

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Estabilización química de los suelos pertenecientes a los condominios  
ecológicos de la zona Pur Pur – Virú, La Libertad**

---

Línea de Investigación: Ingeniería Civil

Sub Línea de Investigación: Geotecnia

**Autores:**

Castañeda Sevilla, Alberto Samir

Hidalgo Cueva, Piero Francisco

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Lujan Silva, Enrique Francisco

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

**Vocal:** Sanchez Malpica, Carmen Esperanza

**Asesor:**

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

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

**TRUJILLO – PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024 / 06 / 28**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Estabilización química de los suelos pertenecientes a los condominios ecológicos de la zona Pur Pur – Virú, La Libertad**

---

Línea de Investigación: Ingeniería Civil

Sub Línea de Investigación: Geotecnia

**Autores:**

Castañeda Sevilla, Alberto Samir

Hidalgo Cueva, Piero Francisco

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Lujan Silva, Enrique Francisco

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

**Vocal:** Sanchez Malpica, Carmen Esperanza

**Asesor:**

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

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

**TRUJILLO – PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024 / 06 / 28**

# Estabilización química de los suelos pertenecientes a los condominios ecológicos de la zona Pur Pur – Virú, La Libertad

## INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

4%

2

es.scribd.com

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

*[Handwritten signature]*  
C12766915

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Lucio Sigifredo Medina Carbajal, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada:

**“Estabilización química de los suelos pertenecientes a los condominios ecológicos de la zona Pur Pur – Virú, La Libertad”**, del (los) autor (es) Castañeda Sevilla, Alberto Samir y Hidalgo Cueva, Piero Francisco, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del **6%**. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 20 de **junio** del **2024**.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **“Estabilización química de los suelos pertenecientes a los condominios ecológicos de la zona Pur Pur – Virú, La Libertad”**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo 20/06/2024



.....  
Castañeda Sevilla, Alberto Samir  
DNI: 75139261



.....  
Hidalgo Cueva, Piero Francisco  
DNI: 79564736



.....  
LUCIO SIGIFREDO MEDINA CARBAJAL  
DNI: 40534510  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

91776691



## RESUMEN

La siguiente investigación tuvo como objetivo de estabilizar el suelo mejorando sus propiedades mecánicas y físicas del suelo natural en las vías afirmadas pertenecientes a los “condominios ecológicos de la zona Pur Pur en Virú, La Libertad” agregando el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Se empezará la investigación obteniendo las muestras necesarias del área de estudio de 4 diferentes calicatas, mediante ensayos de laboratorio realizados en el laboratorio de suelos, se pudo realizar el ensayo de granulometría, contenido de humedad y Proctor modificado, debido a que la clasificación del suelo resulto ser arenosa no se realizó ensayo de índice plástico.

Una vez realizada los ensayos de laboratorio básicos se le agrego a la muestra la ceniza de bagazo de caña de azúcar en diferentes proporciones, 5%, 10% y 15%, realizando luego los ensayos de Proctor modificado y CBR.

Posteriormente se procedió a hacer la comparación de resultados de los diferentes CBR obtenidos con los cuales se pudo apreciar un aumento en la resistencia del CBR de 15.953 en promedio de las muestras naturales a 23.658 con una adición al 10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, determinando que 10% es la adición más favorable.

Con esta estabilización recomendamos la utilización de ceniza de bagazo de caña de azúcar a fin de aumentar el CBR del suelo, como una alternativa económica a utilizar.

**Palabras claves:** Estabilización de suelos, presupuesto y ceniza de bagazo de caña de azúcar.

## **ABSTRACT**

The following research aimed to stabilize the soil by improving its mechanical and physical properties in the natural soil of the gravel roads belonging to the ecological “condominios ecológicos de la zona Pur Pur en Virú, La Libertad”, by adding sugarcane bagasse ash.

The investigation will begin by obtaining the necessary samples from the study area from 4 different test pits. Laboratory tests conducted in the soil laboratory allowed for the determination of grain size distribution, moisture content, and Modified Proctor test. As the soil classification turned out to be sandy, the plasticity index test was not conducted.

After conducting the basic laboratory tests, sugarcane bagasse ash was added to the samples in different proportions: 5%, 10%, and 15%, Performing the modified Proctor and CBR tests afterward.

Subsequently, a comparison of the different CBR results revealed an increase in CBR strength from an average of 15.953 for natural samples to 23.658 with a 10% addition of sugarcane bagasse ash, determining that 10% is the most favorable addition.

With this stabilization, we recommend the use of sugarcane bagasse ash to increase soil CBR as an economical alternative.

**Keywords:** Soil stabilization, budget, sugarcane bagasse ash.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Alberto Castañeda, Marcela Sevilla quienes me apoyaron en mis proyectos y mi desarrollo académico. A mis hermanos Sara, Yaneth y Nelson quienes me alientan a seguir adelante siempre y me brindan su apoyo incondicional. Muchas gracias.

Atte.

**Br. Castañeda Sevilla, Alberto  
Samir**

Este trabajo está dedicado a mis padres Yovana Cueva y Milton León, a mis abuelos Carmen Horna y Guillermo Cueva, a mis tíos Guillermo y Luis Cueva y a toda mi familia que me apoyo incondicionalmente y me dio las fuerzas suficientes para seguir estudiando. Muchas gracias familia

Atte.

**Br. Hidalgo Cueva Piero Francisco**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestra UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, por brindarnos todos los conocimientos y enseñanzas para así poder convertirnos en profesionales.

Al personal docente, que nos compartió sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera para no solo poder ser buenos profesionales si no para ser buenas personas que puedan aportar a la comunidad.

A nuestro Asesor de Tesis, Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo, que con su experiencia en la ingeniería Civil no dio de su tiempo y paciencia para poder guiarnos en la realización del presente trabajo de investigación.

A nuestra familia, la cual creyó en nosotros y no dio su apoyo incondicional dando los ánimos suficientes para poder terminar nuestra tesis.

Para todos ellos: Nuestros más sinceros agradecimientos

## PRESENTACIÓN

Estimados señores miembros del Jurado:

En cumplimiento con lo establecido el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se emite el Informe de Investigación titulado **“Estabilización química de los suelos pertenecientes a los condominios ecológicos de la zona Pur Pur – Virú, La Libertad”**, con la firmeza y certeza de lograr una evaluación justa y dictamen.

Atentamente,

Trujillo, Juniol del 2024

Br. Castañeda Sevilla, Alberto Samir

Br. Hidalgo Cueva, Piero Francisco

## INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
INDICE DE CONTENIDOS .....	v
<i>INDICE DE GRAFICOS</i> .....	vii
<i>INDICE DE FIGURAS</i> .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Problema de investigación .....	1
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo General .....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Justificación del estudio .....	4
II. MARCO DE REFERENCIA.....	4
2.1. Antecedentes del estudio.....	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	5
2.1.3. Antecedentes Locales.....	7
2.2. Marco teórico .....	8
2.2.1. Suelo.....	8
2.2.1.1. Componentes del Suelo: .....	9
2.2.1.2. Exploración de suelos y rocas:.....	9
2.2.1.3. Descripción de suelos: .....	10

	2.2.2. Estabilización de Suelos: .....	17
	2.2.2.1. Estabilización mediante métodos químicos: .....	17
	2.2.2.2. Estabilización mediante métodos Físicos: .....	19
	2.3. Marco conceptual.....	19
	2.4. Sistema de hipótesis .....	21
	2.5. Variables e indicadores .....	22
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA .....	23
	3.1. Tipo y nivel de investigación .....	23
	3.2. Población y muestra de estudio .....	23
	3.3. Diseño de investigación .....	23
	3.4. Técnicas e instrumentos de investigación.....	23
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	28
	4.1. Propuestas de investigación .....	28
	4.1.1. Análisis Granulométrico Por Tamizado ASTM D422 .....	28
	4.1.2. Ensayo Contenido De Humedad ASTM D2216 .....	29
	4.1.3. Ensayo De Proctor Modificado ASTM D1557 .....	30
	4.1.4. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) ASTM D1883 .....	31
	4.1.5. Elaboración del metrado .....	33
	4.1.6. Elaboración de análisis de Costos Unitarios .....	34
	4.1.7. Elaboración del presupuesto final .....	42
	4.2. Análisis e interpretación de resultados.....	43
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	44
VI.	CONCLUSIONES .....	46
VII.	RECOMENDACIONES .....	47
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
	ANEXOS	52

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Matriz de Operacionalización de Variables .....	22
Tabla 2.	Datos obtenidos de la caracterización de las calicatas .....	28
Tabla 3.	Datos de humedad con los diferentes porcentajes de ceniza .....	29
Tabla 4.	Datos del MDS con los diferentes porcentajes de ceniza .....	30
Tabla 5.	Datos del ensayo de CBR con los diferentes porcentajes de ceniza .....	31
Tabla 6.	Metrado de las vías a estabilizar .....	33
Tabla 7.	Peso total de tratamiento .....	33
Tabla 8.	Peso total de ceniza a utilizar .....	34
Tabla 9.	Volumen total de agua a utilizar .....	34
Tabla 10.	Cantidad de kg de ceniza por m <sup>2</sup> .....	35
Tabla 11.	Cantidad de m <sup>3</sup> de agua a utilizar por m <sup>2</sup> .....	35
Tabla 12.	Tabla de cálculo de distancia virtual.....	36
Tabla 13.	Costo unitario para la estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar.....	41
Tabla 14.	Presupuesto final .....	42

## **INDICE DE GRAFICOS**

Grafica 1.	Esquemmatización del procedimiento experimental .....	25
Grafica 2.	Gráfica de humedad con los diferentes porcentajes de ceniza .....	29
Grafica 3.	Gráfica del MDS con los diferentes porcentajes de ceniza .....	30
Grafica 4.	Gráfica de los resultados del ensayo de CBR con los diferentes porcentajes de ceniza .....	32
Grafica 5.	Grafica de los resultados de CBR a 95% y 100%.....	32

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Clasificación de suelos según clasificación SUCS.....	10
Figura 2.	Clasificación de suelos según tamaño de partículas.....	11
Figura 3.	Clasificación de suelos según equivalente de arena.....	12
Figura 4.	Clasificación de suelos basada en AASHTOO.....	14
Figura 5.	Clasificación mediante el Sistema Unificado de Clasificación De suelos (SUCS) .....	15
Figura 6.	categoría de subrasante .....	16
Figura 7.	Cuadro de factor de conversion según tipo de rodadura .....	36
Figura 8.	Cuadro de índices unificados de precios del mes de marzo 2024 .....	36
Figura 9.	Cuadro de ruta sistema nacional de carreteras .....	38
Figura 10.	Cuadro de costo de hora hombre.....	39
Figura 11.	Tabla de porcentajes de leyes y beneficios sociales sobre la remuneración básica.....	40
Figura 12.	Recolección de muestras C-1 .....	108
Figura 13.	Recolección de muestras C-3 .....	108
Figura 14.	Recolección de muestras C-2 .....	108
Figura 15.	Recolección de muestras C-4 .....	108
Figura 16.	Muestras recolectadas del área de estudio.....	109
Figura 17.	Pesaje y cuarteo de la muestra antes de ser metida al Horno .....	109
Figura 18.	Tamizado de las muestras recolectadas (Ensayo de Granulometría) ..	110
Figura 19.	Ensayo de contenido de humedad.....	110
Figura 20.	Ensayo de Proctor modificado .....	111
Figura 21.	Ensayo de Proctor modificado con ceniza .....	111

Figura 22.	Ensayo de CBR.....	112
Figura 23.	Ensayo de CBR, muestras sumergidas en agua.....	112
Figura 24.	Uso de la prensa de ensayo de CBR del laboratorio .....	113
Figura 25.	Ceniza que fue utilizada en el estudio, obtenida de la fábrica “Agroindustrial Laredo” .....	113
Figura 26.	Plano ubicación Condominios ecológicos Dunas de Pur-Pur .....	114
Figura 27.	Ubicación calicata 1 (C-1).....	115
Figura 28.	Ubicación calicata 2 (C-2).....	116
Figura 29.	Ubicación calicata 3 (C-3).....	117
Figura 30.	Ubicación calicata 4 (C-4).....	118

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de investigación**

Generalmente los suelos generan complicaciones en todos los ámbitos de la construcción entre ellos las infraestructuras viales debido a su inestabilidad producto de los cambios volumétricos por su contenido de humedad, por lo cual resulta más complicado de trabajar en zonas con altas precipitaciones pluviales. Lo que es más común al encontrar este tipo de suelos es el reemplazo de todo el material por suelo adecuado según la construcción, sin embargo, una solución más adecuada es la estabilización del suelo para mejorar y aprovechar sus propiedades y cualidades, una posible solución sería el utilizar la ceniza del bagazo de la caña de azúcar como un aditivo que posibilita la estabilización de suelos en nuevos proyectos de infraestructura vial, lo que impactaría notablemente en disminuir la contaminación generada por estos desechos y se obtendría una construcción sostenible.

La industria azucarera es una de las principales actividades industriales más grandes, pues casi 1700 millones de toneladas de caña de azúcar se producen anualmente en todo el mundo (Sathiya, 2010). La caña de azúcar es un cultivo importante en los países tropicales y subtropicales. Es la principal materia prima para la producción de azúcar (Abdulkadir y otros, 2014). En el sur de Asia es considerado un cultivo de alto valor, y totalmente comercial. Es muy importante para la producción de azúcar y otros productos azucarados.

Sin embargo, cabe indicar que en la industria azucarera se genera un residuo producto de la extracción del jugo de la caña de azúcar: El bagazo de caña de azúcar; y es de saber que la industria azucarera deja alrededor de 40 - 45% de bagazo después de la eliminación de jugo. Así, la producción anual normal de bagazo se proyecta en 600 millones de toneladas, siendo un residuo voluminoso de la industria azucarera (Sathiya, 2010). En proporciones referenciales a tener en cuenta, una tonelada de caña de azúcar es capaz de producir hasta 280kg de bagazo (Barroso y otros, 2003)

La combustión de este residuo orgánico producto de la industria azucarera, produce una cantidad considerable de cenizas denominadas cenizas de bagazo de caña de azúcar o CBCA. Este residuo es considerado un peligro para el medio ambiente, dado que se desecha directamente en el aire generando alta contaminación (Abdulkadir y otros, 2014). Para resolver estos problemas, se han hecho grandes esfuerzos en todo el mundo para gestionar los residuos de bagazo, es decir, su tratamiento, eliminación y utilización.

En el Perú, la actividad azucarera durante los años ha generado una serie de controversias relacionadas especialmente con la contaminación generada por la quema del bagazo de la caña, siendo el principal problema el de reducir la calidad del aire a causa de las partículas o cenizas procedentes de la actividad y generar una serie de problemas respiratorios a la población (Carrera y otros, 2010). Estas cenizas se consideran muy problemáticas en cuanto a su eliminación, sin embargo, si se quema en condiciones controladas, podría ser reutilizada para otros fines los que incluye su empleo en ingeniería (Torres y otros, 2014).

Es importante brindar una alternativa de solución que mejore la resistencia de los suelos, de caminos cuyas subrasantes tienen poca capacidad portante y son susceptibles a asentamientos, y esto se puede lograr mediante las técnicas de estabilización que se encuentran reglamentadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE (2019), cuya norma específica es la CE 020 las consideraciones técnicas mínimas para la estabilización de suelos y taludes. Estos métodos han sido utilizados ampliamente en proyectos viales. La CBCA es un material puzolánico tiene un gran potencial para ser empleado como estabilizador de suelos (Hanna y otros, 2021).

El distrito de Virú, ubicado al sur oeste de la Región La Libertad, se está caracterizando por la presencia de proyectos inmobiliarios de ofertas de casas de campo, con características de biohuertos y con temática ecológica, con viviendas de material sostenible como puede ser el bambú, ladrillos autoconstruidos, y a la vez con tanque biodigestores para el tratamiento de sus aguas servidas y paneles solares para la generación de electricidad.

Esta situación genera que el tratamiento de sus vías de acceso se dé a través de pavimentos económicos o estabilización química de sus suelos para facilitar el tránsito vehicular desde el punto de entrada hasta cada una de las viviendas que suman 78 aproximadamente, sumando aproximadamente 3.10 km.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Realizar la Estabilización química de los suelos pertenecientes a los condominios ecológicos de la zona Pur Pur – Virú, La Libertad.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar las características del suelo natural de las vías no pavimentadas de los condominios ecológicos Pur Pur – Virú, La Libertad, a partir de un estudio de mecánica de suelos.
- Determinar los parámetros de resistencia del suelo estabilizado con ceniza de gabazo de caña de azúcar al 5%, 10% y 15% de los condominios ecológicos Pur Pur – Virú, La Libertad.
- Comparar las propiedades del suelo estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar al 5%, 10% y 15%, con las propiedades del suelo natural.
- Realizar un análisis de costos y presupuestos de estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar de los condominios ecológicos Pur Pur – Virú, La Libertad.

### **1.3. Justificación del estudio**

#### **Teórica:**

La presente investigación tiene una justificación teórica debido a que nos permite aplicar las metodologías aprendidas en la universidad para resolver el problema planteado.

#### **Social:**

La presente investigación tiene una justificación social debido a que Los principales beneficiados serán pobladores que empleen caminos sin pavimentar, pocos estables y que, de acuerdo con los resultados de este estudio, podrán emplear cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar las subrasantes de sus caminos.

#### **Económica:**

La presente investigación tiene una justificación económica debido a que la factibilidad de emplear un residuo tan abundante en la región La Libertad como lo son las cenizas de bagazo de caña de azúcar con fines de estabilización de suelos, brindando una alternativa ecológica y muy económica que puede ser capaz de reducir el impacto ambiental producido por la quema de este producto de la industria azucarera ser una alternativa económica.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

**Gallo (2022)**, en su tesis para optar el título de Ingeniería Civil “Análisis de la estabilización de suelos expansivos utilizando hormigón asfáltico reciclado, ceniza del bagazo de caña de azúcar para la sub rasante de los pavimentos”, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Tiene como objetivo principal analizar la estabilización de suelos expansivos utilizando hormigón asfáltico

reciclado, ceniza del gabazo de la caña de azúcar. Para ello realizaron ensayos de caracterización del suelo expansivo, del hormigón asfáltico y de la ceniza del bagazo de caña de azúcar, para luego determinar si la expansión del material cumple con las normas de las especificaciones del ministerio de transporte y obras públicas. Se concluyó que con la mezcla de 50% de arcilla, 30% de hormigón reciclado y 20% de ceniza de bagazo, el material obtiene un límite líquido de 33%, un índice de plasticidad de 8% y una densidad máxima de  $1.969 \text{ Kg/m}^3$ , por lo cual, la mezcla sí cumple con las normas de las especificaciones del ministerio de transporte y obras públicas. El aporte que brinda esta investigación es el uso de la metodología, aplicada para las caracterizaciones del material siguiendo las normativas correspondientes.

**Coronel (2020).** En su proyecto investigación previo a la obtención del título de Ingeniería Civil “Estabilización de un talud compuesto por suelo expansivo incorporando ceniza volcánica”, Universidad Nacional de Chimborazo. Cuyo objetivo es el de Analizar la estabilidad de un talud compuesto por suelo expansivo mediante la incorporación de ceniza volcánica para mejorar sus propiedades físico-mecánicas. Para esto, los métodos que se emplearán para las caracterizaciones del material, serán de los ensayos brindados por AASHTO y ASTM, debido a que están más actualizados a diferencia de UNE e IS, ensayos calificados como los más empleados para caracterizar suelos expansivos. En tal sentido se concluyó que los resultados de la modelación demostraron la eficiencia de emplear ceniza volcánica en la estabilización del talud, pues los valores del factor de seguridad con suelo mejorado cumplían con el establecido por la norma ecuatoriana para el análisis de estabilidad de taludes en condición estática. El principal aporte es ofrecer los datos para un uso correcto de la metodología AASHTO en la estabilización, así como también la aplicación adecuada de ceniza para las caracterizaciones del suelo.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Ricra (2021).** En su tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil “Adición de ceniza de caña de azúcar en la estabilización de suelos tropicales en el centro poblado Naranjal, Selva Central-2021”, Universidad Continental.

