. Estimating Atterberg limits of soils from reflectance spectroscopy and pedotransfer functions.revista Elsevier.2021.pag.10. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706121003803>
- 20) Díaz, greisi. Mejoramiento del cbr de un suelo arcilloso con cloruro de sodio. Perú: universidad privada del norte. 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14062/D%c3%adaz%20Chac%c3%b3n%20Greisi%20Meliza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 21) Crespo, carlos. mecanica de suelos y cimentaciones. Mexico.revista.2004.pag

64. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- 22) Quezada, Juan. Mejoramiento del terreno de fundación en pavimentos de estacionamiento de ómnibuses. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. 2013. pag.10. Disponible en: <https://1library.co/document/y6jdpp4q-mejoramiento-terreno-fundacion-pavimentos-estacionamiento-omnibuses.html>
- 23) Skerman, P.; Riveros, F. Definición del Carrizo. p.18. Disponible en: [Gramineas tropicales \(fao.org\)](http://www.fao.org/docstore/gramineas_tropicales/)
- 24) Chávez, Elis. Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con cemento sustituido en 4% y 8% por la ceniza Phragmites australis "Carrizo". Perú: Universidad San Pedro. 2017. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7951>
- 25) Gonzales Julio. TIPOS Y DISEÑOS DE INVESTIGACION EN LOS TRABAJOS DE GRADO. Revista. pag.5. Disponible en: <https://docplayer.es/8991389-Tipos-y-disenos-de-investigacion-en-los-trabajos-de-grado-presentado-por-julio-gonzalez-b-version-preliminar.html>
- 26) Arias, José y Covino, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. libro electrónico. 2021. pag.24. Disponible en: [file:///C:/Users/Victor/Downloads/Arias-Covinos-Dise%C3%B1o\\_y\\_metodologia\\_de\\_la\\_investigacion%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Victor/Downloads/Arias-Covinos-Dise%C3%B1o_y_metodologia_de_la_investigacion%20(1).pdf)
- 27) Huamán, Leinster. Estabilización de suelos arcillosos con mucilago de penca de tuna y ceniza de madera, en la carretera Cangari, ayacucho, 2020. Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79668>
- 28) Monckeberg, Fernando. Salt is indispensable for life, but how much?. Chile: revista chilena de nutrición. 2012. pag.26. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182014000200008&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182014000200008&script=sci_arttext&tlng=pt)
- 29) Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. 2013. pag.23. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf)
- 30) Lopez, Pedro. Población, muestra y muestreo. artículo. pag.2. Disponible en:



<http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>

- 31) Lopez, pedro.poblacion, muetsra y muestreo.articulo.pag.3. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>
- 32)Escudero, carlos y cortez Liliana. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica.ecuador: universidad técnica de machala.2018.pag64. Disponible en:  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodoscualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>
- 33)Yuni,jose y urbano, Claudio. Técnicas para Investigar Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación.revista.2014.pag.29. Disponible en:  
<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%C3%A9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf>
- 34)Hernández, Sandra y duana, dane. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.2020.pag.2. Disponible en:  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>
- 35)Santos, Guadalupe. Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla. México: benemérita universidad autónoma de puebla.2017.pag.47. Disponible en:  
<https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/ma/GuadalupeSantosSanchez.pdf>
- 36)Moreno, eliseo. Que es validez en una tesis. Blog.2017. Disponible en:  
<https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-validez-y-confiabilidad-en-la-investigacion/>
- 37)Hernández, zenaida. métodos de análisis de datos. españa: universidad de la rioja.2012.pag.32. Disponible en:  
[https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD\\_710/Lib489791.pdf](https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD_710/Lib489791.pdf)
- 38)Acevedo, Irene. aspectos eticos en la investigacion científica. Revista: scielo.2002.pag.2. Disponible en:  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95532002000100003](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532002000100003)

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de Operalización de Variables

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE CARRIZO Y CLORURO DE SODIO EN LA AV. EL OLIVAR, HUARMEY- 2022

TITULO	ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE CARRIZO Y CLORURO DE SODIO EN LA AV. EL OLIVAR, HUARMEY- 2022							
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA			
INDEPENDIENTE		Como ingresa						
Ceniza de Carrizo	Según Chávez (2017, p.8) Las cenizas de los desechos de los carrizos se pueden usar como reemplazo parcial del cemento al mejorar las propiedades de resistencia a la compresión del concreto sin cambiar la forma en que se obtiene.	La ceniza de carrizo se aplica en porcentajes del 5%, 10% y 15% destinados a mejorar la estabilidad de la subrasante	DOSIFICACIÓN (por peso de cemento)	5%	RAZON			
				10%				
				15%				
Cloruro de Sodio	Según Garnica, (2002) El cloruro de sodio se forma en forma de cristales, es soluble en agua, tiene la propiedad de atraer y retener agua en forma de líquidos o vapores y se vende en forma de cristales grandes o polvos finos de varios tamaños. Permite que el cloruro de sodio se una entre las partículas.	El Cloruro de Sodio se aplica en porcentajes del 3%, 5% y 7% destinados a mejorar la estabilidad de la subrasante.	DOSIFICACIÓN (por peso de cemento)	3%	RAZON			
				5%				
				7%				
DEPENDIENTE		Que efecto						
Propiedades de la Subrasante	Según Quezada (2013, p. 10) "La superficie acabada del pavimento al nivel del terraplén sobre el cual se coloca la estructura del pavimento. El espesor del pavimento, ya sea blando o duro, depende en gran medida de la calidad del soporte".	Las muestras de suelo requeridas se tomarán en el área de estudio y se realizarán pruebas de laboratorio para un análisis detallado.		Índice de plasticidad	RAZON			
				(%)				
						PROPIEDADES MECANICAS	Contenido de humedad	RAZON
							(%)	
							Capacidad Portante	RAZON
							(Kg/cm2)	

Anexo 2: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							METODOLOGIA
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>				
¿De qué manera la Ceniza de Carrizo y Cloruro de Sodio influye en la estabilización de la subrasante en la av. El olivar, Huarmey –2022?	Determinar la influencia de la Ceniza de Carrizo y Cloruro de Sodio en la estabilización de la subrasante en la Av. El Olivar, Huarmey-2022	Determinar la influencia de la Ceniza de Carrizo en porcentaje de 5%, 10%, 15% y Cloruro de Sodio en porcentaje de 3%, 5%, 7% mejoran las propiedades físicas – mecánicas de la Av. El Olivar, Huarmey-2022.		<b>DOSIFICACIÓN</b>	5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	<b>Método:</b> científico <b>Tipo de investigación:</b> Tipo aplicada <b>Nivel de investigación:</b> EXPLICATIVA (causa efecto) <b>Diseño de investigación:</b> Experimental (cuasi) <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> Todas las muestras ensayadas en el laboratorio <b>Muestra:</b> 7 muestras de contenido de humedad 7 muestras de índice de plasticidad 7 muestras de capacidad portante <b>Muestreo:</b> No probabilístico <b>Técnica:</b> Observación directa <b>Instrumento de la investigación:</b> Ficha de recolección de datos <b>Ficha resultados de laboratorio:</b> Según MTC-ASTM
			Ceniza de Carrizo	(Por Peso de Cemento)	10%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
					15%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
			Cloruro de sodio		3%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
					5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
				7%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A		
<b>P. Especifico</b>	<b>O. Especifico</b>	<b>H. Especifico</b>	<b>DEPENDIENTE</b>				
¿Cuánto influye la Ceniza de Carrizo y Cloruro de Sodio en el índice de plasticidad de la estabilización de la subrasante en la av. El olivar, Huarmey –2022?	Determinar la influencia de la Ceniza de Carrizo y Cloruro de Sodio en el índice de plasticidad en la Av. El Olivar, Huarmey-2022.	La incorporación de la Ceniza de Carrizo en porcentaje de 5%, 10%, 15% y Cloruro de Sodio en porcentaje de 3%, 5%, 7% disminuyen en el índice de plasticidad en la Av. El Olivar, Huarmey-2022	propiedades de la subrasante	PROPIEDADES MECANICAS	índice de plasticidad	Ficha Resultado de Laboratorio Límite de Atterberg (MTC E1090-2000) Anexo 4-B	
					(%)		
					contenido de humedad	Ficha Resultado de Laboratorio Ensayo Proctor modificado (MTCE115-2000) Anexo 4-C	
					(%)		
¿Cuánto influye la Ceniza de Carrizo y Cloruro de Sodio en el contenido de humedad de la estabilización de la subrasante en la av. El olivar, Huarmey –2022?	Determinar la influencia de la Ceniza de Carrizo y Cloruro de Sodio en la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad en la Av. El Olivar, Huarmey- 2022.	La incorporación de la Ceniza de Carrizo en porcentaje de 5%, 10%, 15% y Cloruro de Sodio en porcentaje de 3%, 5%, 7% disminuyen la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad en la Av. El Olivar, Huarmey-2022.			capacidad portante	Ficha Resultado de Laboratorio CBR (MTC E 132-2000) Anexo 4-D	
¿Cuánto influye la Ceniza de Carrizo y Cloruro de Sodio en la capacidad portante de la estabilización de la subrasante en la av. El olivar, Huarmey –2022?	Determinar la influencia de la Ceniza de Carrizo y Cloruro de Sodio en la capacidad portante en la Av. El Olivar, Huarmey-2022.	La incorporación de la Ceniza de Carrizo en porcentaje de 5%, 10%, 15% y Cloruro de Sodio en porcentaje de 3%, 5%, 7% aumenta en la resistencia de la Av. El Olivar, Huarmey-2022.			(kg/cm2)		

Anexo 3: instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Ceniza de Carrizo y cloruro de sodio

"Estabilización de la subrasante adicionando Ceniza de Carrizo y cloruro desodio en la av. El olivar, Huarmey -2022"

**Parte A: Datos generales**

Tesistas 01: Huerta Huamán Erwin Jesús

Tesistas 02: Tomaya Murga Victor Luis

Fecha: Lima, 4 diciembre – 2022.

**VARIABLE INDEP 1: dosificación de la ceniza de carrizo**

5%	Ceniza de Carrizo
10%	Ceniza de Carrizo
15%	Ceniza de Carrizo

Tesis: Huamán (2020) "Evaluar la aplicación de la ceniza de madera de fondo y mucilago de penca de tunapara mejorar las propiedades de los suelos arcillosos en la subrasante de la carretera Cangari, Ayacucho, 2020": 14%, 17%, 21% de ceniza de madera de fondo y 50%, 60%, 70% de mucilago de penca de tuna.