Tuvo como objetivo principal, determinar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en la estabilización de suelos tropicales en el Centro Poblado Naranjal, Selva Central-2021. Se realizaron estudios de clasificación según AASHTO, SUCS y MCT, así como también el cálculo de humedad y plasticidad para luego realizar un análisis de estudio con el uso de la ceniza. Como resultados se concluyó que su influencia no tiene mucha significancia e impacto en cuanto a su máxima densidad seca y humedad óptima del suelo tropical, sin embargo, influye mucho en su capacidad portante al utilizar ceniza en porcentajes del 10% y 15% haciendo que su suelo tenga una categoría de subrasante excelente. Esta investigación aporta como una guía base para el uso de métodos en el análisis de la caracterización del suelo.

**Peralta (2023).** En su tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de bagazo de caña de azúcar”, Pontificia Universidad Católica del Perú. Tiene como objetivo principal verificar que la adición de las cenizas de bagazo de caña de azúcar mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso y determinar el porcentaje óptimo de aditivo a utilizar. Para lo cual, se consideraron distintos porcentajes de aplicación de ceniza, siendo 10%, 20% y 30% las cantidades que se consideraron para su estudio. Se determinó que, el suelo arcilloso aumenta su capacidad portante al aplicar 20% de ceniza, sin embargo, al considerar cal hidratada en un porcentaje de 1% en la muestra con ceniza, las propiedades mecánicas y físicas del suelo mejoran con notoriedad, teniendo mayor refuerzo que solo la aplicación de ceniza. La aportación de esta investigación se debe a su carácter experimental con el uso de la ceniza y los porcentajes que se usaron para el desarrollo de la investigación, teniendo en cuenta que la aplicación de ceniza mayores al 20% no es recomendable en suelo arcilloso.

**Prada (2023).** En tesis para optar el el título profesional de Ingeniería Civil “Estabilización del suelo usando ceniza de bagazo de caña de azúcar para caminos no pavimentados”, Universidad Señor de Sipán. Tiene como objetivo principal evaluar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de una vía no pavimentada. Para aquello, se realizaron los ensayos de CBR a la muestra de tipo arena arcillosa, bajo la influencia de

distintas dosis de ceniza de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% y evaluaron las características de la misma. Los resultados obtenidos demuestran que la ceniza influye de manera favorable a las calicatas, incrementando su capacidad de soporte, donde el porcentaje optimo es de 7.5%. La metodología aplicada para la evaluación de los cálculos de CBR aporta como una base para el desarrollo de nuestra investigación.

**Capuñay y Pastor (2020)** En tesis para optar el el título profesional de Ingeniería Civil “Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote”, Universidad Nacional del Santa. Tiene como objetivo principal estabilizar los suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) para su uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote. Para aquello se realizaron ensayos de caracterización de suelos y también los ensayos de CBR con agregados de ceniza en porcentajes de 25%, 35% y 45%, para calcular la capacidad de resistencia de la subrasante. Para que la subrasante se categorice como buena, el CBR del suelo debe superar el 10%. Como resultado se tiene que la subrasante mejora favorablemente, donde el CBR de mayor valor es de 15.80% cuando se utiliza ceniza en un 45%, incrementando en 6.69% en comparación al suelo sin estabilizar. Esta investigación nos aportara como guía para el desarrollo de nuestra investigación ya que los fines son similares.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

**Rodríguez y Silva (2019)** En tesis para optar el el título profesional de Ingeniería Civil “Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo 1 más cal hidratada en vías afirmadas, para el centro poblado alto Trujillo, el porvenir - la libertad”, Universidad Privada Antenor Orrego. Tiene como objetivo principal el estabilizar los suelos Adicionando cemento portland tipo I más cal hidratada en vías afirmadas, Centro Poblado El Alto Trujillo, El Porvenir – La Libertad. Por lo cual se realizaron ensayos en laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo adicionando cemento y cal, como los ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles, de límites de

Atterberg y de CBR. Se concluyó que la utilización de cemento portland tipo I en proporción de 30% más cal hidratada en proporción a un 70%, mejora significativamente el porcentaje de resistencia al corte, dando como resultado un CBR de 82.80% al 100% de su densidad máxima seca, a comparación de su CBR inicial que fue de 54.00%. El aporte principal de esta investigación es la metodología aplicada como guía para nuestra investigación, también observar los resultados y fomentar la aplicación de ceniza como estabilizante económico a comparación del cemento.

**Gutiérrez y Romero (2022).** En su tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil “Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar en el distrito de Paján – Ascope – La Libertad – 2022”, Universidad César Vallejo. Tiene como objetivo principal determinar cuál es el efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en la estabilización de suelos. Por este motivo, tuvieron que hacer estudios físico y mecánicos del suelo con ensayos en laboratorio, como es el caso de su capacidad portante de diseño para luego hacer pruebas con distintas proporciones de ceniza de 10%, 15% y 20%. Los resultados arrojaron que las cenizas mejoran física y mecánicamente las muestras, teniendo como aumento del CBR de 10.58%, pasando de un CBR de diseño de 1.59% a 12.57% con la adición de la ceniza en una proporción del 20%. También la máxima densidad seca se ve cambiada pasando de 2.22 gr/cm<sup>3</sup> a 2.107 gr/cm<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad de 6.68% a 12.33%. La aportación de esta investigación se debe a las metodologías con el uso de la ceniza en suelos con alto contenido de arena, similar a nuestra muestra, junto con los porcentajes óptimos de ceniza a utilizar para el desarrollo de la investigación.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Suelo**

(Juárez Badillo, 2011) nos indica que los suelos son organismos definidos y con propiedades que varían vectorialmente. Para un agrónomo el suelo es la capa superficial de la corteza que brinda vida vegetal. Para afines de la ingeniería el suelo es aquel material terroso que excluye a los depósitos sedimentarios y

rocas que no se desintegran de manera rápida por la acción de la intemperie. La importancia del agua contenida también es fundamental e integral del suelo porque en él influye su comportamiento mecánico.

#### **2.2.1.1. Componentes del Suelo:**

(Duque y Escobar, 2016) no dice lo siguiente los componentes esenciales del suelo incluyen aire, agua, sólidos y gases. Los guijarros son fragmentos de roca con diámetros mayores a 2 cm, mientras que las gravas tienen dimensiones entre 2 mm y 2 cm. La arena gruesa tiene un tamaño entre 0,2 mm y 2 mm, y la arena fina está en el rango de 0,005 mm a 0,2 mm. Las partículas de limo tienen un diámetro aparente entre 0,005 mm y 0,05 mm. Por último, las arcillas, aunque también se analizan en términos granulométricos, se definen principalmente por su comportamiento y no solo por su tamaño

#### **2.2.1.2. Exploración de suelos y rocas:**

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) nos indica la importancia y los pasos que debemos seguir; Antes de realizar la exploración de suelos y rocas, se deberá elaborar un estudio del terreno, para de este modo poder elaborar una investigación apropiada del terreno de la vía para así poder identificar los tipos de suelos que puede conformar.

El reconocimiento del terreno nos resultará beneficioso ya que este nos permitirá identificar los cortes naturales o artificiales, poder identificar los estratos de suelos, encontrar las zonas de mayor riesgo y la ubicación donde los suelos pueden presentar propiedades similares.

Para poder elaborar este estudio, empezaremos realizando calicatas o pozos exploratorios.

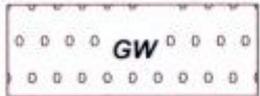
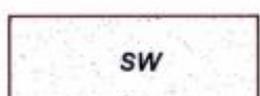
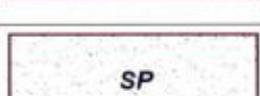
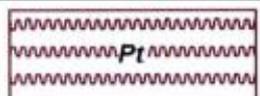
Una vez obtenidas las calicatas, finalmente se procederá a elaborar los ensayos en los laboratorios. Una vez obtenidos los datos se redactará en el

gabinete de manera escrita y grafica los resultados y por últimos se realizará un perfil estratégico de la muestra estudiada, el espesor de la calicata no debe ser menor a 1.50 y esta se debe realizar por debajo de la su-rasante (p 25).

### 2.2.1.3. Descripción de suelos:

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) nos fundamenta que la clasificación y descripción de los suelos se elaboran por SUCS y AASHTO mediante la metodología para construcción de vías. Se deberá tomar en cuenta las propiedades fundamentales del suelo de estudio.

Figura 1. Clasificación de suelos según clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares.		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino.		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Fuente: Datos tomados del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

Algunas Propiedades fundamentales a tomar en cuenta para describir los suelos son:

- **Granulometría:** El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) nos dice, la granulometría nos permite, mediante el método del tamizado, poder representar la distribución de los tamaños del agregado.

Mediante un análisis granulométrico podremos determinar la proporción de los materiales que constituyen y poder clasificarlos de acuerdo al tamaño del tamiz que logren pasar.

Para obtener la clasificación granulométrica del suelo se deberá realizar el siguiente ensayo de laboratorio: Análisis Granulométrico Por Tamizado ASTM D422-63

*Figura 2. Clasificación de suelos según tamaño de partículas*

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Datos tomados del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

- **Plasticidad:**

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) nos indica que la plasticidad es la propiedad del suelo que valora su estabilidad de acuerdo a su límite de humedad sin que este se degrade, por lo cual la plasticidad de un suelo se determinara de acuerdo a sus elementos finos.

Los límites de Atterberg nos permiten medir la cohesión de los suelos, estos parámetros serian el límite liquido (LL) el cual nos indica cuando el suelo pasa de estado semilíquido a plástico por lo que tiene la facilidad de moldearse,

el límite plástico (LP) el cual nos muestra cuando la el suelo puedo pasar del estado plástico al semisólido produciendo su rompimiento y el límite de contracción, del cual no indica cuando un suelo logra pasar de un estado semisólido ha solido dejando así de contraerse al perder la humedad.

Adicionalmente se encuentra también el Índice plástico o índice de plasticidad (IP) el cual indica la magnitud del rango de humedades del cual el suelo tiene propiedades plásticas y a su vez permite organizar correctamente el suelo.

La relación de todos los parámetros ya dichos se representa de la siguiente formula:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP: Índice plástico

LL: Limite liquido

LP: Limite plástico

Para poder hallar plasticidad de un suelo, se deberá realizar el siguiente ensayo de laboratorio: ASTM D423 LIMITES DE ATTERBERG

- Equivalente de arena:

Es un método utilizado en mecánica de suelos para estimar la cantidad y la actividad de los finos presentes en una muestra de suelo o agregado fino.

El valor obtenido del Equivalente de arena (EA) indica el nivel de plasticidad

*Figura 3. Clasificación de suelos según equivalente de arena*

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

Fuente: Datos tomados del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

- Índice de grupo:

Es un valor numérico asignado a un suelo en función de propiedades físicas como el tamaño de las partículas, el límite líquido y el límite plástico. Este índice se utiliza para evaluar la calidad del suelo como material para subrasante de carreteras y para el diseño de pavimentos. El índice de grupo se calcula de la siguiente fórmula:

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

A= F-35

b= F-15

c= LL-40

d= IP-10

F= Porcentaje que pasa el tamiz número 200-74 micras (número positivos).

LL= Límite líquido

IP= Índice plástico

Para poder hallar el índice de grupo de un suelo, se deberá realizar el siguiente ensayo de laboratorio: ASTM D423 LIMITES DE ATTERBERG

- Humedad natural:

Se refiere al contenido de agua presente en una muestra de suelo tal como se encuentra en la naturaleza, sin ninguna alteración o adición. Es el porcentaje de peso de agua en relación con el peso de las partículas sólidas del suelo. Este valor es fundamental para comprender las propiedades del suelo, su comportamiento y su capacidad de soporte.

Para poder obtener el contenido de humedad de una muestra de suelo se deberá realizar un ensayo de laboratorio: Ensayo Contenido De Humedad ASTM D2216

- Clasificación de suelos

Una vez determinadas y señaladas las características importantes de los suelos, de acuerdo a los estudios anteriores, se procederá a clasificar el suelo de acuerdo a dos sistemas de clasificación; AASHTO Y ASTM(SUCS) para poder clasificar el suelo se tendrá que tomar en cuenta los datos obtenidos, especialmente de acuerdo a su granulometría, plasticidad e índice de grupo.

Figura 4. Clasificación de suelos basada en AASHTOO

**Cuadro 4.10**  
**Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282**



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

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

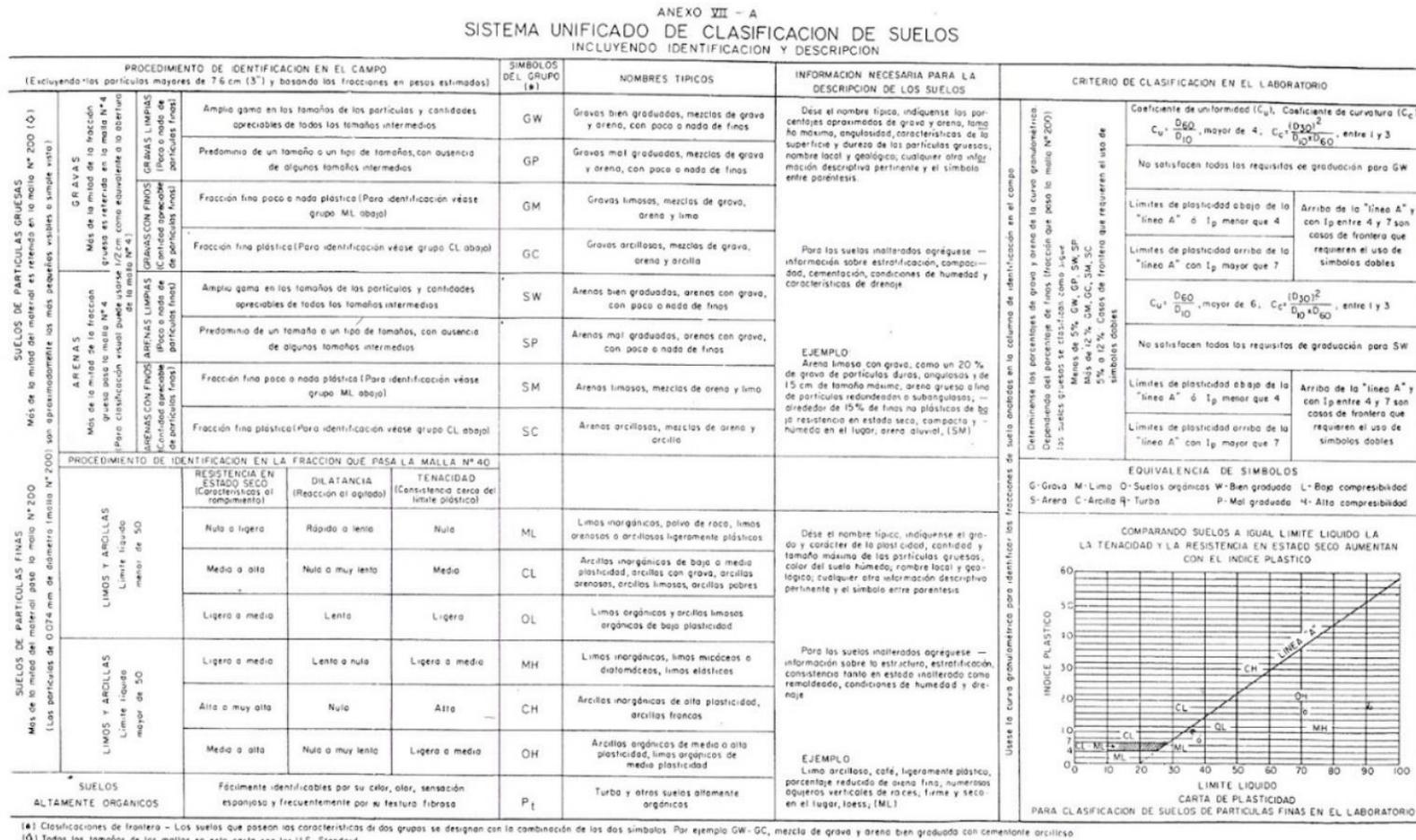
(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5),A-7-5 (17), etc

IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40)) +0.01 (F-15)(IP-10).

Fuente: Datos tomados del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

Figura 5. Clasificación mediante el Sistema Unificado de Clasificación De suelos (SUCS)



Fuente: Datos tomados Mecánica de suelos (2011)

- Ensayos CBR

El Valor Relativo de Soporte (VRS), también conocido como California Bearing Ratio (CBR), es un índice que mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones específicas de compactación y humedad. Se expresa como el porcentaje de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo en comparación con la carga requerida para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad en una muestra estándar de piedra triturada. Para calcular el CBR, consideremos las siguientes variables:

$$C.B.R. = \frac{P_2}{P_x} * 100$$

Donde:

P<sub>2</sub>: Carga en kg necesaria para penetrar el pistón en el suelo de estudio.

P<sub>x</sub> = 1360 kg: Carga necesaria para penetrar la misma cantidad en la muestra de tipo de piedra triturada.

Este parámetro es fundamental en ingeniería civil y geotecnia, ya que proporciona información sobre la capacidad de soporte relativa del suelo y su resistencia ante cargas. Es especialmente relevante en el diseño de pavimentos y la construcción de infraestructuras.

*Figura 6. categoría de subrasante*

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Datos tomados del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

Para obtener el CBR de una muestra de estudio se deberá realizar el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) NTP 339.145

- Ensayo de modulo resiliente

El ensayo de módulo resiliente es una prueba fundamental en la mecánica de suelos que proporciona una relación básica entre el esfuerzo y la deformación de los materiales bajo cargas repetidas.

### **2.2.2. Estabilización de Suelos:**

La estabilización de suelos es un proceso mediante el cual se modifican las características físicas y químicas de un suelo con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia. El objetivo principal es obtener un suelo más homogéneo, compacto, estable y duradero, que pueda servir como base para la construcción de infraestructuras.

#### **2.2.2.1. Estabilización mediante métodos químicos:**

Este método se basa en mejorar la estabilidad del suelo mediante productos a base de enzimas o compuestos multi enzimáticos.

El uso de métodos químicos en la estabilización de suelos se realizará en los siguientes casos:

- No cumpla con los requisitos mínimos de resistencia o deformación para sustentar obras de ingeniería civil.
- No pueda ser empleado en condiciones naturales.
- No pueda ser eliminado o reemplazado por otro.

#### **Estabilización con cal:**

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016) nos dice que dependiendo del tipo de arcilla que conforme el suelo se deberá de agregar de un 2% a 8% de cal por peso seco de suelo.

Para poder hallar el porcentaje óptimo de cal a agregar se deberá realizar los estudios de laboratorio, realizando los pasos siguientes:

- Se deberá de estimar el porcentaje de cal en función del potencial de hidrogeno (pH).
- Se deberá de elaborar muestras para poder realizar un ensayo de compresión no confinada de acuerdo a la humedad óptima y la máxima densidad seca.
- Se hallará el incremento que tendrá la resistencia del suelo estabilizado con cal.

- Si el incremento de la resistencia, con el porcentaje (%) de cal que se decidió utilizar, resulta ser mayor a  $3.5 \text{ kg/cm}^2$ , se tendrá que determinar cuál es la variación en la resistencia para las muestras elaborados con + 2% de cal.
- El contenido de cal se deberá determinar para para evitar que la resistencia no aumente en forma importante.
- Por último, se deberá elaborar una gráfica de resistencia y % de cal

### **Estabilización con cemento:**

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016) nos indica, que la adición del cemento, se da con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas del suelo, sin llegar a las condiciones de rigidez iguales a los morteros hidráulico.

Dependiendo del tipo de estabilización el porcentaje de cemento puede variar, si se necesita tener una estabilización de tipo flexible el porcentaje de cemento deberá variar entre 1 a 4%, por lo contrario, si se desea obtener una estabilización tipo rígida el porcentaje de cemento deberá variar de entre 6 a 14%

El porcentaje optimo que se deberá utilizar se calculará mediante pruebas de laboratorio (p 10).

### **Estabilización con asfalto**

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016) nos dice que, se empleara el asfalto como material estabilizante principalmente para lograr obtener propiedades impermeabilizantes, adhesivas y de preservación en el suelo. En los suelos que tengan propiedades friccionantes se puedes además adicionarse una adhesión mecánica.