**VARIABLE INDEP 2: dosificación del cloruro de sodio**

3%	Cloruro de sodio
5%	Cloruro de sodio
7%	Cloruro de sodio

Tesis: Díaz, G (2017) "mejoramiento del cbr de un suelo arcilloso con cloruro de sodio": 1%, 1.5%, 2% de NaCl

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
Apellidos: Avalos Corpus	Apellidos: Ríos Vilca	Apellidos: Cobeñas Ruiz
Nombres: Miguel Ángel	Nombres: Nataly Wendoli	Nombres: José Raúl
Título: Ingeniero Civil	Título: ingeniera civil	Título: ingeniero civil
Grado: Titulado	Grado: bachiller	Grado: bachiller
N° Reg. CIP:238419	N° Reg. CIP:273511	N° Reg. CIP:202843
Firma: 	Firma: 	Firma: 
MIGUEL ANGEL AVALOS CORPUS Ingeniero Civil CIP N° 238419	NATALY WENDOLI RÍOS VILCA Ingeniera Civil CIP N° 273511	José Raúl Cobeñas Ruiz ING. CIVIL R. CIP. N° 202843

## Anexo 4: ficha de resultados de laboratorio

### A) Análisis granulométrico

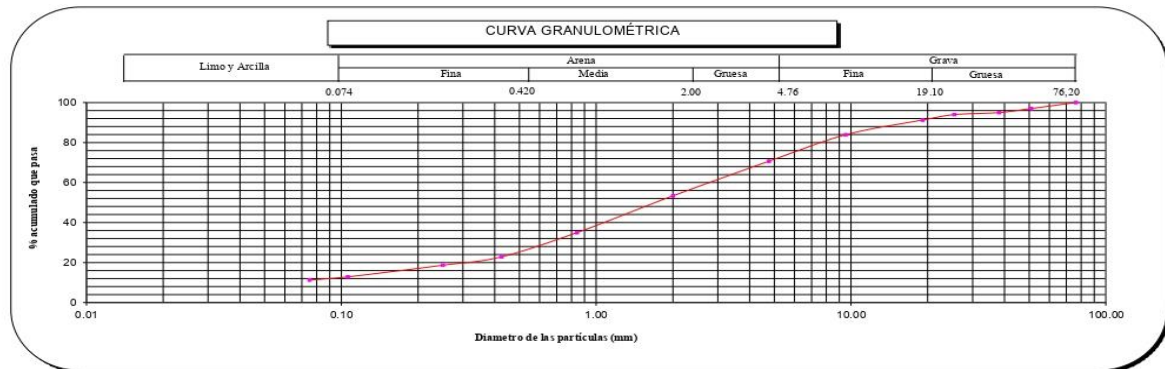
	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEI-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis
Universidad	: Huerta Huaman Erwin Jesus
Especialidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA								
Calicata	C3 - M1							
Muestra	Suelo Natural							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	Nº	Abertura (mm)					Límite Líquido ( LL )	N.P.
	3 "	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico ( LP )	N.P.
	2 "	50.800	318	3.0	3.0	97.0	Índice Plástico ( IP )	N.P.
	1 1/2 "	38.100	213	2.0	5.0	95.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	SW - SM
	1 "	25.400	107	1.0	6.0	94.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-1-b
	3/4 "	19.100	287	2.7	8.7	91.3	Índice de Grupo	0
	3/8 "	9.520	779	7.4	16.1	83.9	% Grava	29.3
	Nº 4	4.760	1401	13.2	29.3	70.7	% Arena	59.4
	Nº 10	2.000	1830.3	17.3	46.6	53.4	% < Nº 200	11.3
	Nº 20	0.840	1946.7	18.4	65.0	35.0	Descripción de Muestra:	
	Nº 40	0.425	1280.2	12.1	77.1	22.9		
	Nº 60	0.250	444.4	4.2	81.3	18.7		
	Nº 140	0.106	613.6	5.8	87.1	12.9		
Nº 200	0.075	169.3	1.6	88.7	11.3			
< 200	MTC E 137	1191.1	11.3	#jREFI	0.0	Arena bien gradada con limo y grava		

Límite Líquido ( LL )	ASTM-D4318	-
Límite Plástico ( LP )	ASTM-D4318	NP
Índice Plástico ( IP )		-
Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487	SW - SM
Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282	A-1-b
Índice de Grupo		0

Nombre de grupo : Arena bien gradada con limo y grava



- Referencias :
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HISGEOLAB S.A.C.

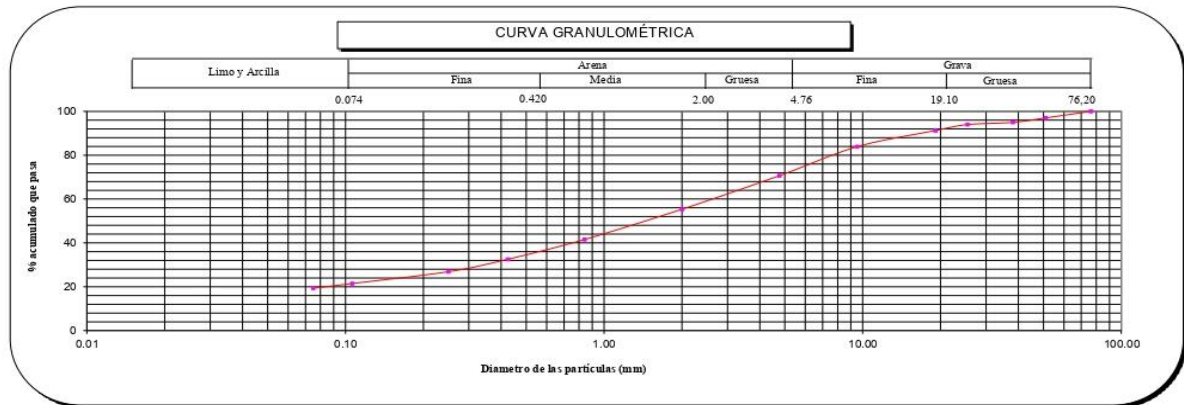
 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>	<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 107 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	1 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis
	: Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA								
Calicata	C3 - M1							
Muestra	Suelo natural (5% ceniza de carrizo)							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	Nº	Abertura (mm)					Límite Líquido ( LL )	N.P.
	3 "	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico ( LP )	N.P.
	2 "	50.800	318	3.0	3.0	97.0	Índice Plástico ( IP )	N.P.
	1 1/2 "	38.100	213	2.0	5.0	95.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	SM
	1 "	25.400	107	1.0	6.0	94.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-1-b
	3/4 "	19.100	287	2.7	8.7	91.3	Índice de Grupo	0
	3/8 "	9.520	779	7.4	16.1	83.9	% Grava	29.3
	Nº 4	4.760	1401	13.2	29.3	70.7	% Arena	51.3
	Nº 10	2.000	1618.7	15.3	44.6	55.4	% < Nº 200	19.4
	Nº 20	0.840	1460.0	13.8	58.4	41.6	Descripción de Muestra:	
	Nº 40	0.425	952.2	9.0	67.4	32.6		
	Nº 60	0.250	603.1	5.7	73.1	26.9		
	Nº 140	0.106	571.3	5.4	78.5	21.5		
	Nº 200	0.075	222.2	2.1	80.6	19.4		
	< 200	MTC E 137	2048.7	19.4	#REF!	0.0	Arena limosa con grava	

Límite Líquido ( LL )	ASTM-D4318	-
Límite Plástico ( LP )	ASTM-D4318	NP
Índice Plástico ( IP )		-
Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487	SM
Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282	A-1-b
Índice de Grupo		0

Nombre de grupo : Arena limosa con grava



**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.


**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	1 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis
	: Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huamey - 2022
Ubicación	: Huamey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	C3 - M1
Muestra	Suelo natural (10% ceniza de carrizo)

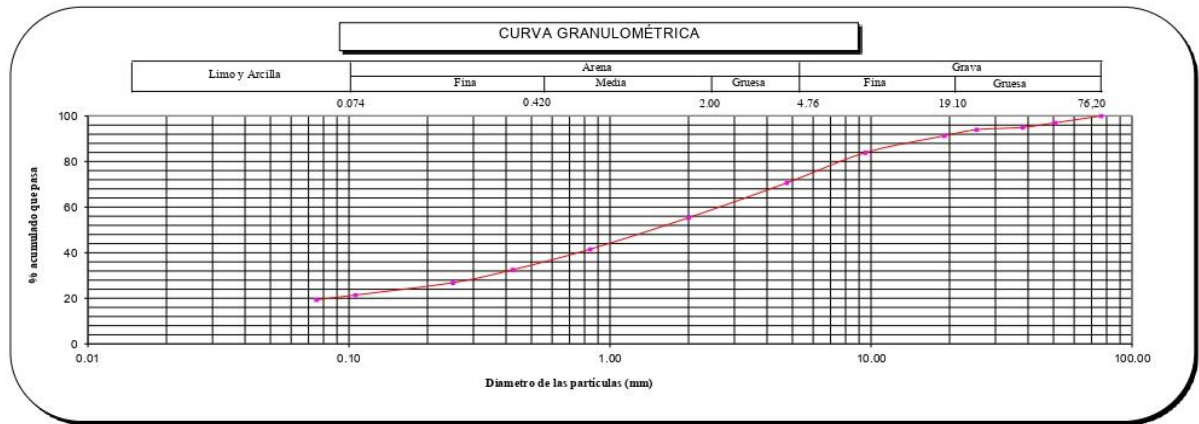
  

Malla	Nº	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
							Limite Líquido (LL)	N.P.
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Limite Líquido (LL)	N.P.
	2"	50.800	318	3.0	3.0	97.0	Limite Plástico (LP)	N.P.
	1 1/2"	38.100	213	2.0	5.0	95.0	Indice Plástico (IP)	N.P.
	1"	25.400	107	1.0	6.0	94.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SM
	3/4"	19.100	287	2.7	8.7	91.3	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-1-b
	3/8"	9.520	779	7.4	16.1	83.9	Indice de Grupo	0
	Nº 4	4.760	1401	13.2	29.3	70.7	% Grava	29.3
	Nº 10	2.000	1618.7	15.3	44.6	55.4	% Arena	51.3
	Nº 20	0.840	1460.0	13.8	58.4	41.6	% < Nº 200	19.4
	Nº 40	0.425	952.2	9.0	67.4	32.6		
	Nº 60	0.250	603.1	5.7	73.1	26.9		
	Nº 140	0.106	571.3	5.4	78.5	21.5		
	Nº 200	0.075	222.2	2.1	80.6	19.4		
	< 200	MTC E 137	2048.7	19.4	#¡REF!	0.0		

Limite Líquido (LL)	ASTM-D4318	-
Limite Plástico (LP)	ASTM-D4318	NP
Indice Plástico (IP)		-
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	SM
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-1-b
Indice de Grupo		0

Nombre de grupo : Arena limosa con grava



- Referencias :
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:





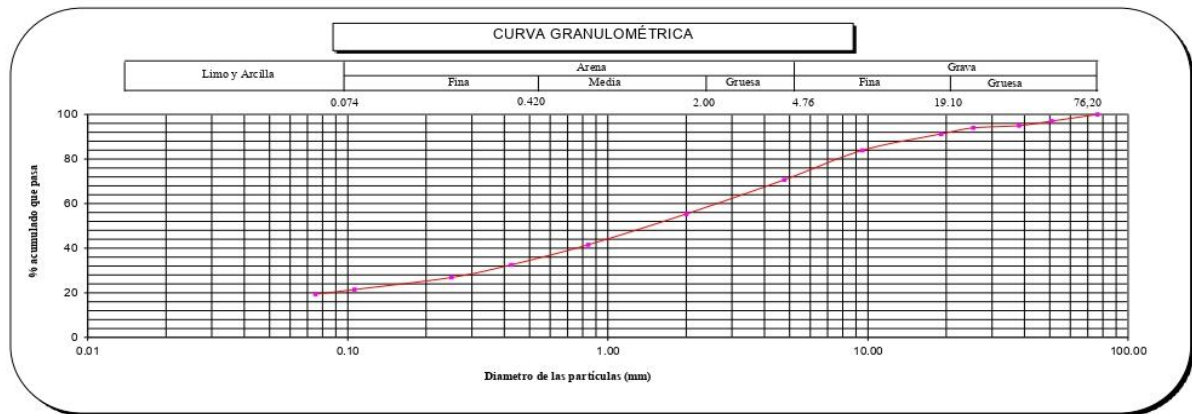
	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis
	: Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022.
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA								
Calicata	C3 - M1							
Muestra	Suelo natural (15% ceniza de carrizo)							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POSTAMIZADO ASTM-D422	Malla	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
	Nº							Abertura (mm)
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	N.P.
	2"	50.800	318	3.0	3.0	97.0	Límite Plástico (LP)	N.P.
	1 1/2"	38.100	213	2.0	5.0	95.0	Índice Plástico (IP)	N.P.
	1"	25.400	107	1.0	6.0	94.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SM
	3/4"	19.100	287	2.7	8.7	91.3	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-1-b
	3/8"	9.520	779	7.4	16.1	83.9	Índice de Grupo	0
	Nº 4	4.760	1401	13.2	29.3	70.7	% Grava	29.3
	Nº 10	2.000	1618.7	15.3	44.6	55.4	% Arena	51.3
	Nº 20	0.840	1460.0	13.8	58.4	41.6	% < Nº 200	19.4
	Nº 40	0.425	952.2	9.0	67.4	32.6		
	Nº 60	0.250	603.1	5.7	73.1	26.9		
	Nº 140	0.106	571.3	5.4	78.5	21.5		
	Nº 200	0.075	222.2	2.1	80.6	19.4		
< 200	MTC E 137	2048.7	19.4	# REF!	0.0			

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	-
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	NP
Índice Plástico (IP)		-
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	SM
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-1-b
Índice de Grupo		0

Nombre de grupo : Arena limosa con grava



**Referencias :**


- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**

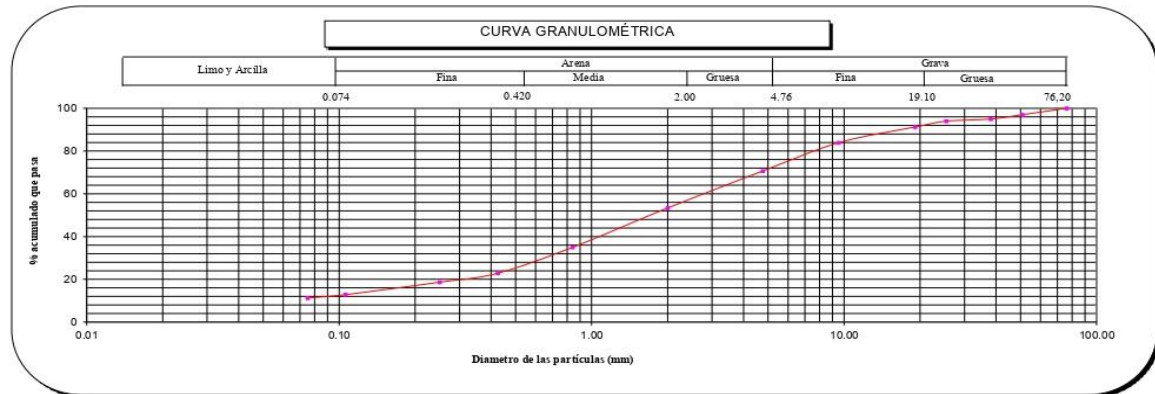


 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>		<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 107 - 2016</b>		<b>Fecha</b>	03-01-2022
				<b>Página</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis
	: Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA								
Calicata	C3 - M1							
Muestra	Suelo natural (3% de cloruro de sodio)							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422	<b>Malla</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>% Retenido Parcial</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% que pasa</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL SUELO</b>		
	Nº	Abertura (mm)				Límite Líquido (LL)	N.P.	
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	N.P.
	2"	50.800	318	3.0	3.0	97.0	Índice Plástico (IP)	N.P.
	1 1/2"	38.100	213	2.0	5.0	95.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SW - SM
	1"	25.400	107	1.0	6.0	94.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-1-b
	3/4"	19.100	287	2.7	8.7	91.3	Índice de Grupo	0
	3/8"	9.520	779	7.4	16.1	83.9	% Grava	29.3
	Nº 4	4.760	1401	13.2	29.3	70.7	% Arena	59.4
	Nº 10	2.000	1830.3	17.3	46.6	53.4	% < Nº 200	11.3
	Nº 20	0.840	1946.7	18.4	65.0	35.0	Descripción de Muestra:	
	Nº 40	0.425	1280.2	12.1	77.1	22.9		
	Nº 60	0.250	444.4	4.2	81.3	18.7		
	Nº 140	0.106	613.6	5.8	87.1	12.9		
	Nº 200	0.075	169.3	1.6	88.7	11.3		
< 200	MTC E 137	1191.1	11.3	# REF!	0.0	Arena bien gradada con limo y grava		

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	-
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	NP
Índice Plástico (IP)		-
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	SW - SM
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-1-b
Índice de Grupo		0
Nombre de grupo	:	Arena bien gradada con limo y grava



**Referencias :**

- ASTM D 422-69-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 6</b>

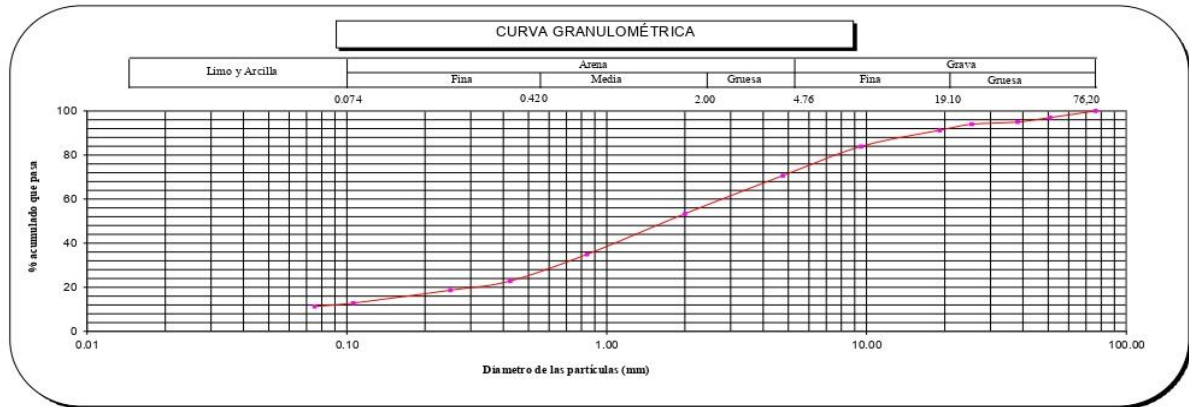
DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis
	: Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	C3 - M1
Muestra	Suelo natural (5% de cloruro de sodio)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	Nº	Abertura (mm)					Límite Líquido ( LL )	N.P.
	3 "	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido ( LL )	N.P.
	2 "	50.800	318	3.0	3.0	97.0	Límite Plástico ( LP )	N.P.
	1 1/2 "	38.100	213	2.0	5.0	95.0	Índice Plástico ( IP )	N.P.
	1 "	25.400	107	1.0	6.0	94.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	SW - SM
	3/4 "	19.100	287	2.7	8.7	91.3	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-1-b
	3/8 "	9.520	779	7.4	16.1	83.9	Índice de Grupo	0
	Nº 4	4.760	1401	13.2	29.3	70.7	% Grava	29.3
	Nº 10	2.000	1830.3	17.3	46.6	53.4	% Arena	59.4
	Nº 20	0.840	1946.7	18.4	65.0	35.0	% < Nº 200	11.3
	Nº 40	0.425	1280.2	12.1	77.1	22.9		
	Nº 60	0.250	444.4	4.2	81.3	18.7		
	Nº 140	0.106	613.6	5.8	87.1	12.9		
	Nº 200	0.075	169.3	1.6	88.7	11.3		
	< 200	MTC E 137	1191.1	11.3	#¡REF!	0.0		

Límite Líquido ( LL )	ASTM-D4318	-
Límite Plástico ( LP )	ASTM-D4318	NP
Índice Plástico ( IP )		-
Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487	SW - SM
Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282	A-1-b
Índice de Grupo		0

Nombre de grupo : Arena bien gradada con limo y grava



Referencias :

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 107 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 6</b>

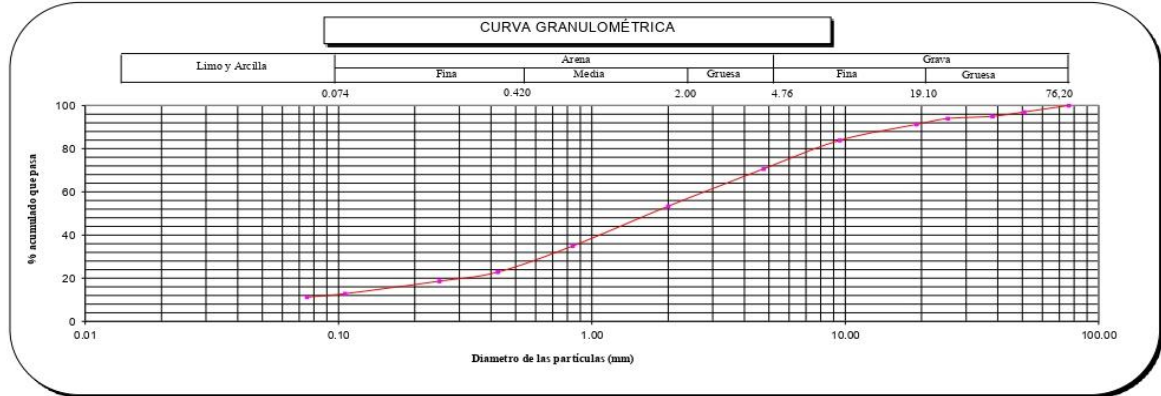
DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarney - 2022
Ubicación	: Huarney - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	C3 - M1
Muestra	Suelo natural (7% de cloruro de sodio)