Principalmente para un peso específico del material igual a  $1.64 \text{ gr/cm}^3$  le deberá de corresponder un 10% de asfalto para  $1,75 \text{ g/cm}^3$ . (p 11).

### **Estabilización con ceniza**

(Brajam M., 2012) Nos indica que la ceniza ultrafina, con características puzolánicas, tiene la capacidad de interactuar con la cal hidratada, creando

compuestos con propiedades similares al cemento. Por ello, se emplean combinaciones de cal y ceniza ultrafina para estabilizar las bases y subbases de las carreteras. Estas mezclas eficientes se elaboran con un contenido que varía entre el 10% y el 35% de ceniza ultrafina, junto con un porcentaje de cal que oscila entre el 2% y el 10%. Al compactar estas mezclas de suelo-cal-ceniza ultrafina bajo condiciones controladas y con la humedad adecuada, se consiguen capas de suelo estabilizadas.

Una forma particular de ceniza muy fina, denominada ceniza muy fina "tipo C", se obtiene principalmente de la quema de carbón en los estados occidentales de Estados Unidos. Esta variante de ceniza contiene una proporción notable (hasta un 25%) de cal libre, que, al entrar en contacto con el agua, reacciona con otros componentes de la ceniza para formar materiales con propiedades cementantes. Su utilización puede eliminar la necesidad de agregar cal producida industrialmente.

#### **2.2.2.2. Estabilización mediante métodos Físicos:**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016) Las estabilizaciones de métodos físicos se deberán de realizarán con el correspondiente equipo mecánico, que debe ser establecido por el profesional responsable. (p 11).

#### **Estabilización por compactación**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016) es un proceso de estabilización en la cual se compacta el suelo, se deberá de realizar en aquellas obras donde la materia prima sea el suelo.

### **2.3. Marco conceptual**

#### **Afirmado**

Capa compactada, situada sobre la subrasante y funciona como superficie de rodadura.

#### **Agregado fino**

Es un material proveniente de la desintegración natural de la piedra que pasa el tamiz 3/8.

### **Agregado grueso**

Es un material proveniente de la desintegración natural de la piedra que no pasa el tamiz 3/8.

### **Aditivo**

Elemento químico o mineral del cual tiene de objetivo modificar las propiedades de un material.

### **asfalto**

Subproducto de la refinación del petróleo usado generalmente en vías pavimentadas o como material estabilizador.

### **Bagazo de caña de azúcar**

Subproducto de la agroindustria azucarera, producido de la caña de azúcar una vez extraído su jugo.

### **Cal**

Producto obtenido de la calcinación de la caliza a temperaturas de 880 a 900 grados.

### **Calicata**

Estudio estratigráfico del suelo que se realiza mediante excavaciones en el terreno a una altura determinada.

### **Cemento**

Producto de la trituración del Clinker portland del cual luego es combinado con yeso natural.

### **Estabilización de suelos**

Es el proceso físico o químico, mediante el cual se mejora las condiciones mecánicas del suelo.

### **Pavimento**

Estructura vial conformada por un conjunto de capas superpuestas horizontalmente, diseñadas de acuerdo a normas, con materiales apropiados, permiten la eficiente movilización de vehículos y personas.

### **Suelo**

Agregado natural de partículas granulares y cohesivas que se pueden separar por medios mecánicos de poca energía o por agitación de agua. (Norma CE. 020 suelos y taludes 2012).

### **Suelo arcilloso**

Suelo mayormente conformado por arcillas o con mayor predominancia, no es recomendado para tránsito vehicular.

### **Suelo arenoso**

Suelo mayormente conformado por arenas o con mayor predominancia, no es recomendado para tránsito vehicular.

### **Suelo limoso**

Suelo mayormente conformado por limos o con mayor predominancia, no es recomendado para tránsito vehicular ni para edificaciones.

## **2.4. Sistema de hipótesis**

El uso de ceniza de caña de azúcar como aditivo resulta ser beneficioso al mejorar la capacidad de resistencia del suelo de las vías no pavimentadas de los condominios ecológicos PUR PUR – VIRÚ, LA LIBERTAD.

## 2.5. Variables e indicadores

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición	Niveles
Estabilización de suelos	Proceso físico o químico, mediante el cual se mejora las condiciones mecánicas del suelo.	Realizando los estudios topográficos correspondientes y estudios de suelos se procede a dimensionar la estabilización del suelo siguiendo la norma CE.020	Características del suelo natural	Contenido de Humedad (%)	Ficha de observación	Intervalo	Cuantitativo
				Granulometría (%)			
				Limite Líquido (%)			
				Limite Plástico (%)			
				densidad (kg/cm <sup>3</sup> )			
			Parámetros de resistencia	CBR (%)			
			Propiedades del suelo estabilizado	Índice de durabilidad (%)	Ficha de registro		
espesores de las capas (cm)							

FUENTE: Elaboración Propia

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

La presente investigación es de tipo APLICADA ya que busca evaluar la teoría empleada sobre las propiedades mecánicas del suelo, como la capacidad de soporte con el índice de CBR. Se emplearán mezclas del suelo con ceniza de caña de bagazo al 5%, 10% y 15%.

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

La POBLACIÓN viene a ser el suelo que se obtuvo de un tramo dentro de los condominios de la zona Pur Pur – Virú, La Libertad

Por otra parte, la MUESTRA está constituida por 4 calicatas (muestras) de las cuales se realizaron 16 pruebas de CBR.

#### **3.3. Diseño de investigación**

El diseño de investigación fue DESCRIPTIVA porque los ensayos que se realizaron dieron cabida a determinar las propiedades del suelo (muestra) en relación con la ceniza (aditivo) y los diferentes porcentajes de ésta; la definimos experimental – cuasiexperimental debido a que manipulamos de manera intencional las variables a diferentes condiciones para obtener resultados.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

La técnica empleada para esta investigación fue la OBSERVACIÓN, ya que de las variables a manipular procedemos a tomar y registrar información para luego analizarla.

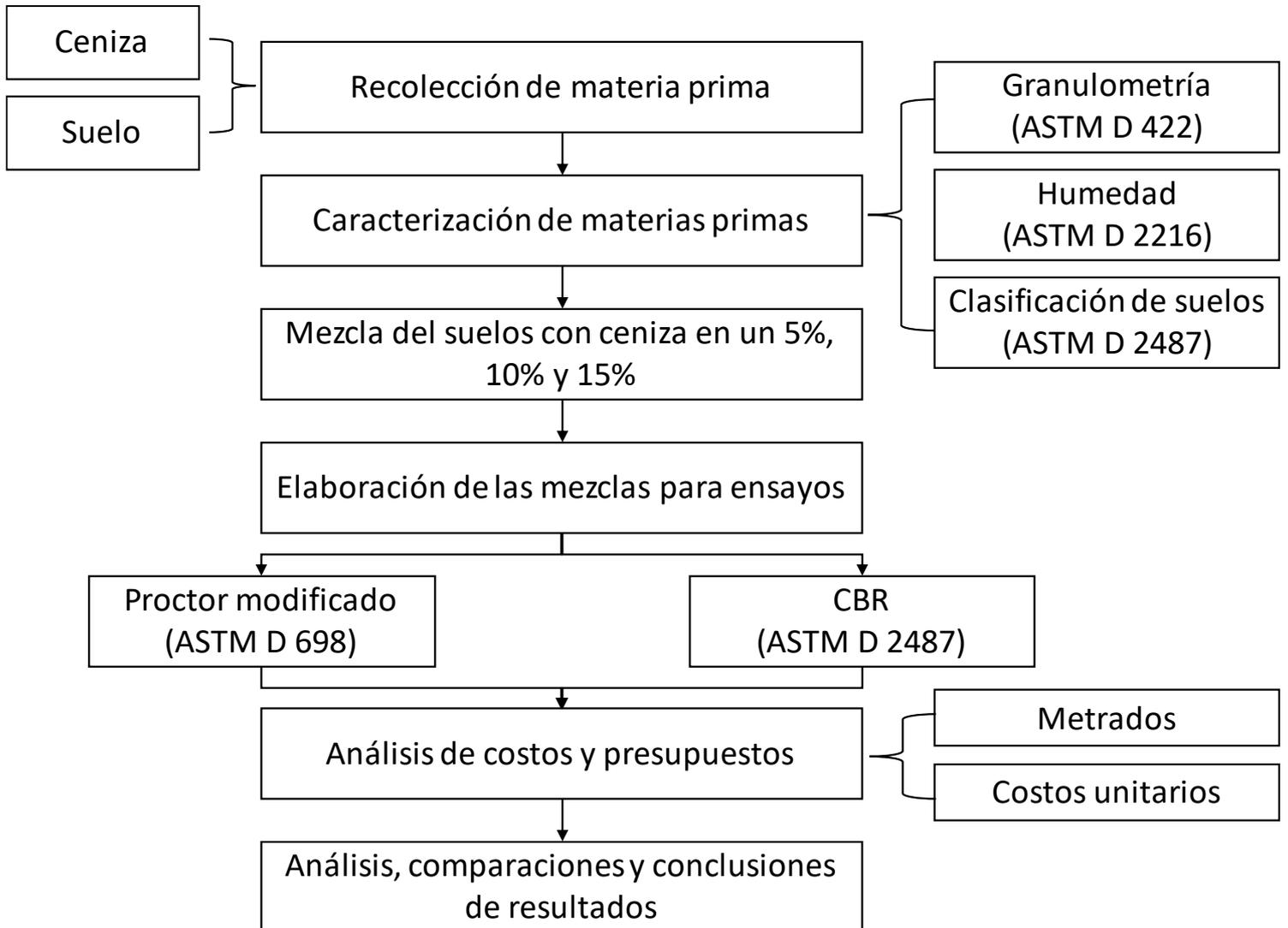
Se tomó en cuenta las FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS, las que se utilizaron para registrar los datos que se obtuvieron de los ensayos referentes a la problemática en estudio.

Los datos obtenidos de los ensayos de CBR se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada Antenor Orrego; los cuales serán registrados en las guías de registro de datos y fotografías.

La investigación fue validada por los ingenieros especialistas en el campo a cargo del laboratorio de suelos de la Universidad Privada Antenor Orrego, que validaron los instrumentos que se aplicaron en el desarrollo de los ensayos de laboratorios.

### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

Grafica 1. Esquematación del procedimiento experimental



Fuente: Elaboración propia

Iniciamos esta investigación recolectando la materia prima, que viene siendo el suelo, que se extrajo haciendo cuatro calicatas de 1.5 metros de profundidad ubicadas de forma alternada como especifica el Manual de Suelos. Las muestras se llevaron al laboratorio y posteriormente se hizo un cuarteo para reducirlo a tamaño de muestra de ensayo según la norma ASTM C702.

La ceniza del bagazo de caña de azúcar lo conseguimos de la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. ubicada en la provincia de Laredo – La Libertad.

Procedimos a hacer las caracterizaciones del suelo, comenzando con el ensayo de **análisis granulométrico** de suelos por tamizado según la norma ASTM D 422. Para este ensayo primero pesamos los tamices y luego colocamos la muestra previamente secada en el horno por 24 horas y empezamos a agitar los tamices de un lado a otro y en forma circunferencial, para luego realizar el pesaje de los tamices con la muestra retenida donde determinamos los porcentajes de arenas, gravas y finos con los datos obtenidos.

Luego realizamos el **ensayo de contenido de humedad natural** según la norma ASTM D-2216. Para el desarrollo de este ensayo primero pesamos una cantidad de muestra y un recipiente metálico. Colocamos la muestra en el recipiente y luego lo introducimos a la estufa a una temperatura de 110°C durante aproximadamente 16 horas. Después de secado la muestra lo dejamos enfriar y pesamos para obtener los datos de los pesos de la muestra húmeda y seca para luego calcular el contenido de humedad.

Después mezclamos las muestras con ceniza de bagazo de caña al 5%, 10% y 15% para luego realizar los **ensayos de Proctor** y determinar el porcentaje óptimo de humedad de cada muestra según la norma ASTM D-1557. Para este ensayo dosificamos con agua la muestra con porcentajes que varían en un 2% para luego colocarlo en un molde metálico cilíndrico que previamente se pesó y se tomó sus dimensiones para obtener su volumen. La muestra se coloca en 5 capas y en cada capa se compacta con 25 golpes usando un pisón de 44.5 N que cae libremente a una altura de 457.2 mm. para luego pesar el molde con la muestra húmeda compactada. Finalmente extraemos una pequeña parte de la muestra y lo

colocamos en una pequeña tara o recipiente metálico previamente pesado en la estufa a 110°C por 16 horas y pasado el tiempo sacamos la tara con la muestra seca, la dejamos enfriar y pesamos para luego determinar el óptimo contenido de humedad. Procedemos a hacer el mismo ensayo para las muestras con adición de ceniza.

Luego de calcular el contenido óptimo de humedad procedemos a hacer el **ensayo de CBR** de la norma ASTM D-1883. Para el siguiente ensayo humedecemos la muestra a su óptimo contenido de humedad, luego lo colocamos en un molde de CBR estandarizado con su disco espaciador en 5 capas y después compactamos con un pisón a cada capa; 12, 25 y 56 golpes para cada muestra. Después quitamos el collar de extensión, enrazamos, desmontamos, quitamos el disco espaciador y después volvemos a montar el molde, pero invertidamente. Posteriormente pesamos el molde, colocamos sobrecargas y lo sumergimos en agua hasta taparlo por completo. Colocamos un trípode de medida y tomamos una lectura diaria por 4 días. Finalmente sacamos el molde del agua, lo escurrimos, lo dejamos secar al ambiente y después lo colocamos en la prensa CBR, donde se toma las lecturas de la curva presión – penetración.

Finalmente terminamos realizando un **presupuesto** para una estabilización de suelos de la zona de estudio. Primero se realizará los Metrados correspondientes de todas las vías que se realizará la estabilización para obtener la cantidad de metros cuadrados de vías a estabilizar, seguido de calcular el costo unitario, del cual se deberá calcular el costo del flete terrestre. Finalmente, con los Metrados y costos unitarios obtenidos se procederá calcular el presupuesto final.

Se finalizará obteniendo los resultados para ser procesados y analizados.

#### IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de caracterización de suelos, las pruebas de compactación y de Índice de CBR de suelos con adiciones de ceniza para así obtener el análisis de datos.

##### 4.1. Propuestas de investigación

##### 4.1.1. Análisis Granulométrico Por Tamizado ASTM D422

Tabla 2. Datos obtenidos de la caracterización de las calicatas

Calicata		C-1	C-2	C-3	C-4
Tipo de suelo		Arena	Arena	Arena	Arena
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCCS	SP	SP	SP	SP
	AASHTO	A-3	A-3	A-3	A-3
GRANULOMETRÍA	Grava (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
	Arena (%)	90.72	94.86	86.58	95.06
	Finos (%)	5.16	6.22	2.87	5.60
LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	NP	NP	NP	NP
	LP (%)	NP	NP	NP	NP
INDICE PLASTICO	ÍP (%)	NP	NP	NP	NP
Contenido de Humedad		1.06%	1.58%	1.59%	1.51%

**Nota:** Se presenta las características obtenidas de las calicatas, concluyendo que el tipo de suelo es arena. Según AASHTO es clasificada en A-3 y según SUCCS en SP. El material no presenta gravas, contiene arena en un porcentaje mayor al 86% y lo restante en finos; por otro debido a su naturaleza no presenta límites de consistencia ni índice plástico y su contenido de humedad está presente entre 1.06% y 1.59%.

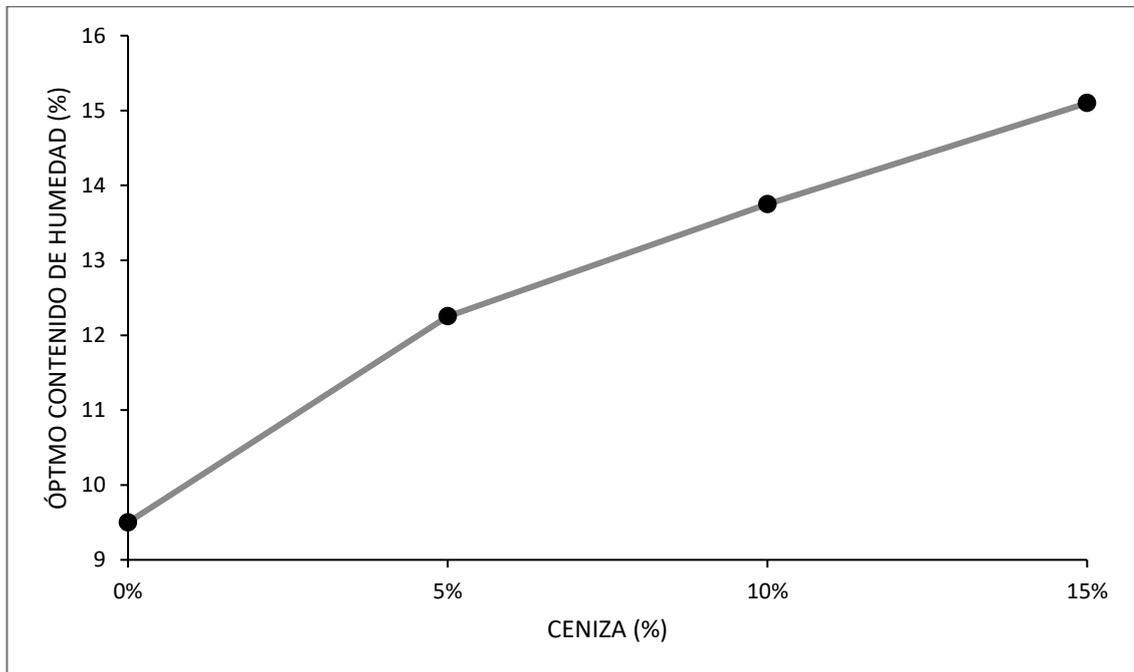
#### 4.1.2. Ensayo Contenido De Humedad ASTM D2216

Tabla 3. Datos de humedad con los diferentes porcentajes de ceniza

CALICATA / CENIZA (%)	0%	5%	10%	15%
C1	10%	12.7%	13.4%	14%
C2	8%	12.8%	14%	14.8%
C3	10%	11%	14.4%	17.5%
C4	10%	12.5%	13.2%	14.1%
PROMEDIO	9.50%	12.25%	13.75%	15.10%

**Nota:** En el siguiente cuadro se muestran los valores del óptimo contenido de humedad obtenidos del ensayo de laboratorio de Proctor Modificado de las muestras de suelo de cada calicata con adición de diferentes porcentajes de ceniza los cuales son 5%, 10% y 15%.

Grafica 2. Gráfica de humedad con los diferentes porcentajes de ceniza



**Nota:** Se logra observar el óptimo contenido de humedad promedio de las calicatas en función al porcentaje de ceniza, se puede apreciar que al aumentar el porcentaje de ceniza los valores van aumentando.

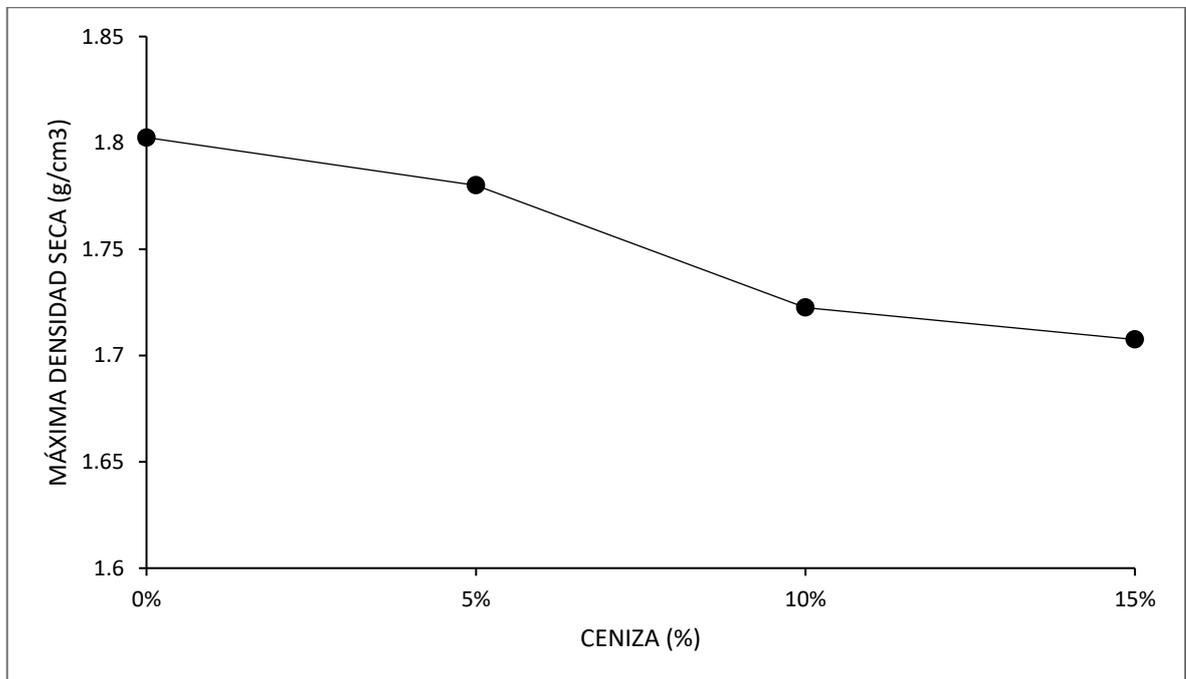
### 4.1.3. Ensayo De Proctor Modificado ASTM D1557

Tabla 4. Datos del MDS con los diferentes porcentajes de ceniza

CALICATA/CENIZA (%)	0%	5%	10%	15%
C1	1.79	1.79	1.74	1.71
C2	1.82	1.76	1.70	1.72
C3	1.82	1.78	1.74	1.67
C4	1.78	1.79	1.71	1.73
PROMEDIO	1.80	1.78	1.72	1.71

**Nota:** Se muestran los valores de la máxima densidad seca en las cuatro calicatas con los diferentes porcentajes de ceniza observando así que los valores disminuyen al aplicar más porcentaje de ceniza, pasando de un promedio de 1.80 g/cm<sup>3</sup> en el suelo natural a 1.71 g/cm<sup>3</sup> con la adición de 15% de ceniza en la muestra.

Grafica 3. Gráfica del MDS con los diferentes porcentajes de ceniza



**Nota:** Se muestran los datos de la máxima densidad seca promedio de todas las calicatas de acuerdo a su porcentaje de ceniza, podemos apreciar que la densidad va en disminución al aplicar más contenido de ceniza.

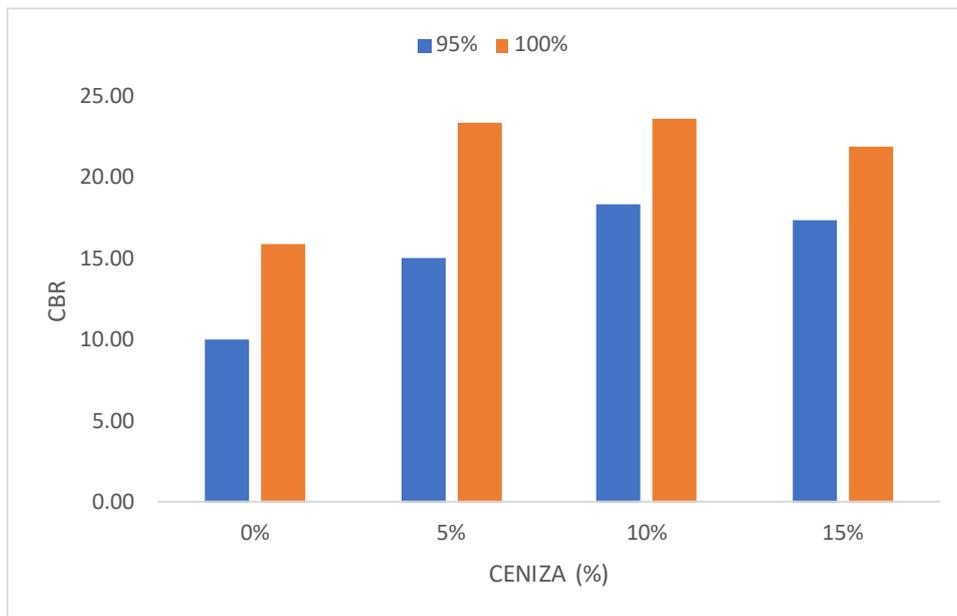
#### 4.1.4. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) ASTM D1883

Tabla 5. Datos del ensayo de CBR con los diferentes porcentajes de ceniza

CALICATA/CENIZA (%)	CBR 95%				CBR 100%			
	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%
C1	4.814	13.597	18.189	15.475	16.066	26.392	24.891	21.82
C2	9.911	15.012	22.801	25.264	15.528	20.536	24.001	26.003
C3	13.292	10.061	13.658	13.337	15.605	16.901	22.085	15.338
C4	12.224	21.614	18.826	15.432	16.611	29.864	23.654	24.743
PROMEDIO	10.060	15.071	18.369	17.377	15.953	23.423	23.658	21.976

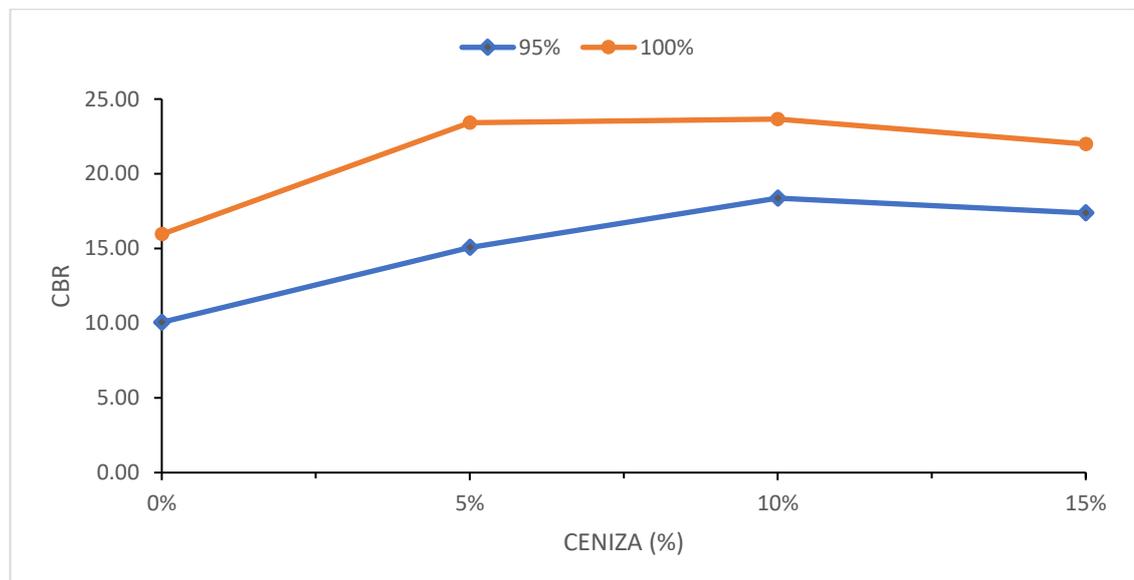
**Nota:** La tabla presentan los datos de CBR obtenidos en diferentes porcentajes de ceniza de bagazo, dando como resultado un mayor valor al adicionar un porcentaje de 10% de ceniza.

**Grafica 4.** Gráfica de los resultados del ensayo de CBR con los diferentes porcentajes de ceniza



**Nota:** Se observa los valores del ensayo de CBR al 95% y al 100%, dando como resultado un mayor valor al adicionar 10% de ceniza tanto al 95% y 100% de CBR.

**Grafica 5.** Gráfica de los resultados de CBR a 95% y 100%



**Nota:** De la gráfica se observa que los CBR de las muestras con porcentajes de 5% y 10% son muy similares, pero el mayor resultado obtenido lo encontramos con la aplicación de 10% de ceniza.

#### 4.1.5. Elaboración del metrado

El Metrado se realizó a todas las vías pertenecientes de los condominios ecológicos de la zona Pur Pur del cual cuenta con una longitud total de 3,100 km, en este caso se utilizó una profundidad de estabilizar de 10 cm, pudiéndose apreciar en la tabla 6.

Tabla 6. Metrado de las vías a estabilizar

VOLUMEN DE TRATAMIENTO				
Ancho de vía (m)	Longitud (m)	Altura(m)	Área (m2)	Volumen (m3)
8	2786.06	0.1	22,288.48	2,228.85
8.68	176.81	0.1	1,534.71	153.47
11.56	137.13	0.1	1,585.22	158.52
TOTAL	3,100.00		25,408.41	2,540.84

**Nota:** Se puede observar en la tabla el total del área a estabilizar del cual es de 25408.41 m<sup>2</sup> y del volumen total que es de 2540.84 m<sup>3</sup>.

Una vez obtenido el volumen total de suelo que se va a realizar el tratamiento de estabilización, haciendo uso del peso específico obtenido de los estudios de suelos, más precisamente del ensayo Proctor modificado, del cual nos dio como resultado de una **densidad seca de 1.80 g/cm<sup>3</sup>** el cual al convertirlo nos da un total de 1,800 kg/m<sup>3</sup>, finalmente el peso del suelo resulta ser de **4.573,524.45 kg**, del cual se puede apreciar en la tabla 7.

Tabla 7. Peso total de tratamiento

PESO TOTAL DE TRATAMIENTO		
Volumen (m3)	Peso específico (kg/m3)	Peso suelo (kg)
2,540.84	1,800.00	4,573,514.45

**Fuente:** Elaboración propia

Usando los resultados del ensayo de laboratorio California Bearing Ratio (CBR) del cual nos dio como resultado un porcentaje óptimo de ceniza de 10%, se calculará el peso total necesario de ceniza que se usará en el tratamiento de todo

el condominio, en este caso nos dio un resultado total de **457,351.44 kg** de ceniza, se puede apreciar en la tabla 8.

*Tabla 8. Peso total de ceniza a utilizar*

PESO DE CENIZA A UTILIZAR		
Peso suelo (kg)	Ceniza (%)	Peso de ceniza (kg)
4,573,514.45	10	457,351.44

**Fuente:** *Elaboración propia*

Con los resultados del ensayo de Proctor modificado, obtuvimos un porcentaje óptimo de agua para un porcentaje de 10% de ceniza de 15% de agua, del cual nos dio como resultado un volumen total de agua de **381.13 m3**, pudiéndose apreciar en la tabla 9.

*Tabla 9. Volumen total de agua a utilizar*

VOLUMEN DE AGUA A UTILIZAR		
Volumen del suelo (m3)	Agua (%)	Volumen de agua (m3)
2,540.84	15	381.13

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### **4.1.6. Elaboración de análisis de Costos Unitarios**

El análisis de costos unitarios sirve con el fin de poder representar el valor de dinero que cuesta producir una unidad de producto. El siguiente presupuesto fue elaborado para el año 2024, si se desea poder emplear el presupuesto en un futuro, se deberá realizar un ajuste en los precios de los materiales y mano de obra.

Para obtener la cantidad de kg de ceniza que se usara para estabilizar un metro cuadrado de suelos, se procedió a dividir el peso total de ceniza obtenida de la tabla 8. Entre el área total a estabilizar, dando un total de **18 kg de ceniza por m2**, los detalles se pueden apreciar en la tabla 10.

Tabla 10. Cantidad de kg de ceniza por m2

CANTIDAD DE KG DE CENIZA A UTILIZAR POR M2		
Peso de ceniza (kg)	Área total (m2)	Peso de ceniza por m2
457,351.44	25,408.41	18.00

**Fuente:** Elaboración propia

Por último, para obtener la cantidad de metros cúbicos de agua necesaria para estabilizar un metro cuadrado de suelos, se dividió el volumen total de agua, obtenida de la tabla 9. Entre el área total de suelo a estabilizar, dando como resultado un total de **0.015 m3 de agua por cada m2**, se puede apreciar el proceso en la tabla 11.

Tabla 11. Cantidad de m3 de agua a utilizar por m2

CANTIDAD DE M3 DE AGUA A UTILIZAR POR M2		
Volumen de agua (m3)	Área total (m2)	Volumen agua (m3)
381.13	25,408.41	0.015

**Fuente:** Elaboración propia

Para poder calcular el costo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, obtenida de la empresa “Agroindustrial Laredo” ubicada en el distrito de laredo – La Libertad se estimó un precio por kg de ceniza de **S/. 0.30** adicionalmente se calculó el costo del flete desde la ubicación de la empresa ubicada en Laredo hasta la zona de estudio ubicado en Pur-Pur, para ello se realizará el método del MTC para el cálculo del flete, se cuenta con los siguientes datos:

<b>Ubicación:</b>	La Libertad - Virú – Pur-Pur
<b>Material:</b>	Ceniza de bagazo de caña de azúcar
<b>Lugar de compra:</b>	Trujillo - Laredo
<b>Distancia (km):</b>	45.5
<b>Obra puntual:</b>	En almacén
<b>Tipo de carga:</b>	Normal

**Tipo** carretera: Asfalto

**M.S.N.M.:** Costa

Primero se deberá calcular la distancia virtual, para ello se hará uso del coeficiente de conversión según el tipo de rodadura, en este caso al estar ubicado cerca de la costa y tener un tipo de carretera asfáltica se obtuvo un valor de conversión de 1.

*Figura 7. Cuadro de factor de conversión según tipo de rodadura*

CONDICIONES DE REGION	TIPOS DE CARRETERA		
	Asfaltado	Afirmado	Sin Afirmar
Costa ó 0 - 1,000 msnm ó gradiente 0 - 3%	1.00	1.58	2.15
Intermedio y Selva ó 1,000 - 2,500 msnm ó gradiente 3 - 5%	1.20	2.10	2.90
Sierra ó 2,500 a más msnm ó gradiente 5 - 7%	1.40	2.80	3.90

**Fuente:** CAPECO

*Tabla 12. Tabla de cálculo de distancia virtual*

Tipo de carretera	Distancia real (Km)	Coeficiente de conversión	Distancia virtual (km)
A	45.5	1	45.5

**Fuente:** Elaboración propia

Luego se procederá a obtener el valor del índice unificado del flete terrestre para este caso el área geográfica de La Libertad es la numero 1, utilizando el cuadro de índices unificados de precios del mes de marzo se obtuvo un total de **555.97**.

*Figura 8. Cuadro de índices unificados de precios del mes de marzo 2024*

**ÍNDICES UNIFICADOS DE PRECIOS DEL MES DE MARZO DEL 2024**  
**ÁREAS GEOGRÁFICAS**

(Base : Julio 1992 = 100)

Cód.	1	2	3	4	5	6	Cód.	1	2	3	4	5	6
01	1307.86	1307.86	1307.86	1307.86	1307.86	1307.86	02	867.76	867.76	867.76	867.76	867.76	867.76
03	897.41	897.41	897.41	897.41	897.41	897.41	04	680.88	1133.98	1247.65	685.37	348.35	921.25
05	512.34	260.39	481.14	649.71	(*)	781.36	06	1311.34	1311.34	1311.34	1311.34	1311.34	1311.34
07	930.64	930.64	930.64	930.64	930.64	930.64	08	1139.29	1139.29	1139.29	1139.29	1139.29	1139.29
09	418.42	418.42	418.42	418.42	418.42	418.42	10	595.78	595.78	595.78	595.78	595.78	595.78
11	264.67	264.67	264.67	264.67	264.67	264.67	12	338.00	338.00	338.00	338.00	338.00	338.00
13	3258.69	3258.69	3258.69	3258.69	3258.69	3258.69	14	335.23	335.23	335.23	335.23	335.23	335.23
17	703.62	872.62	841.69	993.76	790.01	1031.73	16	378.40	378.40	378.40	378.40	378.40	378.40
19	1041.44	1041.44	1041.44	1041.44	1041.44	1041.44	18	444.54	444.54	444.54	444.54	444.54	444.54
21	581.45	559.52	578.01	525.26	578.01	493.04	20	3702.29	3702.29	3702.29	3702.29	3702.29	3702.29
23	572.58	572.58	572.58	572.58	572.58	572.58	22	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
27	851.74	851.74	851.74	851.74	851.74	851.74	24	288.62	288.62	288.62	288.62	288.62	288.62
31	440.22	440.22	440.22	440.22	440.22	440.22	26	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87
33	890.94	890.94	890.94	890.94	890.94	890.94	28	754.76	754.76	754.76	624.91	754.76	754.76
37	379.17	379.17	379.17	379.17	379.17	379.17	30	671.28	671.28	671.28	671.28	671.28	671.28
39	568.63	568.63	568.63	568.63	568.63	568.63	32	555.97	555.97	555.97	555.97	555.97	555.97
41	693.91	693.91	693.91	693.91	693.91	693.91	34	653.42	653.42	653.42	653.42	653.42	653.42
43	907.73	970.77	1172.37	833.08	1513.26	1131.39	38	513.91	1209.15	1078.31	644.14	(*)	773.98
45	428.19	428.19	428.19	428.19	428.19	428.19	40	426.60	619.46	457.69	420.49	272.89	331.41
47	742.39	742.39	742.39	742.39	742.39	742.39	42	394.54	394.54	394.54	394.54	394.54	394.54
49	432.41	432.41	432.41	432.41	432.41	432.41	44	512.97	512.97	512.97	512.97	512.97	512.97
51	493.36	493.36	493.36	493.36	493.36	493.36	46	618.66	618.66	618.66	618.66	618.66	618.66
53	1149.75	1149.75	1149.75	1149.75	1149.75	1149.75	48	402.52	402.52	402.52	402.52	402.52	402.52
55	823.37	823.37	823.37	823.37	823.37	823.37	50	1028.02	1028.02	1028.02	1028.02	1028.02	1028.02
57	520.62	520.62	520.62	520.62	520.62	520.62	52	429.90	429.90	429.90	429.90	429.90	429.90
59	283.67	283.67	283.67	283.67	283.67	283.67	54	565.47	565.47	565.47	565.47	565.47	565.47
61	261.85	261.85	261.85	261.85	261.85	261.85	56	722.14	722.14	722.14	722.14	722.14	722.14
65	295.70	295.70	295.70	295.70	295.70	295.70	60	467.50	467.50	467.50	467.50	467.50	467.50
69	390.74	327.82	428.87	488.52	269.39	444.88	62	574.13	574.13	574.13	574.13	574.13	574.13
71	660.29	660.29	660.29	660.29	660.29	660.29	64	396.18	396.18	396.18	396.18	396.18	396.18
73	750.92	750.92	750.92	750.92	750.92	750.92	66	925.55	925.55	925.55	925.55	925.55	925.55
77	429.89	429.89	429.89	429.89	429.89	429.89	68	435.15	435.15	435.15	435.15	435.15	435.15
							70	218.25	218.25	218.25	218.25	218.25	218.25
							72	592.59	592.59	592.59	592.59	592.59	592.59
							78	642.31	642.31	642.31	642.31	642.31	642.31
							80	128.78	128.78	128.78	128.78	128.78	128.78

(\*) Sin Producción.