Malla	Nº	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido ( LL )	N.P.
	2"	50.800	318	3.0	3.0	97.0	Límite Plástico ( LP )	N.P.
	1 1/2"	38.100	213	2.0	5.0	95.0	Índice Plástico ( IP )	N.P.
	1"	25.400	107	1.0	6.0	94.0	Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487 SW - SM
	3/4"	19.100	287	2.7	8.7	91.3	Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282 A-1-b
	3/8"	9.520	779	7.4	16.1	83.9	Índice de Grupo	0
	Nº 4	4.760	1401	13.2	29.3	70.7	% Grava	29.3
	Nº 10	2.000	1830.3	17.3	46.6	53.4	% Arena	59.4
	Nº 20	0.840	1946.7	18.4	65.0	35.0	% < Nº 200	11.3
	Nº 40	0.425	1280.2	12.1	77.1	22.9		
	Nº 60	0.250	444.4	4.2	81.3	18.7		
	Nº 140	0.106	613.6	5.8	87.1	12.9		
	Nº 200	0.075	169.3	1.6	88.7	11.3		
	< 200	MTC E 137	1191.1	11.3	#REF!	0.0		

Límite Líquido ( LL )	ASTM-D4318	-
Límite Plástico ( LP )	ASTM-D4318	NP
Índice Plástico ( IP )		-
Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487	SW - SM
Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282	A-1-b
Índice de Grupo		0

Nombre de grupo : Arena bien gradada con limo y grava



**Referencias :**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



## B) límites de consistencia

 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 6</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
<b>Ubicación</b>	: Huarmey - Ancash
<b>Fecha de emisión</b>	: 29/10/2022

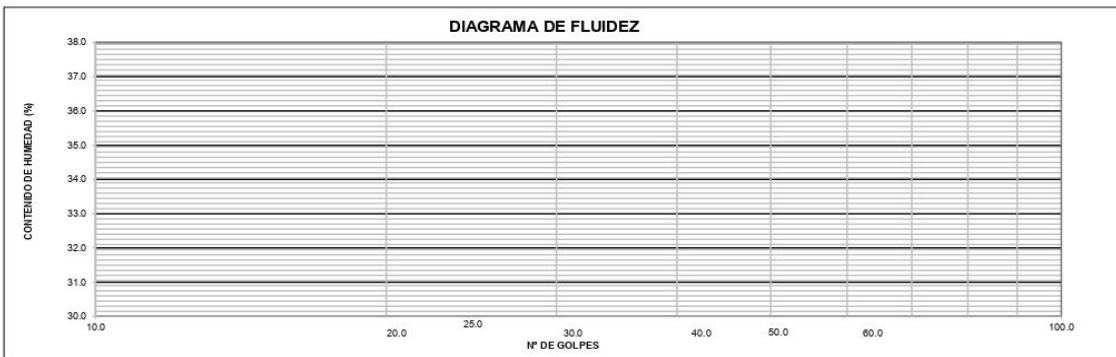
DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Calicata</b>	: C3 - M1
<b>Muestra</b>	: Suelo Natural

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			

N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	N.P.	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	N.P.	

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HISGEOLAB S.A.C.

 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN	
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>	
				<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
				<b>Página</b>	<b>3 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis
	: Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarney - 2022
Ubicación	: Huarney - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

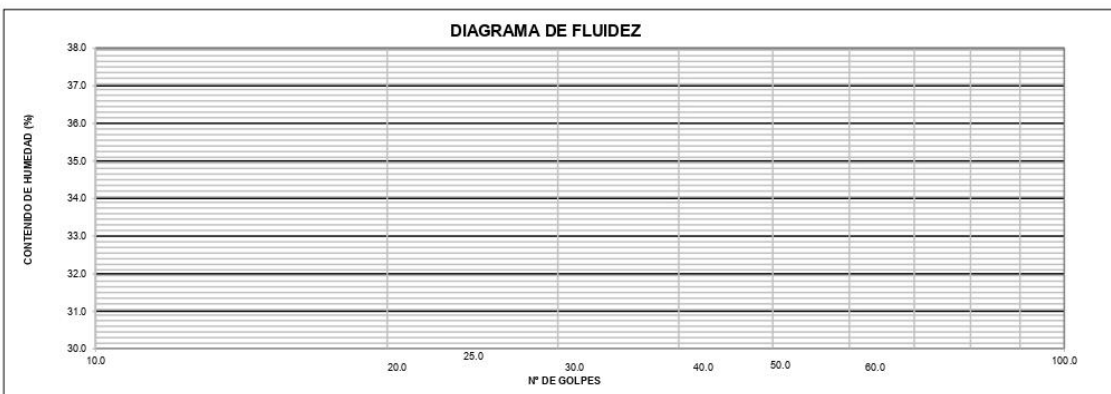
DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (5% ceniza de carrizo)

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr			
TARRO + SUELO SECO	gr			
AGUA	gr			
PESO DEL TARRO	gr			
PESO DEL SUELO SECO	gr			
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

**N.P.**

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr			
TARRO + SUELO SECO	gr			
AGUA	gr			
PESO DEL TARRO	gr			
PESO DEL SUELO SECO	gr			
% DE HUMEDAD				

**N.P.**

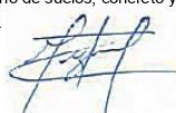


CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	N.P.	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	N.P.	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

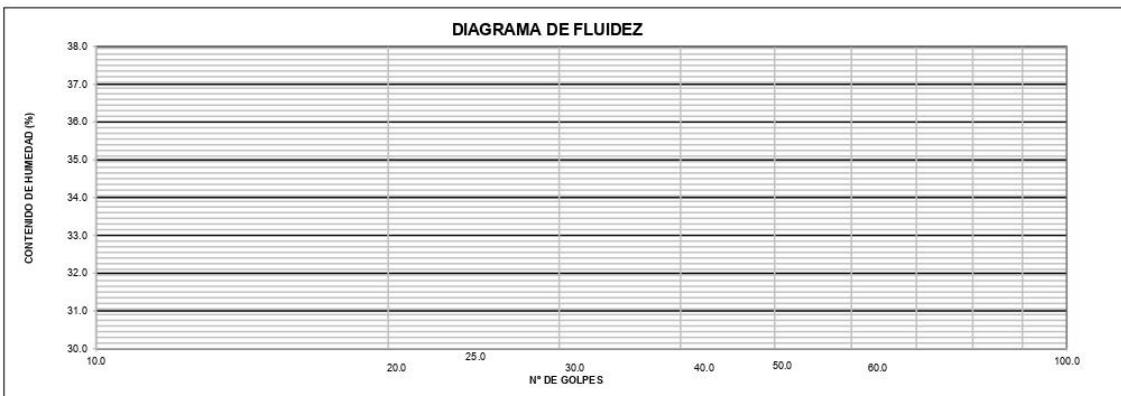
DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (10% ceniza de carrizo)

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			

N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	N.P.	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	N.P.	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

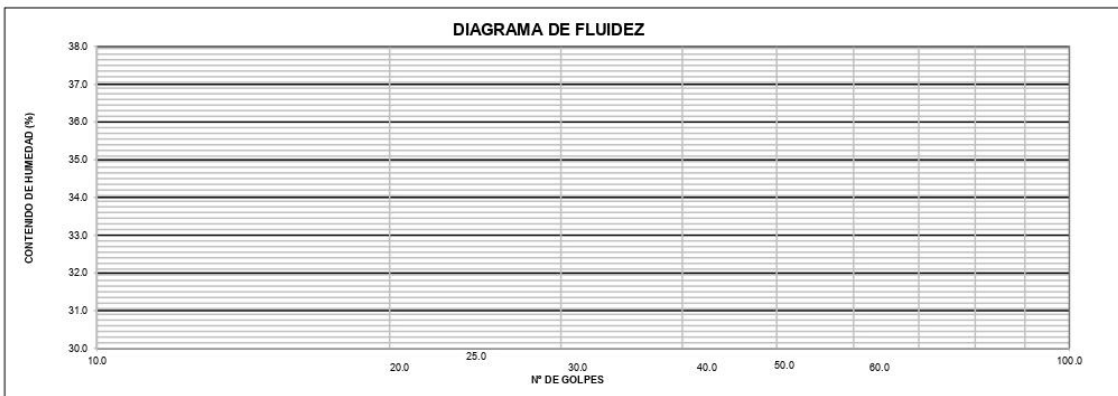
DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (15% ceniza de carrizo)

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			

N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	N.P.	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	N.P.	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**





 <b>HISGEO LAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> <b>MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 6</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
<b>Ubicación</b>	: Huarmey - Ancash
<b>Fecha de emisión</b>	: 29/10/2022

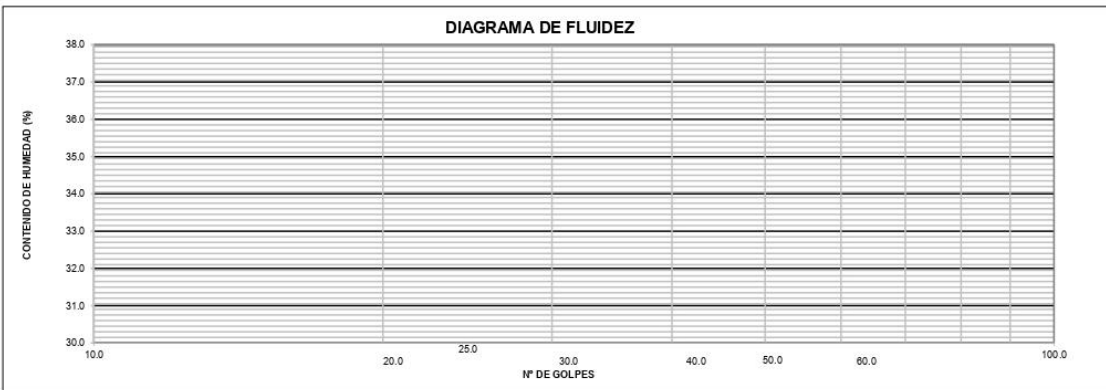
DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Calicata</b>	: C3 - M1
<b>Muestra</b>	: Suelo natural (3% de cloruro de sodio)

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			

N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	N.P.	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	N.P.	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**




**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HISGEO LAB S.A.C.

 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 6</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
<b>Ubicación</b>	: Huarmey - Ancash
<b>Fecha de emisión</b>	: 29/10/2022

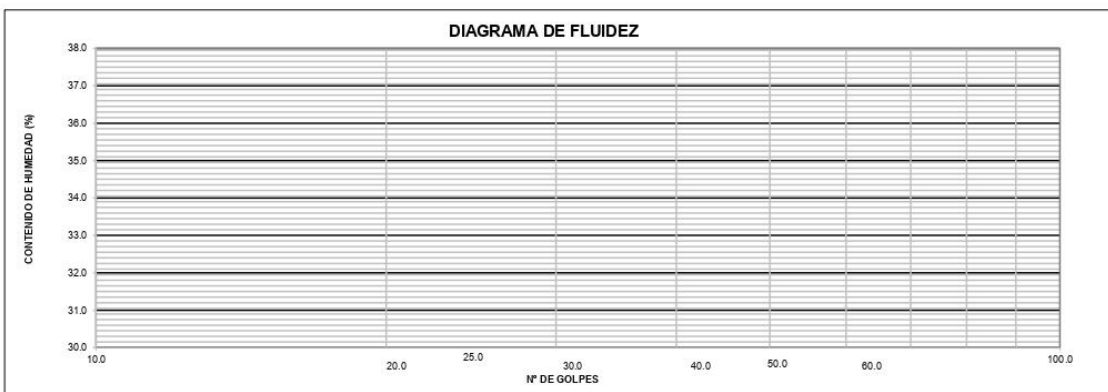
DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Calicata</b>	: C3 - M1
<b>Muestra</b>	: Suelo natural (5% de cloruro de sodio)

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			

N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	N.P.	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	N.P.	