**Fuente:** INEI

Por último, se procederá a calcular el flete final siguiendo las siguientes formulas:

**Figura 9. Cuadro de ruta sistema nacional de carreteras**

Rutas Sistema Nacional de Carreteras

A. Carga General	
De 0 a 500 Km virtuales por Ton.Met. De Flete Base	S/. 5.77
Más por Ton.Met. Km virtual	S/. 0.023781
Más 500 Km. virtuales por Ton.Met. Km virtual	S/. 0.035316

A. Carga Líquida	
De 0 a 400 Km virtuales por Ton.Met. De Flete Base	S/. 4.61
Más por Ton.Met. Km virtual	S/. 0.039287
Más 500 Km. virtuales por Ton.Met. Km virtual	S/. 0.050821

**Fuente:** MTC - N.º 027-91-TC/CRTT-T

Cálculo de flete base F.B. (año 91):

$$\text{Flete Base (F.B.)} = \text{Distancia virtual (DV)} * \text{Coeficiente} + \text{S/. 5.77}$$

$$\text{Flete Base (F.B.)} = 45.5\text{km} * \text{S}/.0.023781 * \text{ton/km} + \text{S}/. 5.77$$

$$\text{Flete Base (F.B.)} = \text{S}/. 6.852 \text{ ton}$$

Cálculo de flete actualizado (F.A.):

$$K = \frac{\text{Ind. Precios Flete INEI}}{65.32}$$

$$K = \frac{555.97}{65.32}$$

$$K = 8.511$$

$$\text{Flete Actualizado (F.A.)} = F.B.* K$$

$$\text{Flete Actualizado (F.A.)} = S/. 6.852 * 8.511$$

$$\text{Flete Actualizado (F.A.)} = S/. 58.3209 * \text{ton}$$

$$\text{Flete Actualizado (F.A.)} = S/. 0.058 * \text{kg}$$

El flete final para el transporte de ceniza de bagazo de caña de azúcar, desde laredo hasta el condominio ecológico dunas de Pur-Pur dio como resultado **S/. 0.058 por kg.**

A este precio se le agregara S/. 0.30 por kg como precio base de cada kilogramo de ceniza dando un precio de **S/. 0.358 por kg.**

Figura 10. Cuadro de costo de hora hombre

**COSTO DE HORA HOMBRE EN OBRAS DE EDIFICACIÓN  
(VIGENTE AL 1 DE JUNIO DE 2023)**

ITEM	CONCEPTOS	CATEGORÍA		
		OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
1.00	REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (RB) (vigente del 01.06.2023 al 31.05.2024)	84.70	66.45	59.80
2.00	BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) (vigente del 01.06.2023 al 31.05.2024)	27.10	19.94	17.94
3.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB (113.59%)	96.21	75.48	67.93
4.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE EL BUC (12.00%)	3.25	2.39	2.15
5.00	BONIFICACIÓN POR MOVILIDAD	8,00	8,00	8,00
6.00	OVEROL (2 und. anuales)	0.43	0.43	0.43
	<b>COSTO DÍA HOMBRE ( DH )</b>	<b>219.69</b>	<b>172.69</b>	<b>156.25</b>
	<b>COSTO HORA HOMBRE ( HH )</b>	<b>27.46</b>	<b>21.59</b>	<b>19.53</b>

Fuente: Revista Costos

Figura 11. Tabla de porcentajes de leyes y beneficios sociales sobre la remuneración básica

**TABLA DE PORCENTAJES DE LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES EN EDIFICACIÓN APLICABLES SOBRE LA REMUNERACIÓN BÁSICA, BUC y BAE VIGENTE AL 1 DE JUNIO DEL 2023**

Con la finalidad de establecer el criterio general sobre la determinación de la incidencia de leyes y beneficios sociales que afectan al jornal o remuneraciones de los trabajadores de construcción civil aplicable sobre el jornal o remuneración básica, la Bonificación Unificada de Construcción (BUC) y la Bonificación por Alta Especialización (BAE) para el rubro de Edificación.

ITEM	CONCEPTO	%	PORCENTAJE DE L.S. y B.S. APLICABLES	
			REMUNERACION BASICA	BUC y BAE
<b>1,00</b>	<b>PORCENTAJES ESTABLECIDOS</b>			
1,01	Indemnización			
	a) Por tiempo de servicios		12,00	
	b) Por participación de utilidades		3,00	
1,02	Seguro Complementario de Riesgo ( D.S. N° 003-98-TR )			
	a) Asistenciales (Essalud o EPS)		1,30	1,30
	b) Económicas (ONP o Seguro Privado)*		1,70	1,70
1,03	Regimen de Prestaciones de Salud		9,00	9,00
<b>2,00</b>	<b>PORCENTAJES DEDUCIDOS</b>			
2,01	Salario Dominical		17,46	
2,02	Vacaciones record ( 30 días )		11,54	
2,03	Gratificación de Fiestas Patrias y Navidad		22,22	
2,04	Jornales por días Feriados no laborables		3,77	
2,05	Asignación Escolar ( promedio 3 hijos )		25,00	
<b>3,00</b>	<b>REGIMEN DE PRESTACIONES DE SALUD</b>	<b>9,00</b>		
3,01	Salario Dominical sobre 17.46%		1,57	
3,02	Vacaciones record sobre 11.54%		1,04	
3,03	Gratificaciones sobre 22.22%		2,00	
3,04	Jornales por días Feriados no laborables sobre 3,77%		0,34	
<b>4,00</b>	<b>SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO ( D.S. N° 003-98-TR )</b>	<b>3,00</b>		
4,01	Salario Dominical sobre 17.46%		0,52	
4,02	Vacaciones record sobre 11.54%		0,35	
4,03	Gratificaciones sobre 22.22%		0,67	
4,04	Jornales por días Feriados no laborables sobre 3.77%		0,11	
	<b>PORCENTAJE TOTAL DE L.S y B.S.</b>		<b>113,59</b>	<b>12,00</b>

Fuente: Revista Costos

Tabla 13. Costo unitario para la estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar

Partida	<b>01.01.01 ESTABILIZACION QUIMICA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR</b>							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	MO.	<b>3,000.00</b>	EQ.	<b>3,000.00</b>	Costo unitario directo por: m2		<b>8.94</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción del recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0027	27.46	0.07
0147010004	PEON			hh	4.0000	0.0107	21.59	0.23
<b>0.30</b>								
<b>Materiales</b>								
0221000095	CENIZA DE BAGADO DE CAÑA DE AZUCAR			kg		18.0000	0.36	6.45
0221000003	AGUA			m3		0.0150	5.00	0.08
<b>6.52</b>								
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.30	0.91
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 ton			hm	1.0000	0.0027	150.00	0.40
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP			hm	1.0000	0.0027	200.00	0.53
0349090008	CAMION CISTERNA DE AGUA 5,000 GL			hm	1.0000	0.0027	100.00	0.27
<b>2.11</b>								

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.1.7. Elaboración del presupuesto final

El presupuesto final nos dio como resultado una suma total de S/.294,804.60 teniendo en cuenta un porcentaje de gastos generales del 5% y una utilidad del 5% como se puede ver en la tabla 14.

Tabla 14. Presupuesto final

Presupuesto	0301001	CONDOMINIOS ECOLOGICOS DUNAS DE PUR PUR				
Subpresupuesto	001	CONDOMINIOS ECOLOGICOS DUNAS DE PUR PUR				
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO			Costo al	13/05/2024	
Lugar	VIRU-VIRU - LA LIBERTAD					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
01	CONDOMINIOS ECOLOGICOS DUNAS DE PUR PUR				227,122.19	
01.01	ESTABILIZACION DE SUELOS				227,122.19	
01.01.01	ESTABILIZACION QUIMICA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	m2	25,408.41	8.94	227,122.19	
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>227,122.19</b>	
	<b>GASTOS GENERALES (5%)</b>				<b>11,356.11</b>	
	<b>UTILIDAD (5%)</b>				<b>11,356.11</b>	
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>249,834.41</b>	
	<b>IGV (18%)</b>				<b>44,970.19</b>	
	<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>				<b>294,804.60</b>	

SON: DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL OCHOSCIENTOS CUATRO Y 60/100 NUEVOS SOLES

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2. Análisis e interpretación de resultados

Para la caracterización de suelos que se realizó a las muestras de las calicatas extraídas en campo se determinó que no presenta gravas, es un suelo arenoso con porcentaje promedio de 91.81% y el resto en finos, clasificándose según AASHTO un suelo A-3 y para SUCS en SP. Para este tipo de suelos no presentan límite líquido ni límite plástico, por lo que su índice de plasticidad es nulo.

La máxima densidad seca disminuye al aplicar más porcentaje de ceniza a la muestra obteniendo resultados en promedio de 1.80 g/cm<sup>3</sup> en suelo natural y a un 1.71 g/cm<sup>3</sup> al aplicar 15% de ceniza, la humedad al contrario aumenta su porcentaje conforme aumenta el contenido de ceniza, resultando de un porcentaje promedio de 9.50% en suelo natural a 15.10% de humedad al aplicar 15% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Con respecto al CBR, la aplicación de ceniza refuerza la capacidad portante del suelo significativamente, teniendo en cuenta que el CBR del suelo natural es de 15.96% considerándose una subrasante buena, el CBR del suelo con ceniza en un 5% es de 23.42%, al 10% de agregado de ceniza es de 23.66% y al 15% de ceniza es de 21.98%. Los valores del índice de CBR al 5% y 10% de ceniza son muy similares, sin embargo, el 10% de ceniza sería su óptimo contenido para un mayor valor del índice de CBR. Agregando los porcentajes de ceniza considerados en la investigación hacemos que el suelo tenga una categoría de subrasante muy buena.

El presupuesto dio un resultado de S/. 294,804.60 en el costo de estabilización de suelos siendo una alternativa muy económica a fin de poder estabilizar 3.1km de vías sin pavimentar.

Los resultados son favorables para el mejoramiento del suelo y esto beneficia considerablemente con el impacto ambiental debido a que la

ceniza es un material orgánico y muy económico a comparación con otros aditivos como el cemento.

## **V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Debido a los resultados de los índices de CBR, las características del material mejoraron al aplicar la ceniza de bagazo de caña de azúcar tales como la capacidad de soporte a comparación del suelo extraído inicialmente, ahora bien, haciendo comparaciones con los antecedentes podemos analizar que:

La investigadora Ricra C. en su investigación concluyó que la aplicación de la ceniza de caña de bagazo refuerza considerablemente en su capacidad de soporte a su suelo tropical, más aún si el porcentaje de ceniza aplicado es del 15% pasando de un CBR del 6.1% en suelo natural al 38.9% con el agregado del 15% en ceniza al 100% de MDS. A su vez concluye que la máxima densidad seca y su humedad óptima no tiene influencia significativa al hacer uso de ceniza como estabilizador. Tomando sus resultados y haciendo comparativas con nuestra investigación podemos visualizar que los resultados obtenidos son similares en respecto al mejoramiento en la capacidad portante del suelo, sin embargo, nuestro mejor porcentaje de ceniza para el mejoramiento de nuestro suelo es del 10%. Al aplicar 15% de ceniza el CBR obtenido es de 22% siendo menor a comparación con el 10% que es de 23.7% al 100% de MDS.

La investigadora Peralta S. en su investigación concluyes que el compuesto químico de sílice de la ceniza al mezclarse con el suelo arcilloso mejora potencialmente al reforzar su capacidad portante, pero también la sílice de la ceniza puede reforzar el cemento y morteros. También su máxima densidad seca se reduce y su contenido de humedad aumenta reflejando esto en un mejoramiento en su CBR, más aún si se le aplica porcentajes de cal hidratada como el 1% de ésta, haciendo que la energía de compactación del suelo disminuya. Con respecto a los resultados del CBR del suelo se concluye que la subrasante es pobre con 4.14% de CBR en su suelo natural, sin embargo, al adicionar ceniza de gabazo el valor de su CBR se ve mejorada llegando a obtener 9.15% con el uso de 20% de

ceniza, pasando a ser un suelo regular. Sin embargo, al aplicar 1% de cal hidratada a la mezcla de suelo con ceniza al 15%, el valor de su CBR llega a ser de 14.20% demostrando que la adición de cal potencia la eficacia de la ceniza. Los resultados de nuestra investigación son similares, la máxima densidad seca de nuestra muestra disminuye con la aplicación de ceniza pasando de 1.8 g/cm<sup>3</sup> a 1.7 g/cm<sup>3</sup> y la humedad aumenta de un 9.5% en suelo natural a un 15.1% con la aplicación de ceniza en un 15%. Con respecto al CBR nuestro suelo obtiene un CBR de 15.5% siendo considerado un suelo con subrasante buena y al aplicar ceniza potenciamos su capacidad portante con un 23.6% de CBR al 100% de MDS haciendo que la subrasante sea categorizada como muy buena.

Los investigadores Gutiérrez J. y Romero J. para su investigación concluyeron que la aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora las propiedades mecánicas del suelo obteniendo como porcentaje óptimo de ceniza un 20%, haciendo que el suelo mejore con una subrasante inadecuada con un CBR de diseño de 1.59% a un suelo con subrasante buena con un CBR promedio de 12.57% resultando una mejora de más de 10 veces su CBR inicial. Los resultados de nuestra investigación dieron como porcentaje óptimo de ceniza en un 10% a comparación, con un CBR de 22.6% haciendo que la subrasante también se categorice como muy buen, pero su mejoramiento no es tan impactante a comparación.

Los investigadores Rodríguez V. y Silva J. para su investigación concluyeron que la adición del aditivo de cemento portland de tipo I más la adición de Cal Hidratada aumentaron en un 29.5% la capacidad de soporte de su suelo con 35.06% en finos. A comparación con nuestra investigación, la capacidad portante de nuestro suelo mejoro en 7.7%, sin embargo, nuestro suelo es inicialmente arenosa con un 91.8% en finos y el costo de la ceniza es considerablemente económica a comparación con el cemento portland tipo I y su alta demanda.

## VI. CONCLUSIONES

- El añadido de ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora notoriamente el índice de CBR de un promedio de 15% a un promedio de 23%, obteniendo un nuevo suelo bueno.
- Caracterizando el suelo podemos concluir que no presenta gravas, tiene un máximo de 95.1% de arenas y un máximo de 5.6% en finos, se clasifica como un suelo A-3 según AASHTO y según SUCS en SP, no presenta límites de consistencia ni índice plástico y presenta un contenido de humedad promedio de 1.44%.
- Los índices de CBR para un porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar en un 5% es de 23.42, para un 10% es de 23.66 y para un 15% es de 21.8% al 100% de la MDS.
- Se concluye que el mejor porcentaje de agregado de ceniza de bagazo de caña de azúcar es de 10% dando como índice de CBR de un 23.6% al 100% de la MDS, mejorando así su capacidad portante.
- El costo unitario por m<sup>2</sup> es de S/. 8.94 y el presupuesto total dio como resultado S/. 294,804.60, siendo así una alternativa económica a tener en cuenta.

## VII. RECOMENDACIONES

- Las cenizas de bagazo de caña de azúcar tienen efectos positivos con las propiedades de los suelos y es por ello que se sugiere evaluar distintos tipos de cenizas en futuras investigaciones, ya que muchas de estas son consideradas material de desperdicio.
- Se recomienda evaluar otras propiedades ingenieriles del suelo con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y estimar los efectos que causan en éstos, como la permeabilidad y la estabilidad del suelo.
- Se debe considerar realizar otros estudios de suelos con distintos porcentajes de ceniza en rangos mayores al 5% para determinar con mejor precisión el cálculo del mejoramiento de las propiedades de los suelos. También apreciar aplicar más de tres porcentajes de uso de ceniza en los estudios de futuras investigaciones.
- Es conveniente realizar otros estudios de suelos junto con distintos tipos de aditivos, como podría ser la cal, con el fin de poder comparar sus resultados con los obtenidos mediante el uso de la ceniza.
- La ceniza de bagazo de caña de azúcar es considerada en su mayoría como desperdicio, lo cual lo convierte en un material idóneo como uso rentable y sustituto de otros aditivos de mayor costo. Por lo tanto, su implementación es considerado como económico y positivamente ecológico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulkadir T., Oyejobi D. y Lawal A. (2014) *EVALUATION OF SUGARCANE BAGASSE ASH AS A REPLACEMENT FOR CEMENT IN CONCRETE WORKS*, Nigeria: University of Ilorin
- Braja M. Das. (2012) *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones: Cengage Lear Ning.*
- Capuñay Aguirre, Christiaan Eduardo y Pastor Olascuaga, Cristian Jharol (2020) *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA EN LOS PAVIMENTOS DE CHIMBOTE.*
- Crespo Villalaz (2004) *Mecánica de suelos y cimentaciones*, México: Limusa.
- Coronel Naranjo, Kateryn Isamar (2020) *ESTABILIZACIÓN DE UN TALUD COMPUESTO POR SUELO EXPANSIVO INCORPORANDO CENIZA VOLCÁNICA.*
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (1998) *SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)*, NTP. 339.089, Lima: INDECOPI.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (1999) *MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO*, NTP. 339.127, Lima: INDECOPI.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (1999) *SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)*, NTP. 339.134, Lima: INDECOPI.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (1999) *SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de*

*California) de suelos compactados en el laboratorio NTP. 339.145, Lima: INDECOPI.*

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (1999)  
*SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2,700Kn-m/m<sup>3</sup>(56,000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)) NTP. 339.141, Lima: INDECOPI.*

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (1999)  
*SUELOS. Método de ensayo para análisis granulométrico NTP. 339.128, Lima: INDECOPI.*

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (1999)  
*SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos NTP.339.129, Lima: INDECOPI.*

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (2013)  
*AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global NTP.400.012, Lima: INDECOPI.*

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (1999)  
*SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte NTP.339.135, Lima: INDECOPI.*

Diana V., Janneth Torres y Luis O. González (2014) *CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA ELABORACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN: ESTUDIO PRELIMINAR, Palmira: Universidad Nacional de Colombia*

Hanna Sarosh, Ameer Suhail, Rasna Mariyam, Tishana K. y Rashida P. (2021) *Soil Stabilization using Lime and Sugarcane Bagasse Ash, India: International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*

Gutiérrez Montoya, Jesús Julinho y Romero Costilla, Johan Andrés (2022) *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE BAGAZO DE*

*CAÑA DE AZÚCAR EN EL DISTRITO DE PAIJÁN – ASCOPE – LA LIBERTAD – 2022.*

Gonzalo Duque y Escobar Potes. (2016) *Geomecánica, Colombia: Universidad nacional de Colombia.*

Gallo Vaca, Juan Francisco (2022) *ANÁLISIS DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS UTILIZANDO HORMIGÓN ASFALTICO RECICLADO, CENIZA DEL GABAZO DE CAÑA DE AZUCAR PARA LA SUBRASANTE DE LOS PAVIMENTOS.*

Jorge Barroso, Félix Barrera, Hippolyte Amaveda y Antonio Lozano (2003) *On the optimization of boiler efficiency using bagasse as fuel, Matanzas: CECYEN, Universidad de Matanzas*

Juárez Badillo, Rico Rodríguez. (2011) *Mecánica de suelos. Mexico DF: EDITORIAL LIMUSA S.A.*

Juan Pablo Carrera, Enrique Loyola y Silvia Iglesias. (2010) *Impacto Ambiental Ocasionado por la Quema de la Caña de Azúcar en Laredo – Trujillo, Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos*

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014), *Manual De Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos. Sección: Suelos Y Pavimentos.*

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018) *Diseño Geométrico.*

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2002) *Anexos del Decreto Supremo N° 049-2002-MTC.*

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006) *CE.020 Suelos y Taludes DS N° 017-2012.*

Peralta Tingal, Sandra Paola. (2023) *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.*

Prada Torres, Juan Carlos (2023) *ESTABILIZACIÓN DEL SUELO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS.*

Ricra Huaman, Carmen Sara (2022) *ADICIÓN DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS TROPICALES EN*

*EL CENTRO POBLADO NARANJAL, SELVA CENTRAL – 2021.*

Rodriguez Yupanqui, Veronika Yoselyn y Silva Alcantara, Jordy Kelvin (2019) *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ADICIONANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I MAS CAL HIDRATADA EN VIAS AFIRMADAS, PARA EL CENTRO POBLADO ALTO TRUJILLO, EL PORVENIR - LA LIBERTAD.*

R.Srinivasan y K.Sathiya (2010) *Experimental Study on Bagasse Ash in Concrete, Tamilnadu: International Journal for Service Learning in Engineering*

## **ANEXOS**

**ANEXOS 1: Instrumentos de recolección de datos**

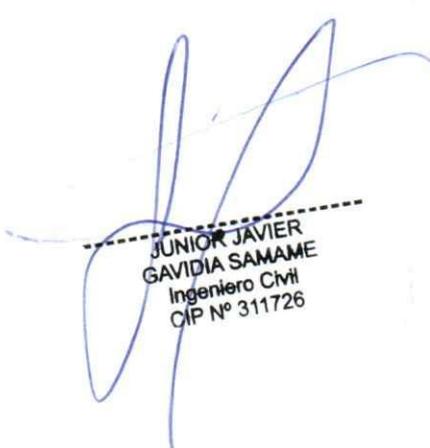
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



**ASTM D2216 ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA: C1

CALICATA C-01		
CARACTERISTICAS		C-01
1. Peso de recipiente	grs	93.50
2. Peso recipiente + muestra húmeda	grs	724.10
3. Peso recipiente + muestra seca	grs	717.50
4. Peso de agua	cc	6.60
5. Peso de la muestra seca neta	grs	624.00
6. Contenido de humedad	%	1.06

  
-----  
JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D2216 ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA: C2

CALICATA C-02		
CARACTERISTICAS		C-02
1. Peso de recipiente	grs	99.10
2. Peso recipiente + muestra húmeda	grs	746.80
3. Peso recipiente + muestra seca	grs	736.70
4. Peso de agua	cc	10.10
5. Peso de la muestra seca neta	grs	637.60
6. Contenido de humedad	%	1.58

JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D2216 ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA: C3

CALICATA C-03		
CARACTERISTICAS		C-03
1. Peso de recipiente	grs	198.50
2. Peso recipiente + muestra húmeda	grs	755.10
3. Peso recipiente + muestra seca	grs	746.40
4. Peso de agua	cc	8.70
5. Peso de la muestra seca neta	grs	547.90
6. Contenido de humedad	%	1.59

  
JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 311726

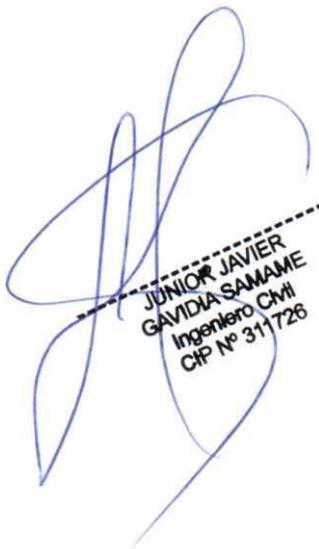
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D2216 ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA: C4

CALICATA C-04		
CARACTERISTICAS		C-04
1. Peso de recipiente	grs	165.40
2. Peso recipiente + muestra húmeda	grs	688.10
3. Peso recipiente + muestra seca	grs	680.30
4. Peso de agua	cc	7.80
5. Peso de la muestra seca neta	grs	514.90
6. Contenido de humedad	%	1.51

  
JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726

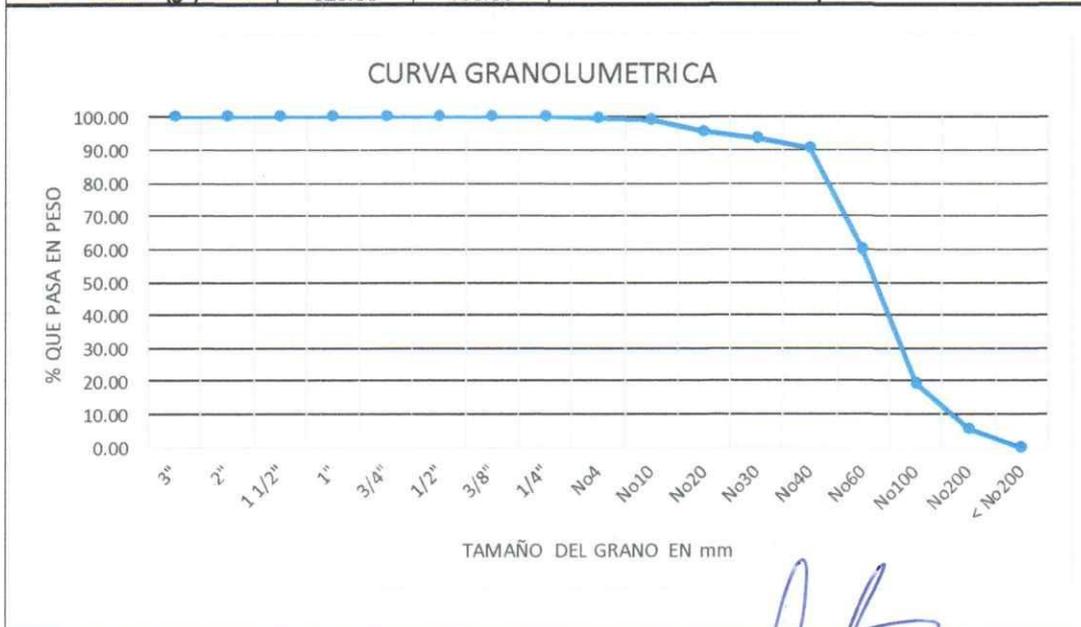
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**ASTM D422-63 ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA: C1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	%ACUMULADO		MATERIA OBTENIDO
				RETENIDO	PASA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA GRUESA
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA FINA
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	ARENA
No4	4.760	0.70	0.11	0.11	99.89	
No10	2.000	4.50	0.72	0.83	99.17	
No20	0.840	23.10	3.70	4.54	95.46	
No30	0.590	12.40	1.99	6.52	93.48	
No40	0.420	17.20	2.76	9.28	90.72	
No60	0.250	191.50	30.69	39.97	60.03	
No100	0.149	253.60	40.65	80.62	19.38	
No200	0.074	88.70	14.22	94.84	5.16	
< No200	Fondo	32.20	5.16	100.00	0.00	LIMOS
<b>TOTAL (gr)</b>		623.90	100.00			



  
**JUNIOR JAVIER GAVIDIA SAMAME**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

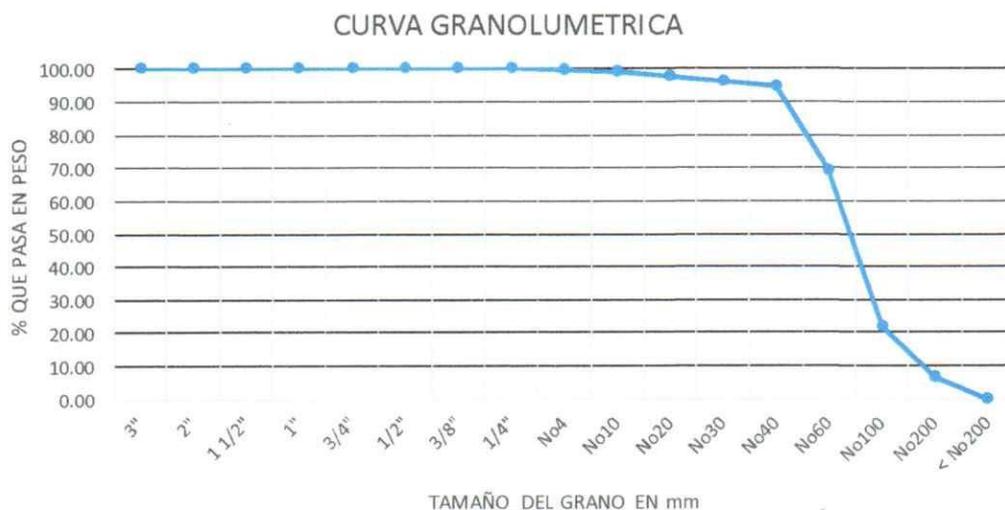
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**ASTM D422-63 ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA: C2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	%ACUMULADO		MATERIA OBTENIDO
				RETENIDO	PASA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA GRUESA
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA FINA
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	ARENA
No4	4.760	0.80	0.13	0.13	99.87	
No10	2.000	2.70	0.42	0.55	99.45	
No20	0.840	12.20	1.91	2.46	97.54	
No30	0.590	8.10	1.27	3.73	96.27	
No40	0.420	9.00	1.41	5.14	94.86	
No60	0.250	165.30	25.91	31.06	68.94	
No100	0.149	300.70	47.14	78.19	21.81	
No200	0.074	99.40	15.58	93.78	6.22	LIMOS
< No200	Fondo	39.70	6.22	100.00	0.00	
<b>TOTAL (gr)</b>		637.90	100.00			



  
**JUNIOR JAVIER GAVIDIA SAMAME**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**ASTM D422-63 ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA: C3

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	%ACUMULADO		MATERIA OBTENIDO
				RETENIDO	PASA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA GRUESA
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA FINA
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	ARENA
No4	4.760	11.10	2.03	2.03	97.97	
No10	2.000	10.50	1.92	3.94	96.06	
No20	0.840	19.40	3.54	7.49	92.51	
No30	0.590	13.80	2.52	10.01	89.99	
No40	0.420	18.70	3.41	13.42	86.58	
No60	0.250	247.90	45.26	58.68	41.32	
No100	0.149	157.30	28.72	87.40	12.60	
No200	0.074	53.30	9.73	97.13	2.87	
< No200	Fondo	15.70	2.87	100.00	0.00	
<b>TOTAL (gr)</b>		547.70	100.00			



  
**JUNIOR JAVIER**  
**GAVIDIA SAMAME**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

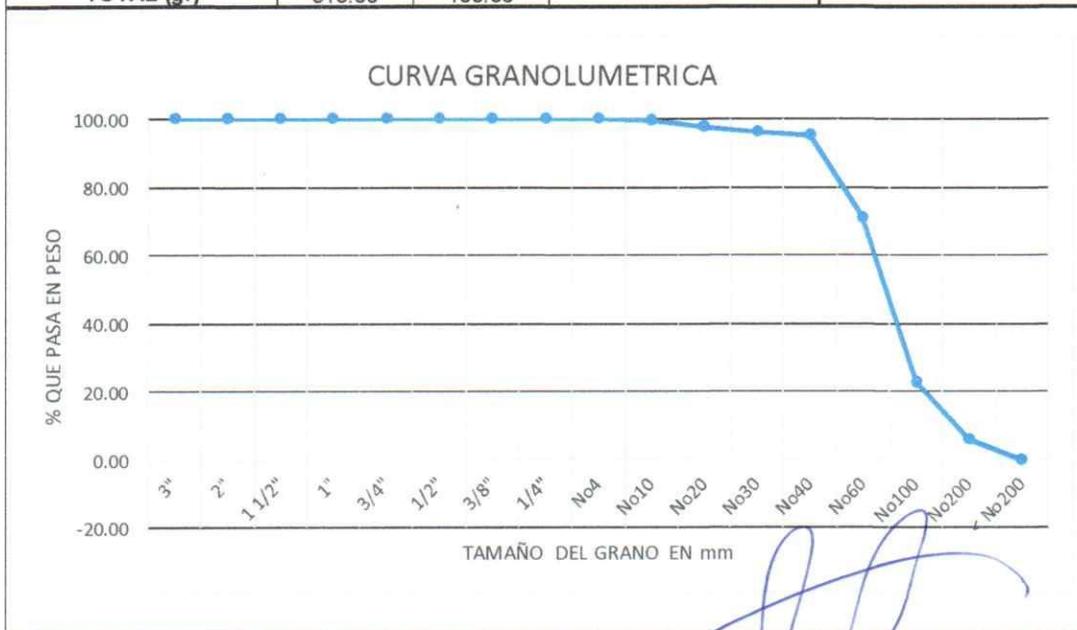
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**ASTM D422-63 ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

MUESTRA: C4

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	%ACUMULADO		MATERIA OBTENIDO
				RETENIDO	PASA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA GRUESA
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA FINA
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.760	0.10	0.02	0.02	99.98	ARENA GRUESA
No10	2.000	2.10	0.41	0.43	99.57	
No20	0.840	9.80	1.91	2.34	97.66	
No30	0.590	6.40	1.25	3.58	96.42	
No40	0.420	7.00	1.36	4.94	95.06	ARENA MEDIA
No60	0.250	123.70	24.07	29.01	70.99	
No100	0.149	248.30	48.32	77.33	22.67	
No200	0.074	87.70	17.07	94.40	5.60	ARENA FINA
< No200	Fondo	28.80	5.60	100.00	0.00	
<b>TOTAL (gr)</b>		513.90	100.00			<b>LIMOS</b>



  
**JUNIOR JAVIER GAVIDIA SAMAME**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

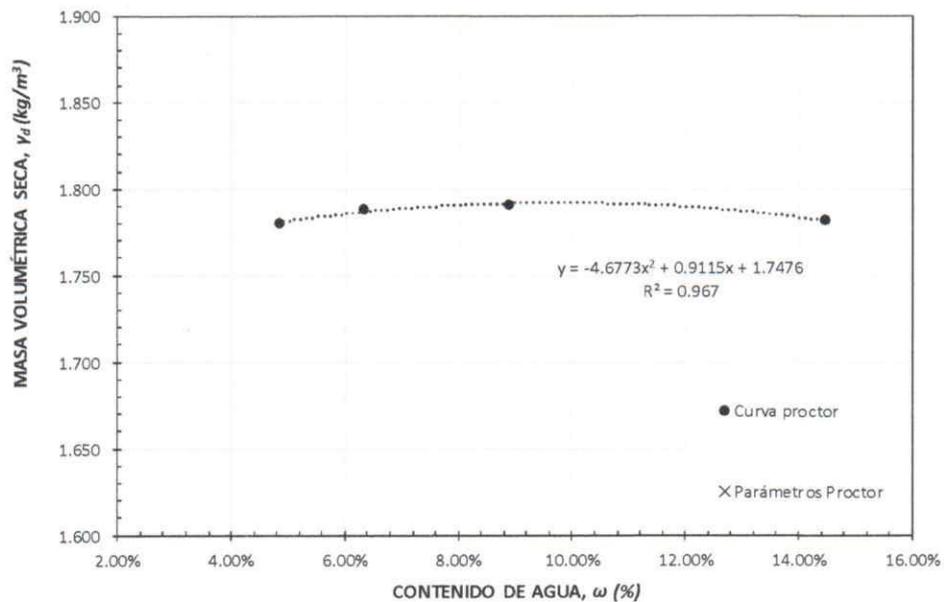
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C1

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3878.80	3878.80	3878.80	3878.80
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5631.30	5664.00	5710.20	5794.00
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1752.50	1785.20	1831.40	1915.20
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.866	1.901	1.950	2.040
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.780	1.788	1.791	1.782
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	52.80	55.80	51.90	36.30
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	83.10	94.40	77.60	103.50
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	81.70	92.10	75.50	95.00
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	30.30	38.60	25.70	67.20
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	28.90	36.30	23.60	58.70
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	4.84%	6.34%	8.90%	14.48%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%):  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dm\acute{a}x}$  (kg/m<sup>3</sup>):

10%  
 1.79

JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

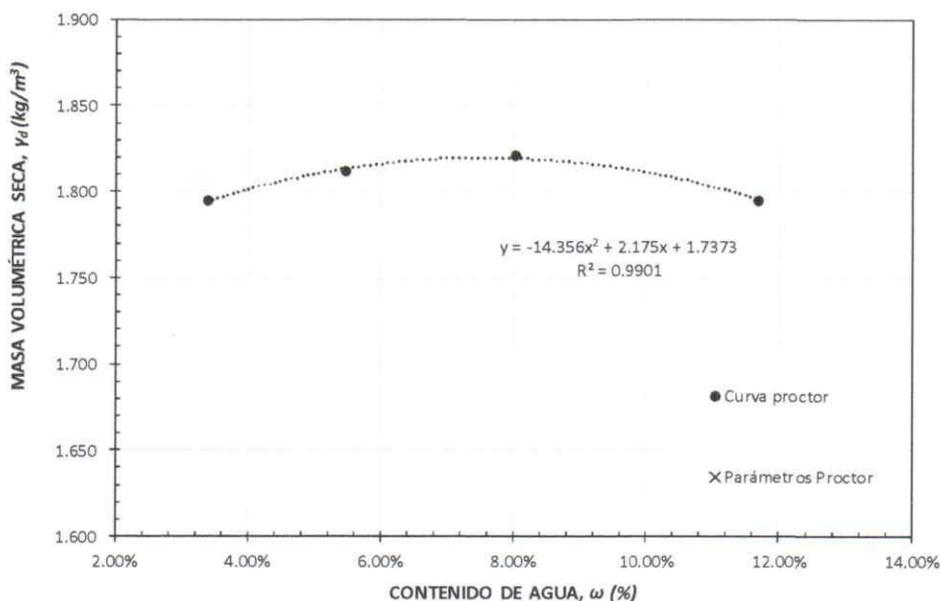
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C2

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3878.80	3878.80	3878.80	3878.80
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5621.60	5673.00	5725.50	5761.40
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1742.80	1794.20	1846.70	1882.60
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.856	1.911	1.967	2.005
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.795	1.812	1.821	1.795
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	53.00	55.80	52.20	55.80
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	77.40	90.50	107.40	121.70
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	76.60	88.70	103.30	114.80
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	24.40	34.70	55.20	65.90
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	23.60	32.90	51.10	59.00
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	3.39%	5.47%	8.02%	11.69%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 8%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{d\max}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.82

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

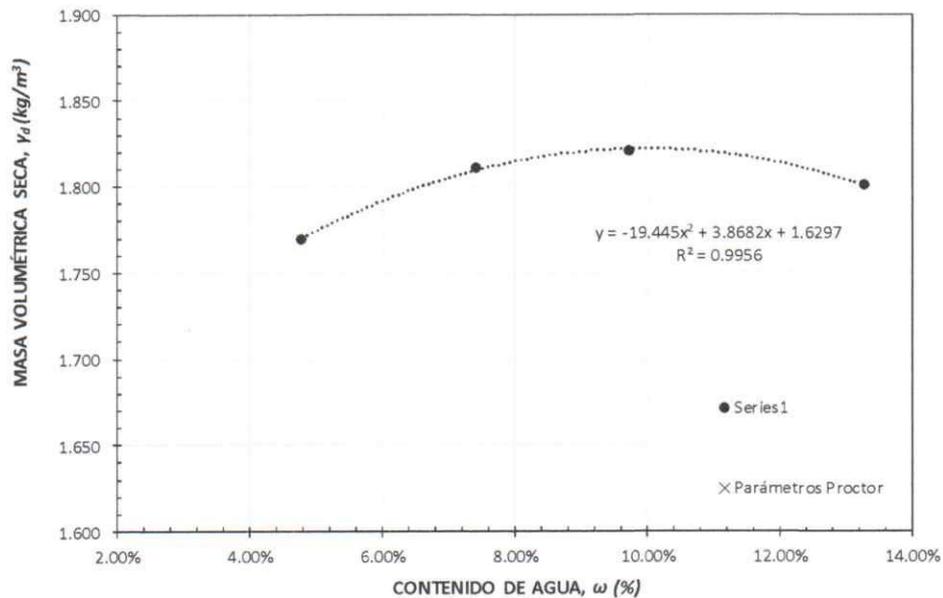
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C3

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	4164.80	4164.80	4164.80	4164.80
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5905.60	5991.40	6040.10	6080.30
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1740.80	1826.60	1875.30	1915.50
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.854	1.945	1.997	2.040
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.769	1.811	1.820	1.801
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	38.20	39.40	38.00	36.20
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	79.90	81.50	87.70	113.00
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	78.00	78.60	83.30	104.00
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	41.70	42.10	49.70	76.80
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	39.80	39.20	45.30	67.80
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	4.77%	7.40%	9.71%	13.27%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 10%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{d\text{máx}}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.82

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

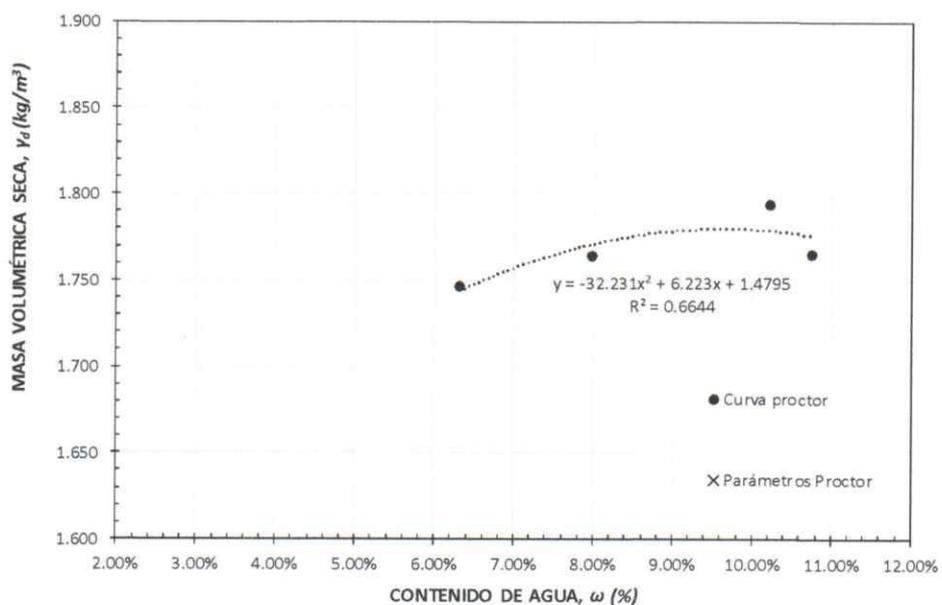
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C4