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HISGEOLAB S.A.C.

 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis
Universidad	: Huerta Huaman Erwin Jesus
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

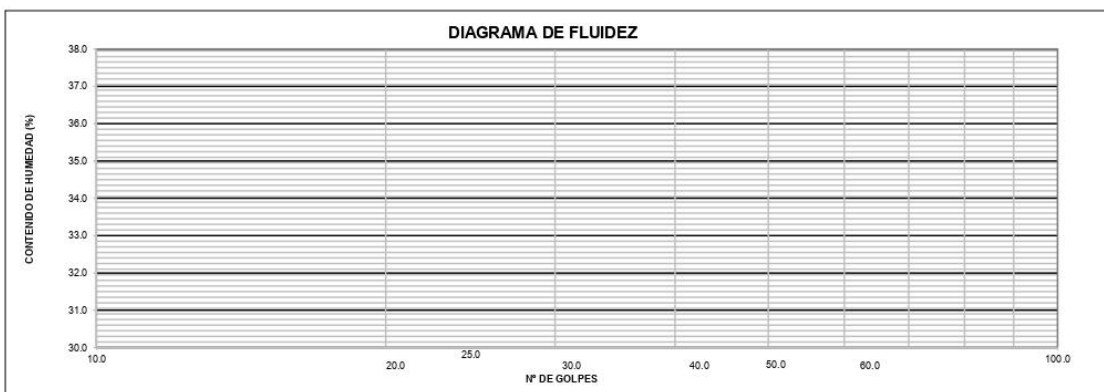
DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (7% de cloruro de sodio)

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr		
TARRO + SUELO SECO	gr		
AGUA	gr		
PESO DEL TARRO	gr		
PESO DEL SUELO SECO	gr		
% DE HUMEDAD			

N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	N.P.	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	N.P.	

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.


**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



### C) Proctor modificado

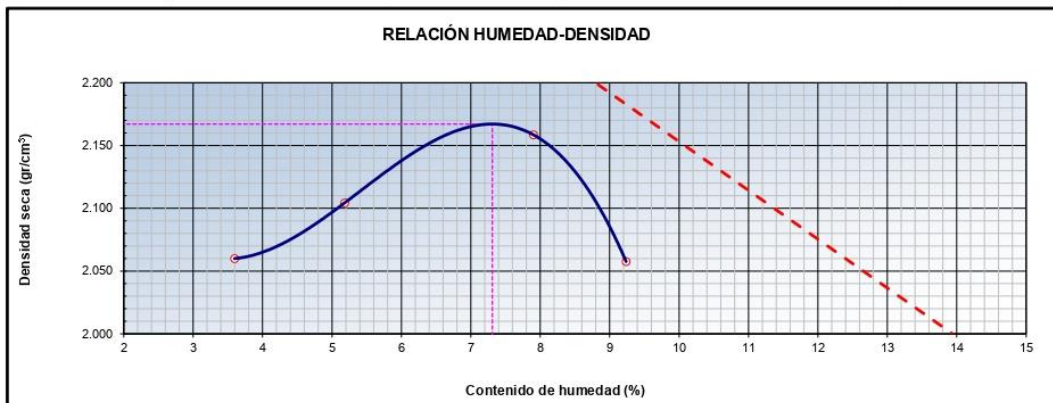
 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 115 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>de 6 4</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
<b>Ubicación</b>	: Huarmey - Ancash
<b>Fecha de emisión</b>	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Calicata</b>	C3 - M1
<b>Muestra</b>	: Suelo Natural
	SUCS : SW - SM AASHTO: A-1-b (0)

**Método** : **B**

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5874.00	5948.00	6056.00	5980.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1992.00	2066.00	2174.00	2098.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.13	2.21	2.33	2.25
Peso del suelo húmedo+tara	gr	362.30	375.00	467.00	425.30
Peso del suelo seco + tara	gr	351.00	358.00	435.00	392.30
Tara	gr	36.90	30.00	30.00	35.00
Peso de agua	gr	11.30	17.00	32.00	33.00
Peso del suelo seco	gr	314.10	328.00	405.00	357.30
Contenido de agua	%	3.60	5.18	7.90	9.24
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.060	2.104	2.159	2.058
	<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.530</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.167</b>
			<b>Humedad óptima (%)</b>		<b>7.3</b>



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la 3/8
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.


**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**

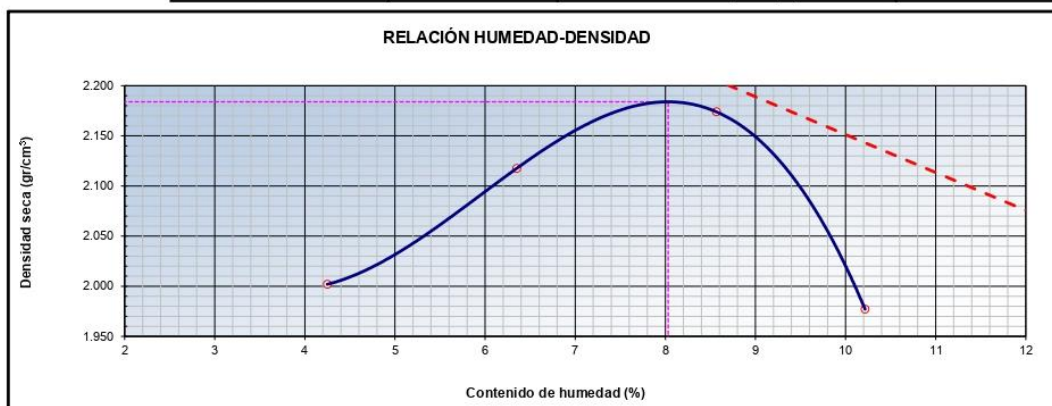


	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>de 6 4</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Human Erwin Jesus
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
<b>Ubicación</b>	: Huarmey - Ancash
<b>Fecha de emisión</b>	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Calicata</b>	C3 - M1
<b>Muestra</b>	: Suelo natural (5% ceniza de carrizo)
	SUCS: SM AASHTO: A-1-b (0)
<b>Método</b>	: <b>B</b>

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5830.00	5984.00	6085.00	5916.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1948.00	2102.00	2203.00	2034.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.09	2.25	2.36	2.18
Peso del suelo húmedo+tara	gr	325.30	350.20	410.20	326.30
Peso del suelo seco + tara	gr	314.20	331.20	380.20	299.30
Tara	gr	53.00	32.00	30.00	35.00
Peso de agua	gr	11.10	19.00	30.00	27.00
Peso del suelo seco	gr	261.20	299.20	350.20	264.30
Contenido de agua	%	4.25	6.35	8.57	10.22
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.002	2.118	2.174	1.977
	<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.530</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.184</b>
			<b>Humedad óptima (%)</b>		<b>8.0</b>



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la 3/8
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.


**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**

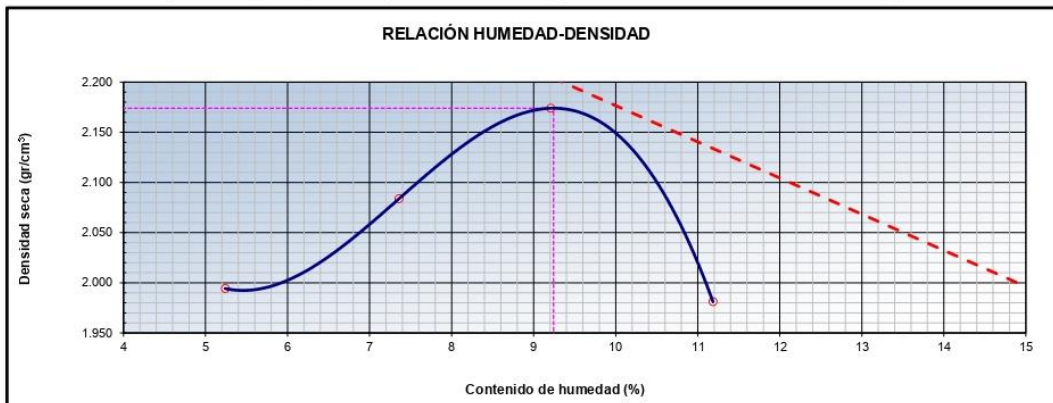


 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>IF-TS-LJSM-PN</b>
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>de 6 4</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	C3 - M1 0
Muestra	: Suelo natural (10% ceniza de carrizo)
	SUCS: SM AASHTO: A-1-b (0)
Método	: <b>B</b>

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5841.00	5970.00	6098.00	5938.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1959.00	2088.00	2216.00	2056.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.10	2.24	2.37	2.20
Peso del suelo húmedo+tara	gr	356.30	325.30	336.00	316.30
Peso del suelo seco + tara	gr	341.20	305.20	310.20	288.00
Tara	gr	53.00	32.00	30.00	35.00
Peso de agua	gr	15.10	20.10	25.80	28.30
Peso del suelo seco	gr	288.20	273.20	280.20	253.00
Contenido de agua	%	5.24	7.36	9.21	11.19
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.994	2.084	2.174	1.981
	<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.530</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.174</b>
			<b>Humedad óptima (%)</b>		<b>9.2</b>



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)


**Observaciones:**


- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la 3/8
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


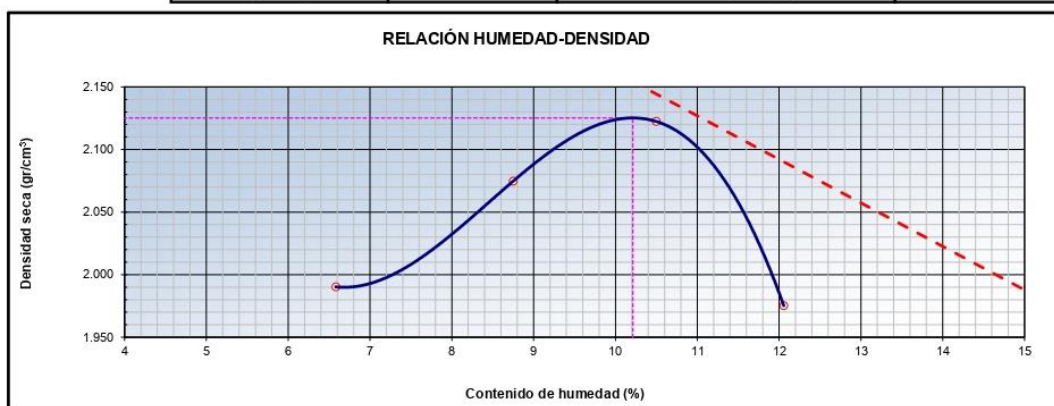
 <b>HISGEO LAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>de 6 4</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Víctor Luis : Huerta Human Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (15% ceniza de carrizo)
	SUCS : SM AASHTO: A-1-b (0)

Método : **B**

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5862.00	5988.00	6071.00	5948.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1980.00	2106.00	2189.00	2066.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.12	2.26	2.35	2.21
Peso del suelo húmedo+tara	gr	362.30	345.20	356.30	360.30
Peso del suelo seco + tara	gr	343.20	320.00	325.30	325.30
Tara	gr	53.00	32.00	30.00	35.00
Peso de agua	gr	19.10	25.20	31.00	35.00
Peso del suelo seco	gr	290.20	288.00	295.30	290.30
Contenido de agua	%	6.58	8.75	10.50	12.06
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.990	2.075	2.122	1.975
	<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.530</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.125</b>
			<b>Humedad óptima (%)</b>		<b>10.2</b>



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la 3/8
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.