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3878.80	3878.80	3878.80	3878.80
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5604.00	5648.50	5715.50	5695.50
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1725.20	1769.70	1836.70	1816.70
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	929.1	929.1	929.1	929.1
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.857	1.905	1.977	1.955
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.746	1.764	1.794	1.765
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	100.40	102.70	101.60	101.60
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	356.10	415.20	369.30	369.30
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	340.90	392.10	344.50	343.30
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	255.70	312.50	267.70	267.70
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	240.50	289.40	242.90	241.70
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	6.32%	7.98%	10.21%	10.76%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 10%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{d\text{máx}}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.78

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

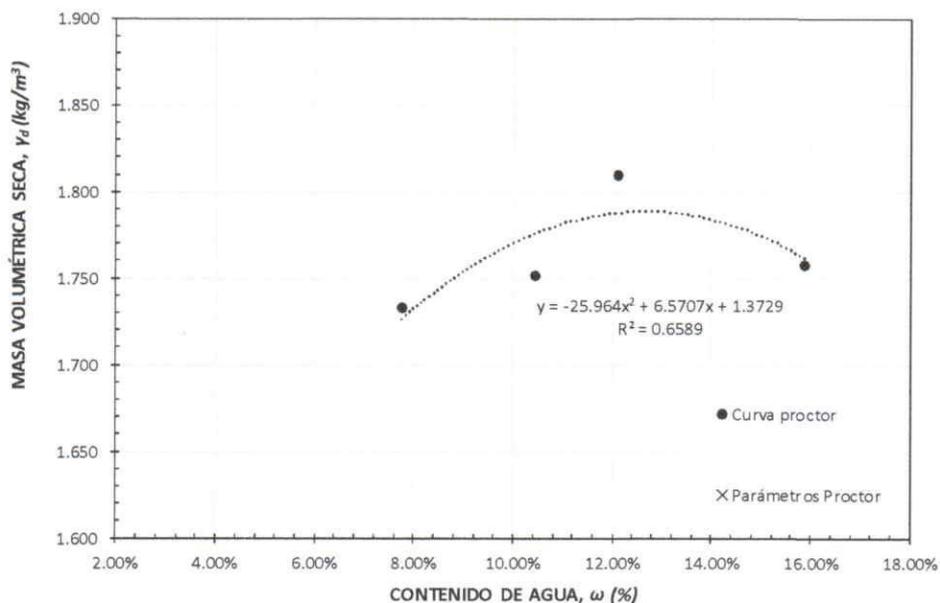
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



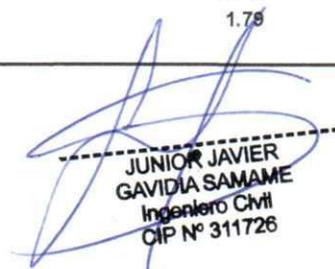
ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C1+5% CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3871.50	3871.50	3871.50	3871.50
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5624.70	5687.90	5775.90	5784.50
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1753.20	1816.40	1904.40	1913.00
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.867	1.934	2.028	2.037
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.733	1.752	1.809	1.758
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	39.91	13.86	20.85	13.50
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	136.29	105.94	123.63	114.90
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	129.35	97.24	112.54	101.00
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	96.38	92.08	102.78	101.40
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	89.44	83.38	91.69	87.50
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	7.76%	10.43%	12.10%	15.89%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 12.7%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dm\acute{a}x}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.75

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

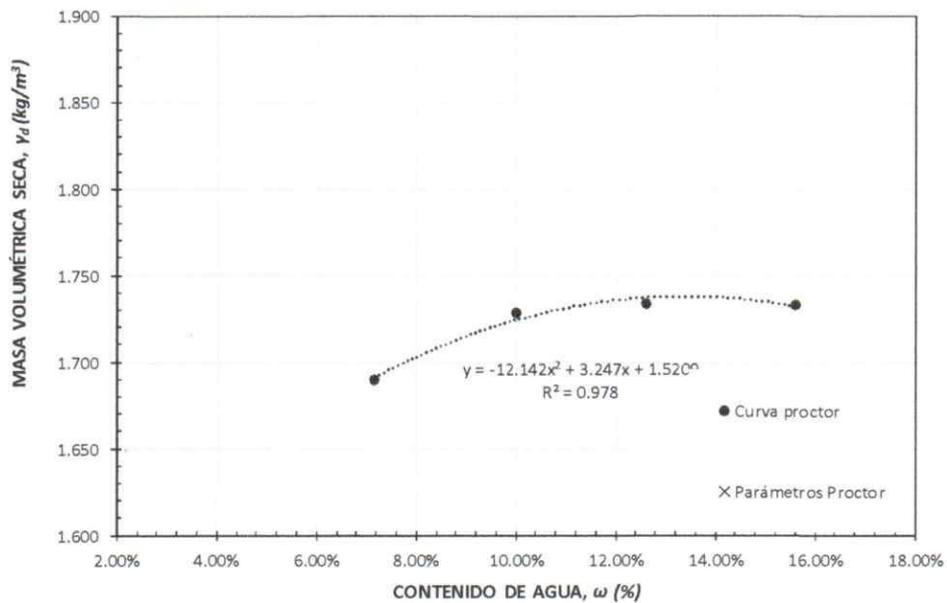
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C1+10CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3871.50	3871.50	3871.50	3871.50
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5572.00	5656.50	5704.80	5752.80
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1700.50	1785.00	1833.30	1881.30
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.811	1.901	1.952	2.004
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.690	1.728	1.734	1.733
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	13.50	13.60	39.80	42.20
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	103.30	102.60	149.60	174.00
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	97.30	94.50	137.30	156.20
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	89.80	89.00	109.80	131.80
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	83.80	80.90	97.50	114.00
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	7.16%	10.01%	12.62%	15.61%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 13.4%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dmáx}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.74

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

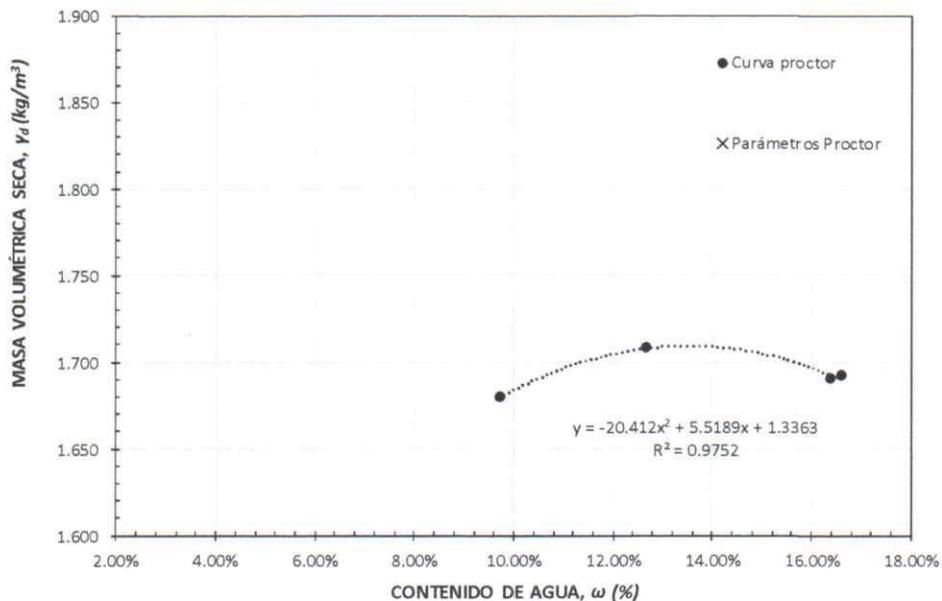
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C1+15% CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3870.90	3870.90	3870.90	3870.90
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5601.80	5678.30	5723.50	5718.00
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1730.90	1807.40	1852.60	1847.10
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.843	1.925	1.973	1.967
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.680	1.708	1.692	1.690
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	38.06	38.96	35.17	37.40
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	128.74	180.42	162.06	137.50
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	120.70	164.50	144.00	123.42
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	90.68	141.46	126.89	100.10
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	82.64	125.54	108.83	86.02
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	9.73%	12.68%	16.59%	16.37%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 14%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{d\max}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.71

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

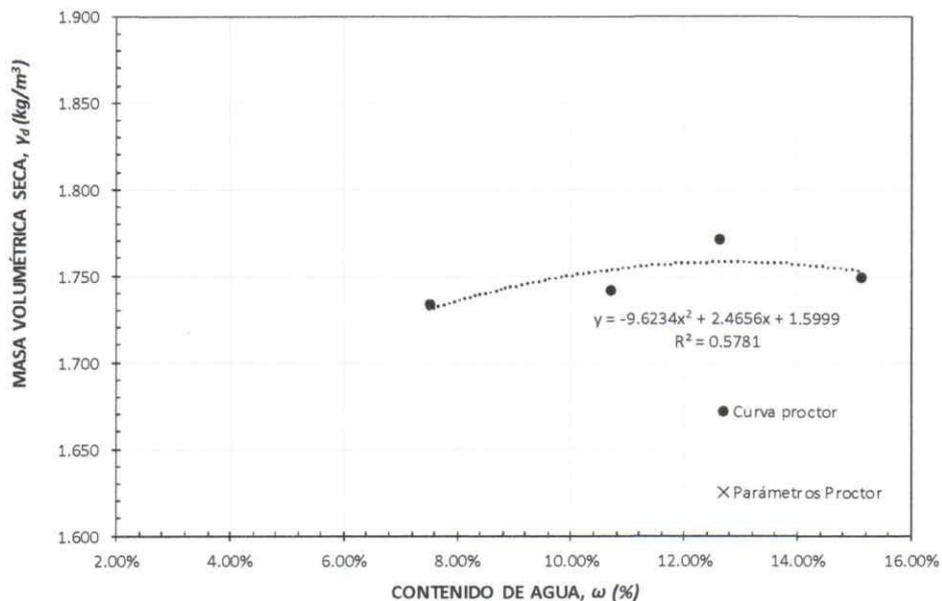
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C2+5% CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3910.80	3910.80	3910.80	3910.80
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5660.50	5721.60	5783.70	5801.60
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1749.70	1810.80	1872.90	1890.80
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.863	1.928	1.995	2.014
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.733	1.742	1.771	1.749
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	13.72	13.41	42.20	13.86
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	103.56	104.45	157.935	121.86
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	97.29	95.65	144.95	107.66
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	89.84	91.04	115.74	108.00
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	83.57	82.24	102.75	93.80
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	7.50%	10.71%	12.64%	15.14%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 12.8%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{d\max}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.76

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

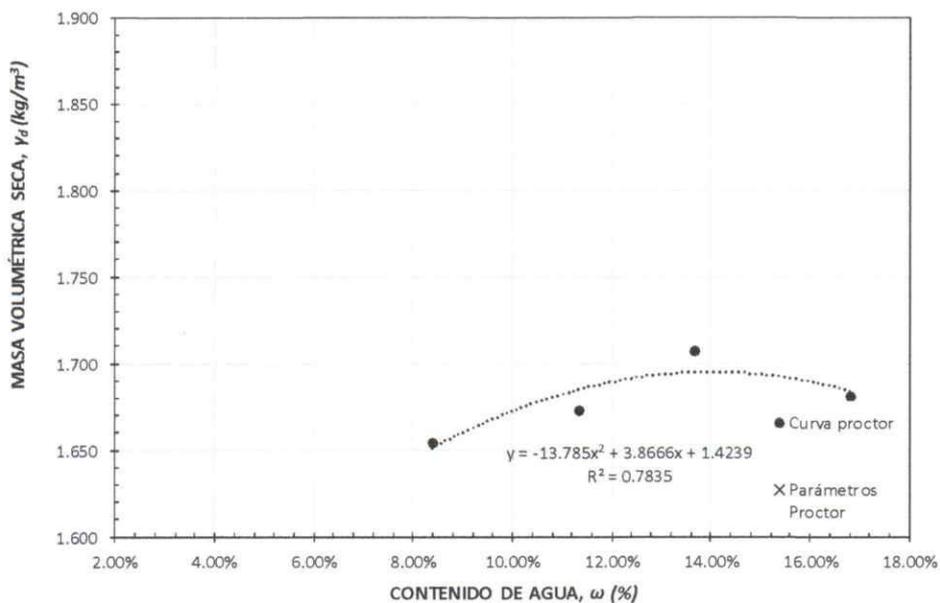
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C2+10CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3910.80	3910.80	3910.80	3910.80
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5594.60	5660.10	5732.60	5754.70
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1683.80	1749.30	1821.80	1843.90
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.793	1.863	1.940	1.964
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.655	1.673	1.707	1.681
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	42.20	42.38	13.60	39.87
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	133.375	132.775	136.75	141.72
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	126.33	123.57	121.93	127.07
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	91.18	90.40	123.15	101.85
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	84.13	81.19	108.33	87.20
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	8.38%	11.34%	13.69%	16.80%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 15.8%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dm\acute{a}x}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.70

  
**JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME**  
 Ingeniero Civil  
 CRP Nº 311726

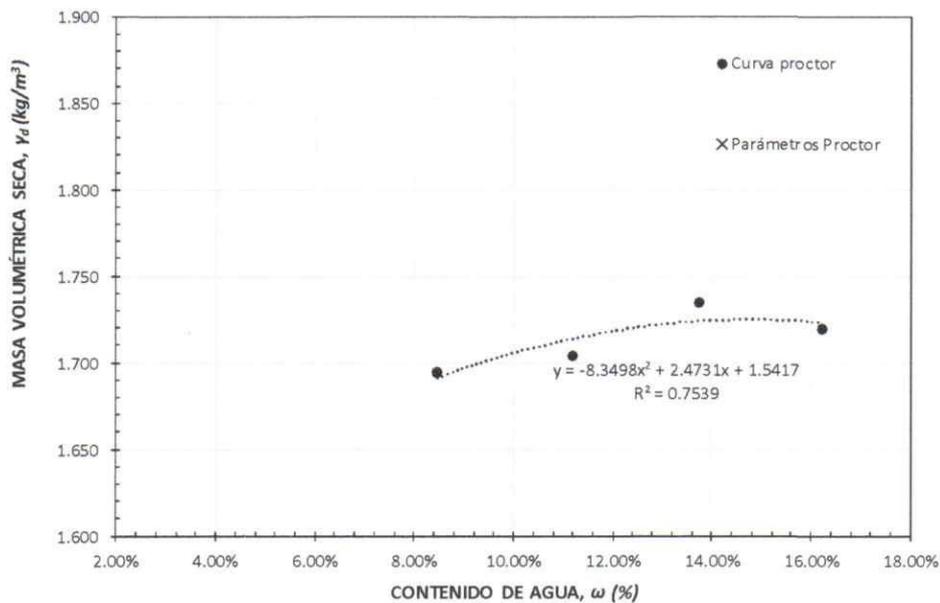
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C2+15% CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3910.80	3910.80	3910.80	3910.80
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5636.60	5689.60	5762.80	5787.30
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1725.80	1778.80	1852.00	1876.50
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1.838	1.894	1.972	1.998
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1.694	1.704	1.734	1.720
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	39.70	38.96	39.81	35.17
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	137.155	136.595	189.225	137.32
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	129.55	126.78	171.19	123.07
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	97.46	97.64	149.42	102.15
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	89.85	87.82	131.38	87.90
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	8.47%	11.18%	13.73%	16.21%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 14.80%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dm\acute{a}x}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.72

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

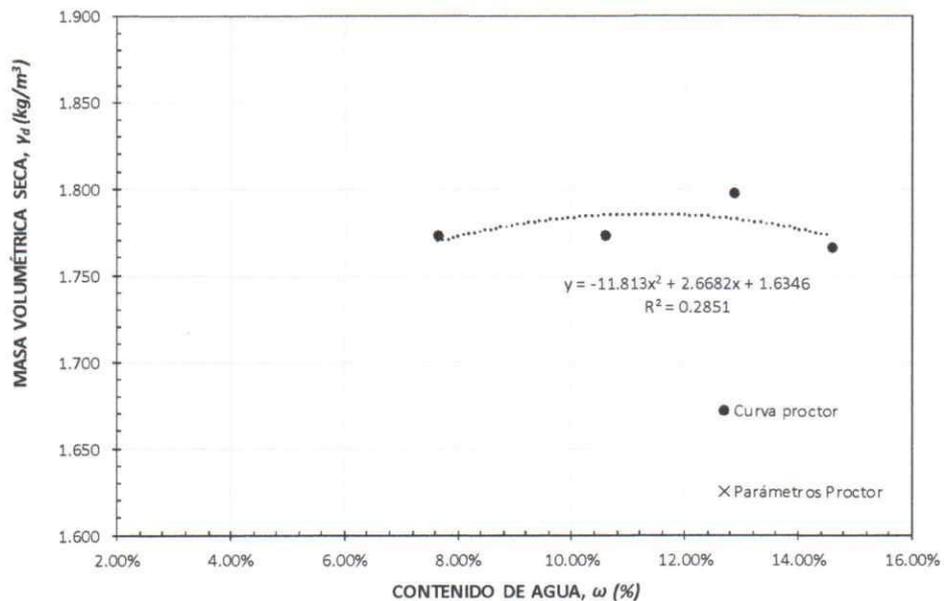
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C3+5% CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3911.20	3911.20	3911.20	3911.20
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5702.90	5752.50	5816.30	5811.50
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1791.70	1841.30	1905.10	1900.30
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.908	1.961	2.029	2.024
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.773	1.773	1.797	1.766
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	13.72	13.61	42.20	39.80
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	109.84	111.89	184.20	148.10
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	103.01	102.48	168.00	134.30
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	96.12	98.28	142.00	108.30
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	89.29	88.87	125.80	94.50
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	7.65%	10.59%	12.88%	14.60%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%):  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dmáx}$  (kg/m<sup>3</sup>):

11%  
 1.78

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

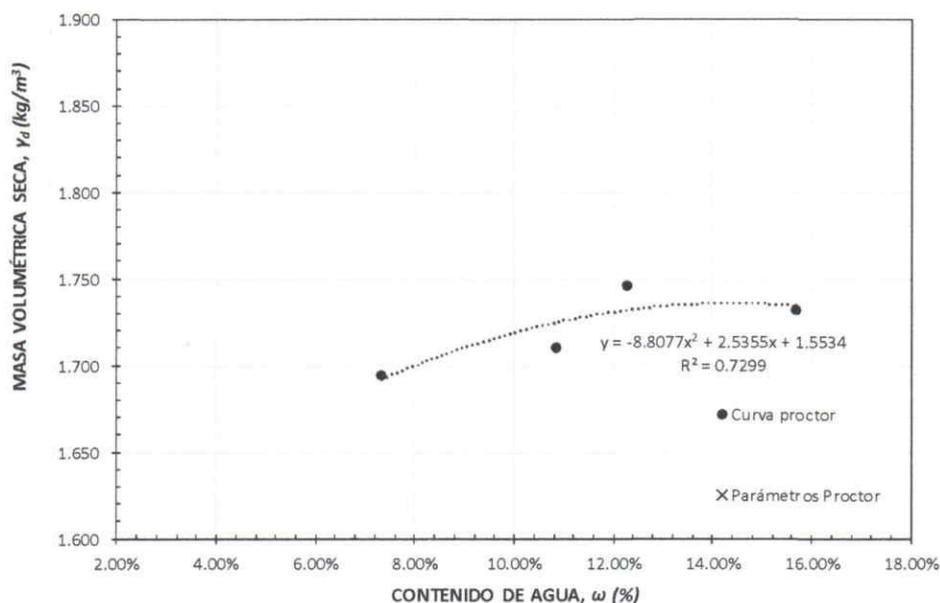
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C3+10CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3911.40	3911.40	3911.40	3911.40
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5619.10	5691.70	5752.20	5792.70
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1707.70	1780.30	1840.80	1881.30
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.819	1.896	1.960	2.004
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.694	1.710	1.746	1.732
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	39.87	13.41	13.87	13.70
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	123.43	97.21	103.34	121.40
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	117.72	89.01	93.57	106.80
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	83.56	83.80	89.47	107.70
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	77.85	75.60	79.70	93.10
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	7.33%	10.85%	12.26%	15.68%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 14.4%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dm\acute{a}x}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.74