**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



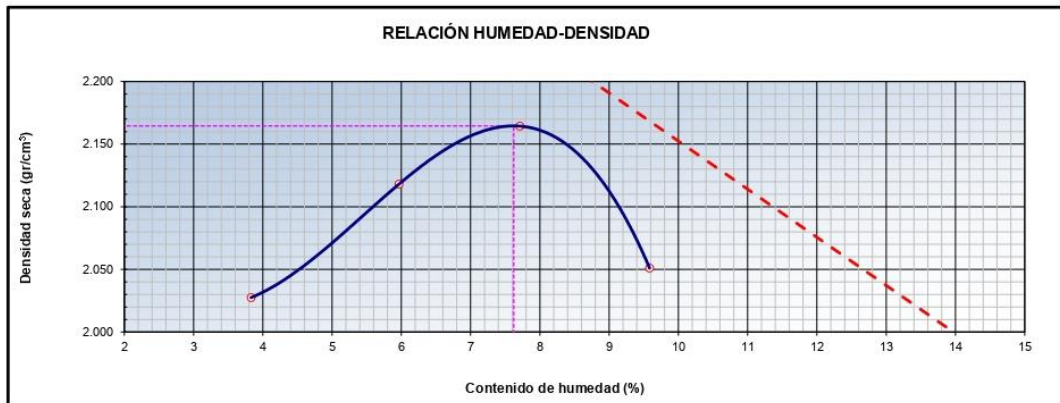
 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>de 6 4</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murqa Víctor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (3% de cloruro de sodio)
	SUCS : SW - SM AASHTO: A-1-b (0)

Método : **B**

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5847.00	5977.00	6058.00	5980.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1965.00	2095.00	2176.00	2098.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.11	2.24	2.33	2.25
Peso del suelo húmedo+tara	gr	354.00	385.20	425.30	435.20
Peso del suelo seco + tara	gr	342.30	365.20	397.00	400.20
Tara	gr	36.90	30.00	30.00	35.00
Peso de agua	gr	11.70	20.00	28.30	35.00
Peso del suelo seco	gr	305.40	335.20	367.00	365.20
Contenido de agua	%	3.83	5.97	7.71	9.58
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.028	2.118	2.164	2.051
	<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.530</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.165</b>	
			<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>7.6</b>	



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la 3/8
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**




**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



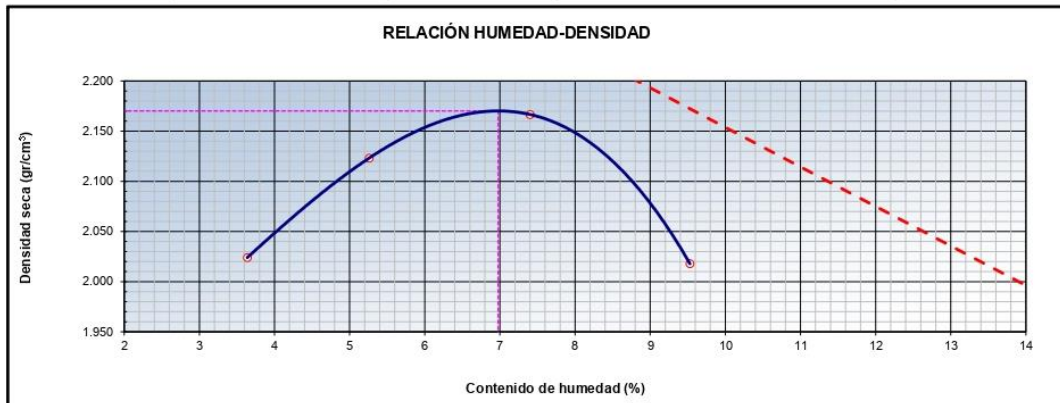


 <b>HISGEO LAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEI-PN
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>de 6 4</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Tomaya Murga Víctor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarney - 2022
<b>Ubicación</b>	: Huarney - Ancash
<b>Fecha de emisión</b>	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Calicata</b>	<b>C3 - M1</b>
<b>Muestra</b>	: Suelo natural (5% de cloruro de sodio)
	<b>SUCS : SW - SM</b> <b>AASHTO: A-1-b (0)</b>
<b>Método</b>	: <b>B</b>

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5840.00	5968.00	6054.00	5945.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1958.00	2086.00	2172.00	2063.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.10	2.23	2.33	2.21
Peso del suelo húmedo+tara	gr	350.20	390.20	410.20	436.20
Peso del suelo seco + tara	gr	339.20	372.20	384.00	401.30
Tara	gr	36.90	30.00	30.00	35.00
Peso de agua	gr	11.00	18.00	26.20	34.90
Peso del suelo seco	gr	302.30	342.20	354.00	366.30
Contenido de agua	%	3.64	5.26	7.40	9.53
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.024	2.123	2.167	2.018
	<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.530</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.170</b>
			<b>Humedad óptima (%)</b>		<b>7.0</b>



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftbf/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)


**Observaciones:**


- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante 1/8
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**  


**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**  


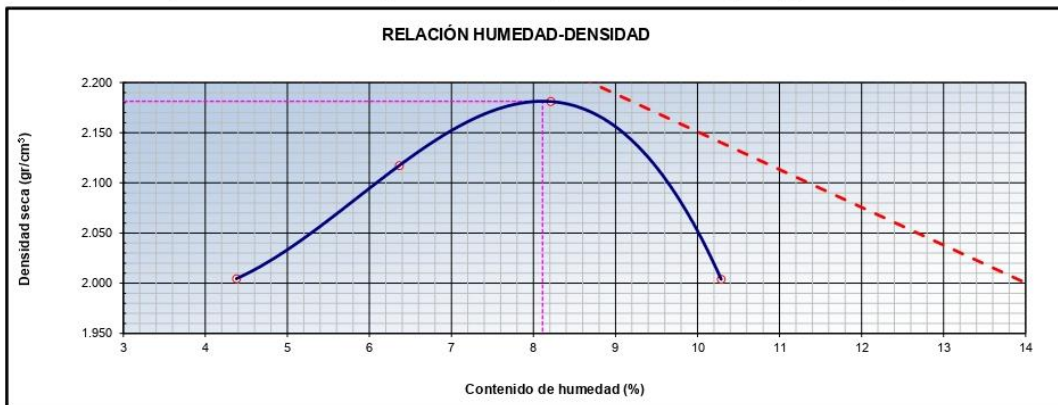
 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>IF-TS-LJSM-PN</b>
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>02-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>de 6 4</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
<b>Universidad</b>	: César Vallejo
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
<b>Ubicación</b>	: Huarmey - Ancash
<b>Fecha de emisión</b>	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Calicata</b>	<b>C3 - M1</b>
<b>Muestra</b>	: Suelo natural (7% de cloruro de sodio)
	SUCS : SW - SM AASHTO: A-1-b (0)

**Método** : **B**

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5835.00	5984.00	6085.00	5945.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1953.00	2102.00	2203.00	2063.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.09	2.25	2.36	2.21
Peso del suelo húmedo+tara	gr	315.20	345.20	425.30	410.20
Peso del suelo seco + tara	gr	304.20	327.00	395.30	375.20
Tara	gr	53.00	41.00	30.00	35.00
Peso de agua	gr	11.00	18.20	30.00	35.00
Peso del suelo seco	gr	251.20	286.00	365.30	340.20
Contenido de agua	%	4.38	6.36	8.21	10.29
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.005	2.117	2.181	2.004
	<b>Gravedad Específica (gr/cm3)</b>	<b>2.530</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.181</b>	
			<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>8.1</b>	



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la 3/8
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.


**Firma:**

**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

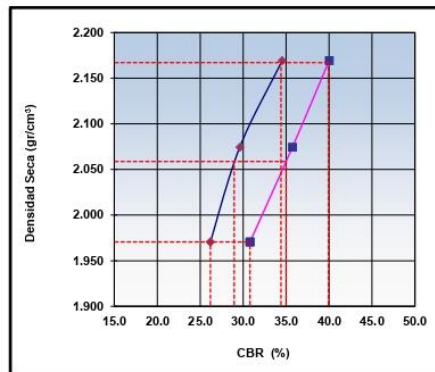
**Firma:**

## D) California bearing ratio (cbr)

 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2021</b>
		<b>Página</b>	<b>6 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murqa Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarney - 2022
Ubicación	: Huarney - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo Natural
	SUCS : SW - SM AASHTO: A-1-b (0)



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.167  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.3  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.059

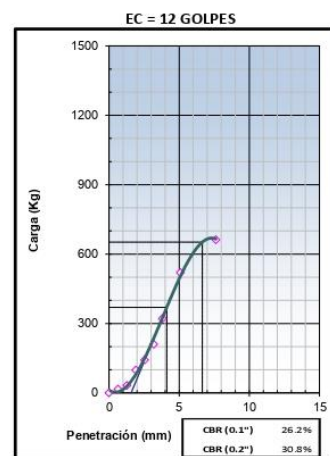
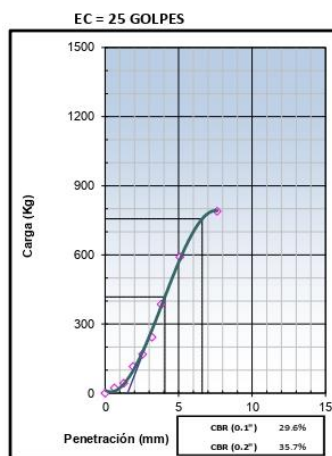
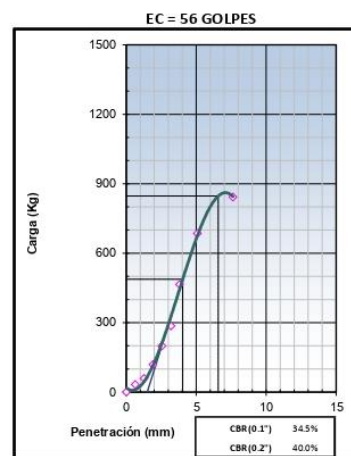
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 34.4	0.2": 39.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 29.0	0.2": 35.0

### RESULTADOS (0.2"):

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 39.9 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 35.0 (%)

### RESULTADOS (0.1"):

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 34.4 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.0 (%)



### Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S"; S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

### Elaborado por:

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

### Firma:




### Revisado por:

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

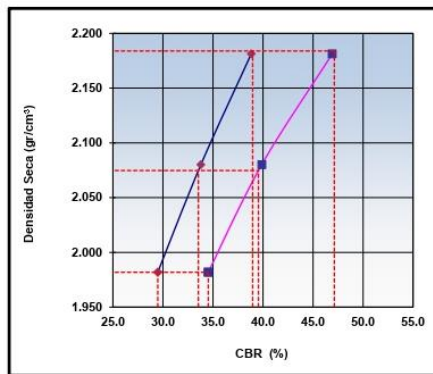
### Firma:



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>6 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarney - : 2022
Ubicación	: Huarney - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (5% ceniza de carrizo)
	SUCS : SM AASHTO: A-1-b (0)

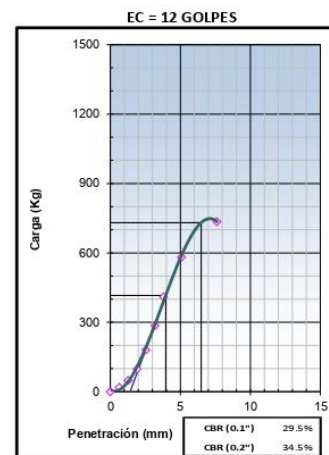
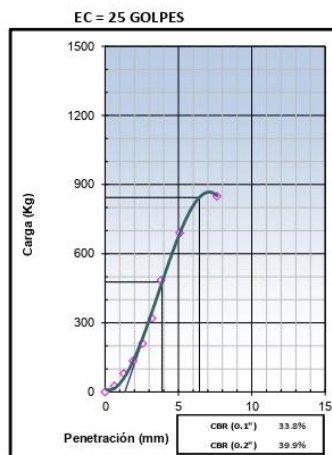
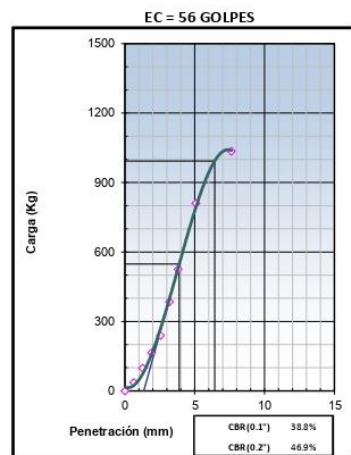


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.184  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.0  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.075

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 39.0	0.2": 47.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 33.5	0.2": 39.5

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 47.1 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 39.5 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 39.0 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 33.5 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftibf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Maquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.


**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

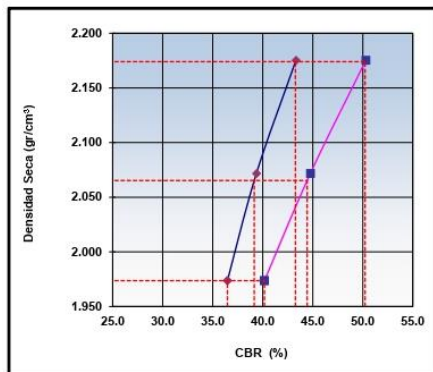
**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>IF-TS-LJSM-PN</b>
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>6 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murqa Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarney - 2022
Ubicación	: Huarney - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (10% ceniza de carrizo)
	SUCS : SM AASHTO: A-1-b (0)



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.174  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.2  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.065

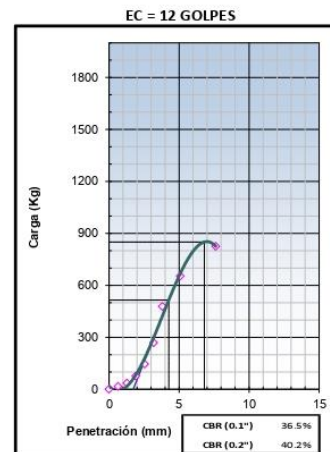
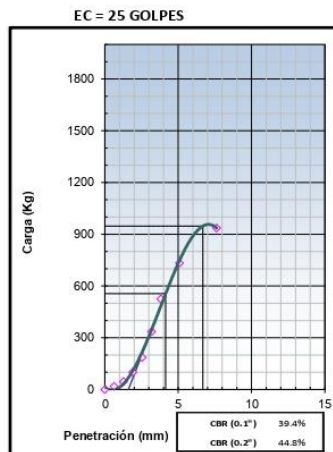
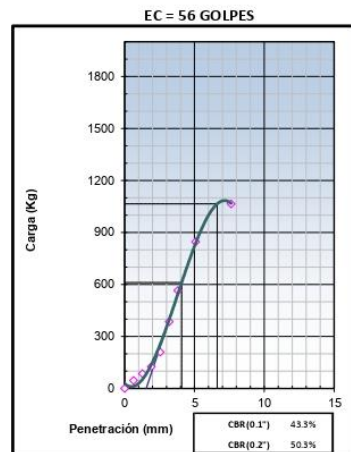
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 43.3	0.2": 50.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 39.2	0.2": 44.4

**RESULTADOS (0.2"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 50.2 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 44.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 43.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 39.2 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Maquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Elaborado por:**


Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**

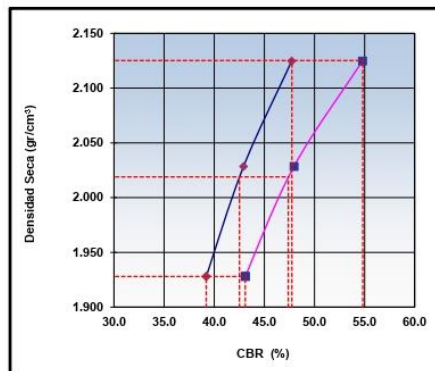
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**

 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>6 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarney - 2022
Ubicación	: Huarney - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (15% ceniza de carrizo)
	SUCS : SM AASHTO : A-1-b (0)

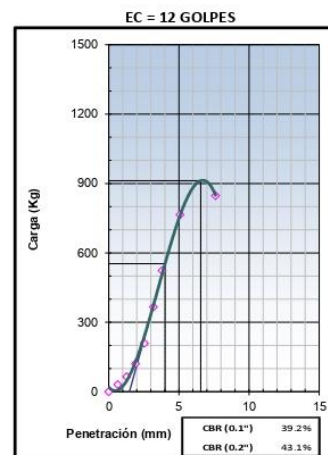
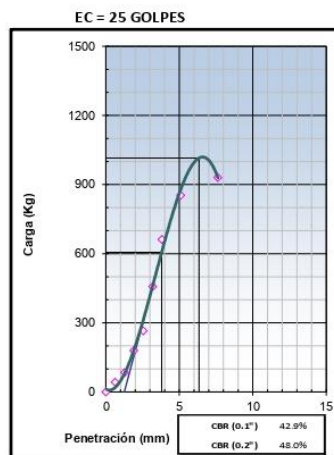
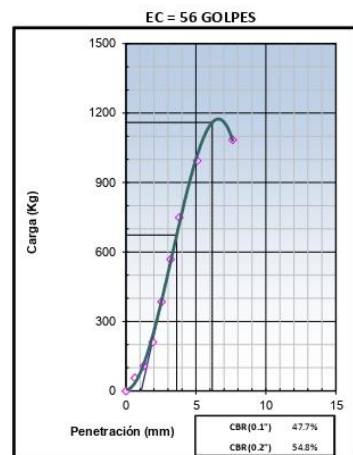


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.125  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.2  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.019

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 47.7	0.2": 54.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 42.5	0.2": 47.4

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 54.8 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 47.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 47.7 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 42.5 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.


**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

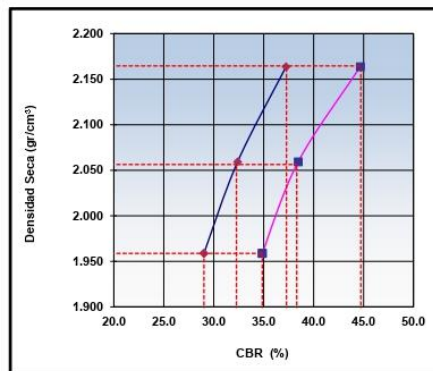
**Firma:**



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	6 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murqa Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - : 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (3% de cloruro de sodio)
	SUCS : SW - SM AASHTO: A-1-b (0)

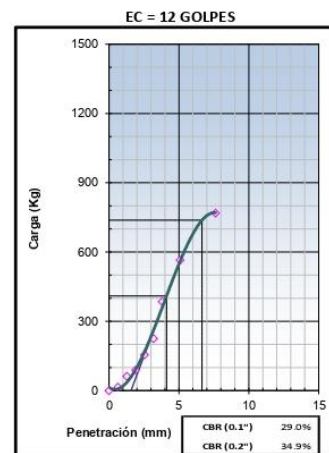
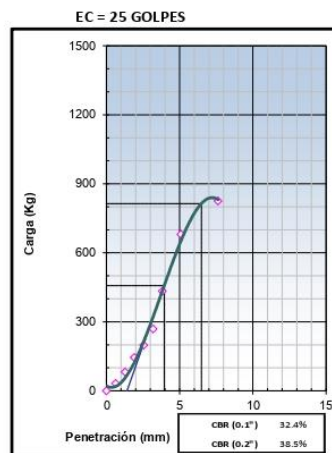
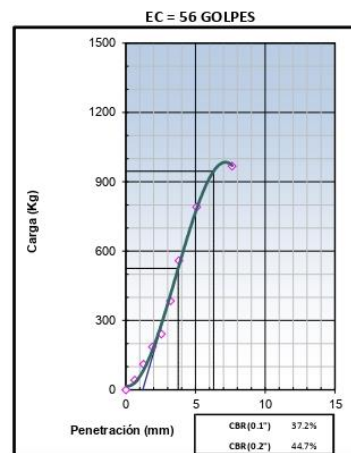


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.165  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.6  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.056

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 37.3	0.2": 44.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 32.3	0.2": 38.3

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 44.7 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 38.3 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 37.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 32.3 (%)



**Referencia:**


- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Maquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



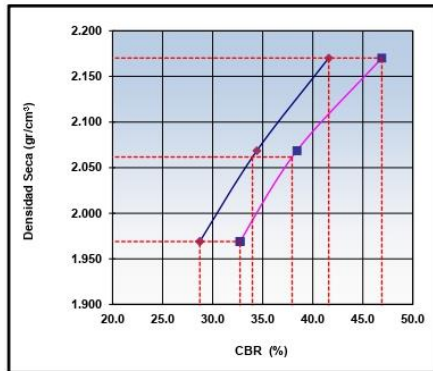
**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-TMVL/HHEJ-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	03-01-2022
		<b>Página</b>	6 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murqa Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (5% de cloruro de sodio)
	SUCS : SW - SM AASHTO: A-1-b (0)

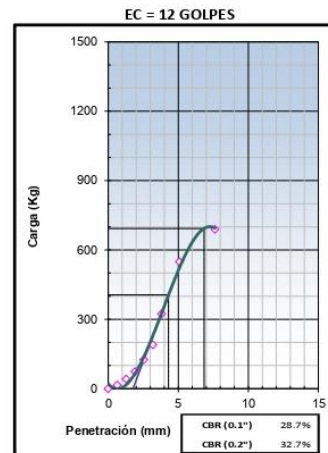
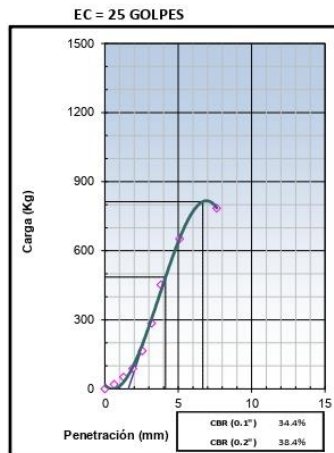
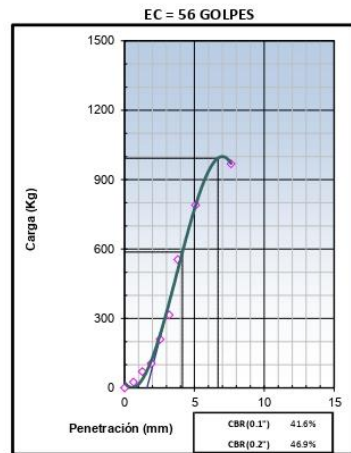


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.170  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.0  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.062

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 41.6	0.2": 46.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 34.0	0.2": 37.9

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 46.9 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 37.9 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 41.6 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 34.0 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftibf/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:




**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:

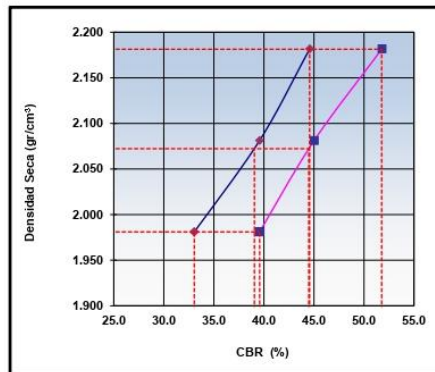




 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>IF-TS-LJSM-PN</b>
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>03-01-2022</b>
		<b>Página</b>	<b>6 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Tomaya Murga Victor Luis : Huerta Huaman Erwin Jesus
Universidad	: César Vallejo
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey - 2022
Ubicación	: Huarmey - Ancash
Fecha de emisión	: 29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Calicata	: C3 - M1
Muestra	: Suelo natural (7% de cloruro de sodio)
	SUCS : SW - SM AASHTO: A-1-b (0)

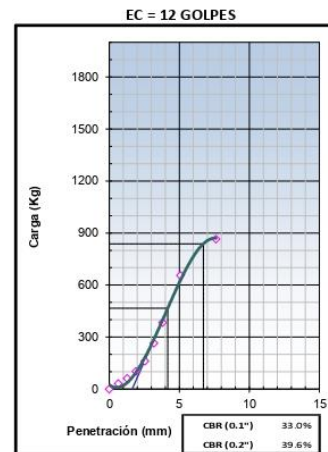
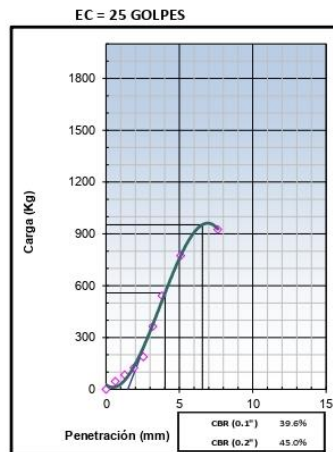
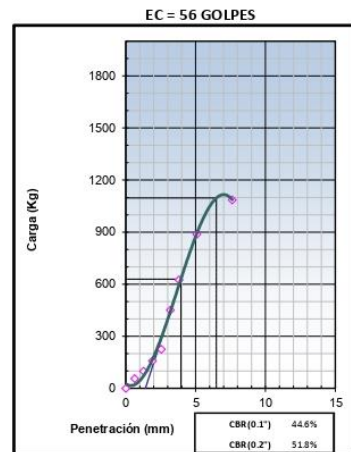


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.181  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.1  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.072

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 44.6	0.2": 51.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 39.0	0.2": 44.5

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 51.8 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 44.5 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 44.6 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 39.0 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftibf/r3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Maquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



E) Certificado de calibracion

• PRENSA CBR



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-19600-2022**

PROFORMA : 15243A

Fecha de emisión : 2022 - 11 - 04

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE :** INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Jr. Los Álamos 250 Urb Santa Isabel Carabaylo

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** PRENSA CBR  
Marca : HIGH WEIGHT  
Modelo : 315-XG  
Nº Serie : 20191387  
Intervalo de indicación : 5000 kgf  
Resolución : 0,1 kgf  
Procedencia : NO INDICA  
Código de identificación : NO INDICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2022 - 10 - 28

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

**METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ISO 7500-1:2018 Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticas

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	16,9°C	17,4°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	42,0%

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0318

• **BALANZA**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



**Certificado de Calibración**

**TC - 19599 - 2022**

Proforma : 15243A Fecha de emisión : 2022-10-28

Solicitante : **INGEPAV INGENIEROS S.A.C.**  
Dirección : Jr. Los Álamos 250 Urb Santa Isabel Carabaylo

Instrumento de medición : **Balanza**  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : B8339100107  
Capacidad Máxima : 30 kg  
Resolución : 0,001 kg  
División de Verificación : 0,001 kg  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 0,05 kg  
Procedencia : CHINA  
Identificación : ING-EQ-075  
Ubicación : PROCTOR ICBR  
Variación de  $\Delta T$  Local : 4 °C  
Fecha de Calibración : 2022-10-28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISONEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico Página : 1 de 3  
CPF: 0316

- HORNO

## Certificado de Calibración

TC - 17155 - 2022

Perfiloma : 15243A Fecha de Emisión : 2022-10-31

Solicitante : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.  
Dirección : Jr. Los Alamos 250 urb Santa Isabel carabayillo

Equipo : Horno  
Marca : Metrotest  
Modelo : MS-H1  
Número de Serie : 663  
Identificación : ING-EQ-051  
Procedencia : No indica  
Circulación del aire : Ventilación natural  
Ubicación : Laboratorio - secado de humedades  
Fecha de Calibración : 2022-10-28

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	70 °C a 350 °C	0,1 °C
Selector	DIGITAL	70 °C a 350 °C	0,1 °C

Lugar de calibración  
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

### Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOP.

### Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	28,8 °C	48 %rh	220 V
Final	28,8 °C	48 %rh	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

- COPA CASAGRANDE



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



### Certificado de Calibración

TC - 20177 - 2022

PROFORMA : 15243A Fecha de emisión: 2022-10-28 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.  
DIRECCIÓN : Jr. Los Álamos 250 Urb Santa Isabel Carabaylo

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASAGRANDE**  
 Marca : PINZUAR  
 Modelo : PS11  
 N° de Serie : 1862  
 Procedencia : NO INDICA  
 N° de Parte : NO INDICA  
 Identificación : ING-EQ-009  
 Ubicación : Laboratorio  
 Fecha de Calibración : 2022-10-28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	64,0 %	65,0 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFF: 0216

Anexo 5: fotografías

A) CALICATAS



Calicata: C1-M1  
Fuente: elaboración propia,2022.



Calicata: C2-M1  
Fuente: elaboración propia,2022.



Calicata: C3-M1  
Fuente: elaboración propia,2022.



Calicata: C3-M1  
Fuente: elaboración propia,2022.

## B) GRANULOMETRÍA



Ensayo de granulometría  
Fuente: elaboración propia,2022.



Ensayo de granulometría  
Fuente: elaboración propia,2022.

## C) PROCTOR MODIFICADO



Proctor modificado  
Fuente: elaboración propia,2022.



Proctor modificado  
Fuente: elaboración propia,2022.

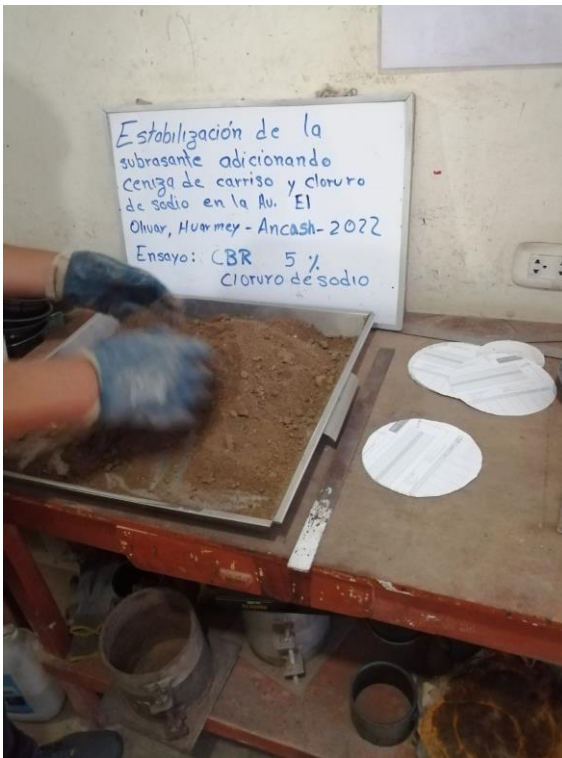


Proctor modificado  
Fuente: elaboración propia,2022.



Proctor modificado  
Fuente: elaboración propia,2022.

#### D) CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



Ensayo CBR  
Fuente: elaboración propia,2022.



Ensayo CBR  
Fuente: elaboración propia,2022.





Ensayo CBR  
Fuente: elaboración propia, 2022.



Ensayo CBR  
Fuente: elaboración propia, 2022.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de carrizo y cloruro de sodio en la Av. El Olivar, Huarmey-2022", cuyos autores son HUERTA HUAMAN ERWIN JESUS, TOMAYA MURGA VICTOR LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 26 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO <b>DNI:</b> 06249794 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 08- 12-2022 20:33:27

Código documento Trilce: TRI - 0456007