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

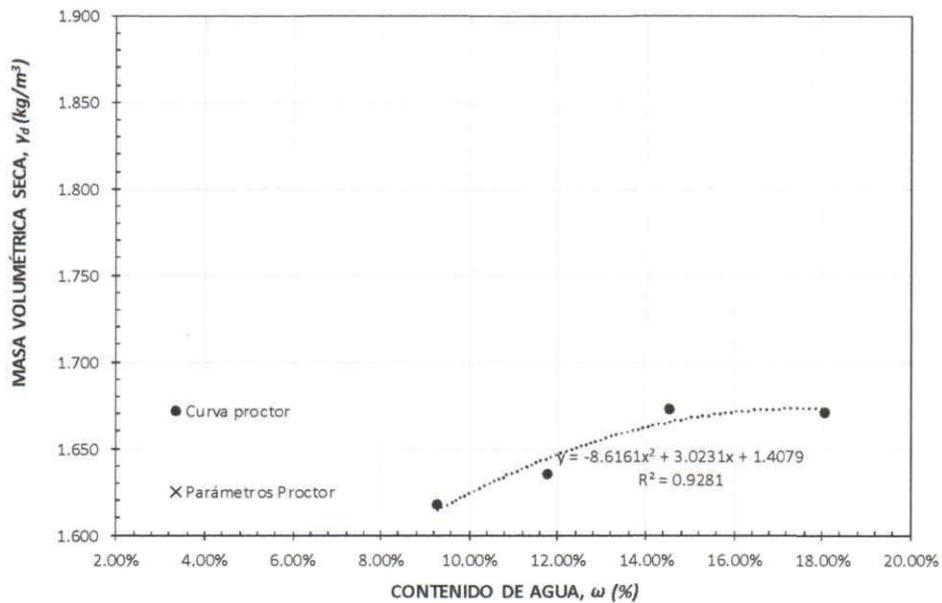
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C3+15% CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3910.00	3910.00	3910.00	3910.00
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5570.00	5626.40	5708.90	5762.60
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1660.00	1716.40	1798.90	1852.60
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1.768	1.828	1.916	1.973
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1.618	1.635	1.673	1.671
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	37.54	39.81	42.38	39.70
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	136.33	136.80	199.21	135.70
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	127.94	126.58	179.33	121.00
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	98.79	96.99	156.83	96.00
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	90.40	86.77	136.95	81.30
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	9.28%	11.78%	14.52%	18.08%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 17.5%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{d\max}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.67

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

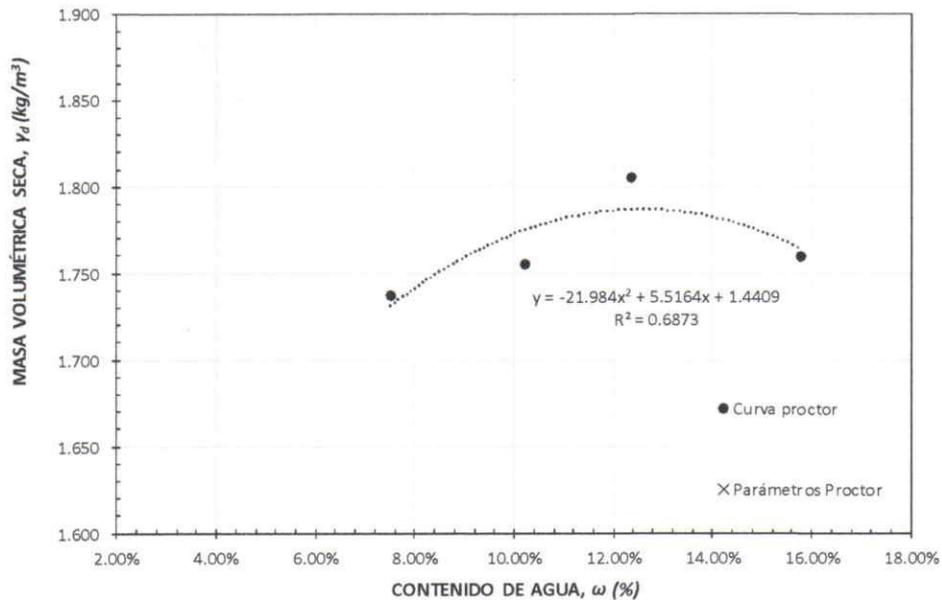
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C4+5% CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3871.20	3871.20	3871.20	3871.20
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5624.70	5687.90	5775.90	5784.50
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1753.50	1816.70	1904.70	1913.30
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1.867	1.935	2.028	2.038
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1.737	1.755	1.805	1.760
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	13.70	39.80	39.80	13.87
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	106.80	130.30	146.10	130.47
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	100.30	121.90	134.40	114.57
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	93.10	90.50	106.30	116.60
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	86.60	82.10	94.60	100.70
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	7.51%	10.23%	12.37%	15.79%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 12.5%  
MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{d\text{máx}}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.79

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

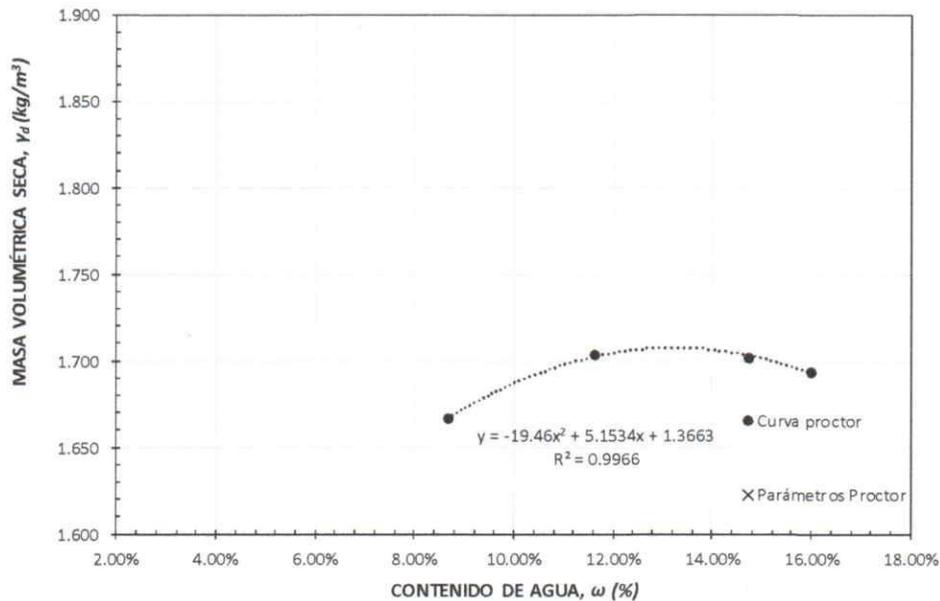
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C4+10CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
MASA VOLUMÉTRICA	PESO DEL MOLDE (g)	3871.20	3871.20	3871.20	3871.20
	PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	5572.00	5656.50	5704.80	5715.80
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):	1700.80	1785.30	1833.60	1844.60
	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	939.0	939.0	939.0	939.0
	MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1.811	1.901	1.953	1.964
	MASA VOLUMÉTRICA SECA, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1.667	1.703	1.702	1.693
CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO DE RECIPIENTE (g):	38.06	39.91	13.61	37.40
	PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):	128.26	155.11	131.91	153.40
	PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):	121.06	143.11	116.71	137.40
	PESO SUELO HÚMEDO, $W_m$ (g):	90.20	115.20	118.30	116.00
	PESO SUELO SECO, $W_s$ (g):	83.00	103.20	103.10	100.00
	CONTENIDO DE AGUA, $\omega$ (%):	8.67%	11.63%	14.74%	16.00%



CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%): 13.2%  
 MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dm\acute{a}x}$  (kg/m<sup>3</sup>): 1.71

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

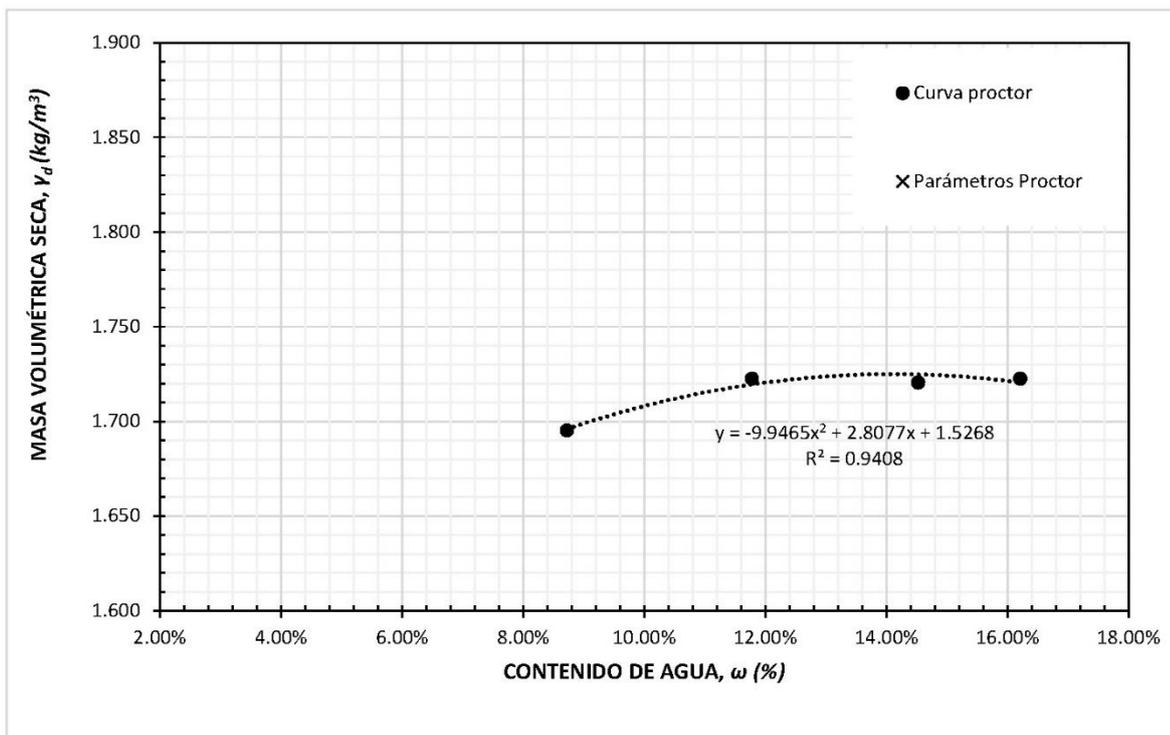
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



**ASTM D1557 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

**MUESTRA:** C4+15% CENIZA

NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
<b>MASA VOLUMÉTRICA</b>	<b>PESO DEL MOLDE (g)</b>	<b>3871.20</b>	<b>3871.20</b>	<b>3871.20</b>	<b>3871.20</b>
	<b>PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)</b>	<b>5601.80</b>	<b>5679.30</b>	<b>5721.50</b>	<b>5751.00</b>
	<b>PESO DEL SUELO HÚMEDO (g):</b>	1730.60	1808.10	1850.30	1879.80
	<b>VOLUMEN DEL MOLDE (cm3):</b>	<b>939.0</b>	<b>939.0</b>	<b>939.0</b>	<b>939.0</b>
	<b>MASA VOLUMÉTRICA HÚMEDA, <math>\gamma_m</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.843	1.926	1.971	2.002
	<b>MASA VOLUMÉTRICA SECA, <math>\gamma_d</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.695	1.723	1.721	1.723
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>PESO DE RECIPIENTE (g):</b>	<b>20.85</b>	<b>37.54</b>	<b>13.50</b>	<b>13.50</b>
	<b>PESO RECIPIENTE+SUELO HÚMEDO (g):</b>	<b>114.35</b>	<b>154.24</b>	<b>128.30</b>	<b>114.20</b>
	<b>PESO RECIPIENTE+SUELO SECO (g):</b>	<b>106.85</b>	<b>141.94</b>	<b>113.74</b>	<b>100.15</b>
	<b>PESO SUELO HÚMEDO, <math>W_m</math> (g):</b>	93.50	116.70	114.80	100.70
	<b>PESO SUELO SECO, <math>W_s</math> (g):</b>	86.00	104.40	100.24	86.65
	<b>CONTENIDO DE AGUA, <math>\omega</math> (%):</b>	8.72%	11.78%	14.53%	16.21%



**CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMA,  $\omega$  (%):** **14%**  
**MASA VOLUMÉTRICA SECA MÁXIMA,  $\gamma_{dm\acute{a}x}$  (kg/m<sup>3</sup>):** **1.73**

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°:
		Fecha:
		Realizado por:

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DEL SUELOS
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	0
Número de Muestra	1
Descripción de la Muestra	C1
Fecha de Muestreo	8/07/2023
Tiempo de Muestreo	0
Fecha de Recepción de la Muestra	8/07/2023
Hora de Recepción	0
Número de Golpes	0
Observaciones	0

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA	ARENA	ARENA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.149	ENSAYO DE CBR	CBR
Metodo	CBR	EENSAO DE CBR	CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	45023	45023	45023
Fecha de Prueba	45145	45145	45145
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4546	4546	4546
Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.79	1.79
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10	10	10
Número de Golpes	56	0	12
Observaciones	0	0	0

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.000
0.630	0.577	0.000	0.630	1.573	0.000	0.630	0.441	0.000
1.270	1.341	0.000	1.270	3.714	0.000	1.270	0.885	0.000
1.910	2.423	0.000	1.910	6.170	0.000	1.910	1.485	0.000
2.540	3.787	<b>5.387</b>	2.540	8.792	<b>12.505</b>	2.540	2.264	<b>3.219</b>
3.170	5.363	0.000	3.170	11.239	0.000	3.170	3.016	0.000
3.810	7.128	0.000	3.810	13.583	0.000	3.810	4.013	0.000
5.080	10.773	<b>10.216</b>	5.080	16.943	<b>16.066</b>	5.080	6.163	<b>5.844</b>
7.620	13.106	0.000	7.620	19.762	0.000	7.620	6.475	0.000
10.160	20.486	0.000	10.160	20.021	0.000	10.160	9.468	0.000
12.700	21.319	0.000	12.700	20.126	0.000	12.700	9.721	0.000

JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

CBR



Informe N°:

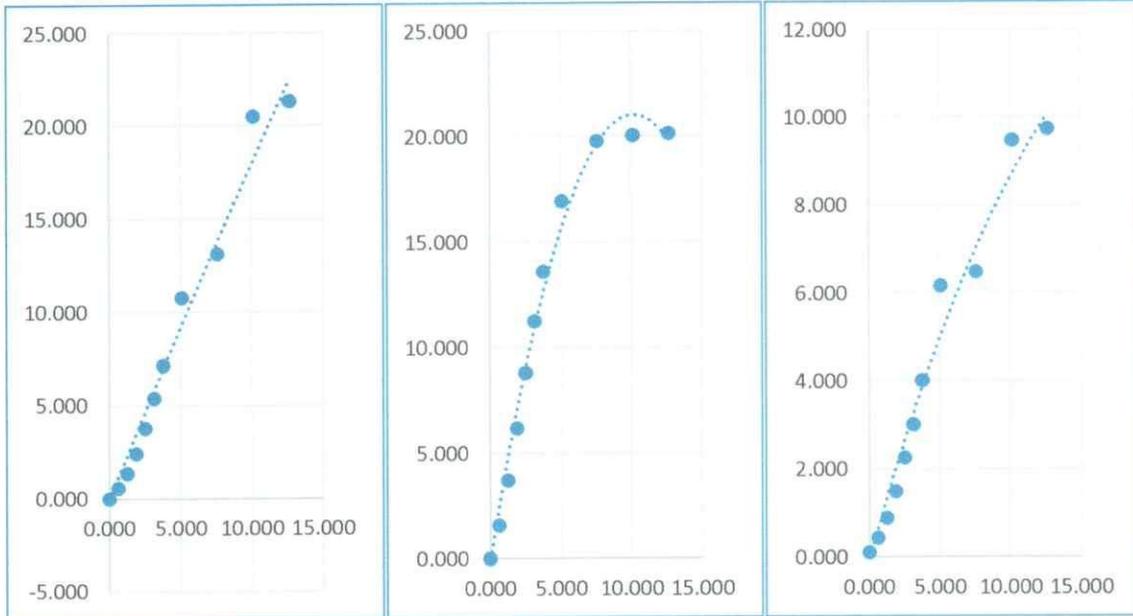
Fecha:

Realizado por:

EC: 56 GOLPES

EC: 0 GOLPES

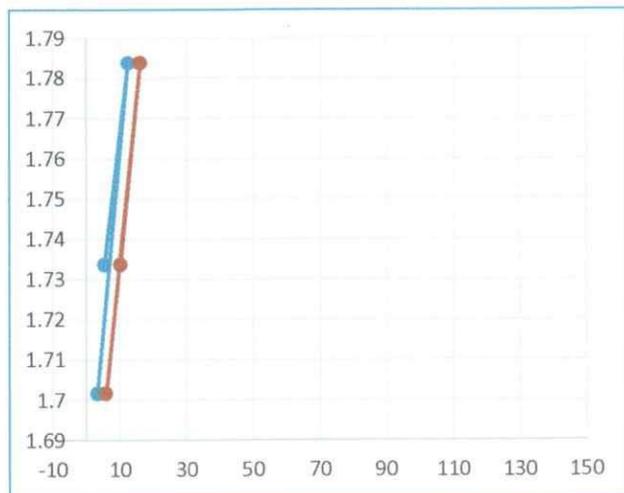
EC: 12 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	99.970	94.850	80.930
Peso de suelo seco + Tara (g)	92.000	87.900	75.700
Peso de Tara (g)	13.740	14.190	14.130
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2160.288	2086.271	2141.902
Contenido de humedad (%)	10.184	9.429	8.494
Peso de molde + Suelo compactado (g)	11069.900	11055.400	11462.100
Peso de molde	6943.000	6982.900	7507.500
Peso de suelo compactado (g)	4126.900	4072.500	3954.600
Densidad humeda (g/cm3)	1.910	1.952	1.846
Densidad seca (g/cm3)	1.734	1.784	1.702

JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA-SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.784  
Optimo Contenido de Humedad (%): 10.000  
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.695

CBR al 100% de MDS (0.1"):	12.505
CBR al 100% de MDS (0.2"):	16.066
CBR al 95% de MDS (0.1"):	2.979
CBR al 95% de MDS (0.2"):	4.814

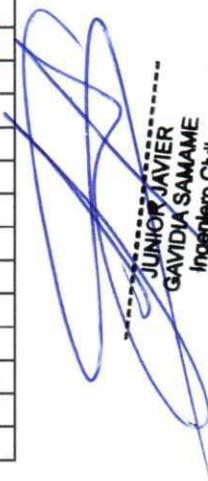
RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS: 16.066  
Valor CBR al 95% de MDS: 4.814

<b>CBR</b>		Informe N°: Fecha: Realizado por:
------------	---	---

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELO
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR - VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	2
Descripción de la Muestra	C2
Fecha de Muestreo	1/08/2023
Tiempo de Muestreo	0.034722222
Fecha de Recepción de la Muestra	1/08/2023
Hora de Recepción	0.514583333
Número de Golpes	1
Observaciones	0

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA	ARENA	ARENA
Profundidad	1.55	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.147	NTP 339.147
Metodo	ENSAYO CBR	ENSAYO DE CBR	ENSAYO CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	27/07/2023	27/07/2023	27/07/2023
Fecha de Prueba	44934	44934	44934
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4549.3	4549.3	4549.3
Densidad Máxima Seca (g/cm3)	1.82	1.82	1.82
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8	8	8
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)
0.000	0.021	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000	0.031	0.000
0.630	1.312	0.000	0.630	0.449	0.000	0.630	1.120	0.000
1.270	2.323	0.000	1.270	1.170	0.000	1.270	2.401	0.000
1.910	3.292	0.000	1.910	2.506	0.000	1.910	3.907	0.000
2.540	5.057	<b>7.192</b>	2.540	4.573	<b>6.504</b>	2.540	6.027	<b>8.573</b>
3.170	6.528	0.000	3.170	7.204	0.000	3.170	8.217	0.000
3.810	7.971	0.000	3.810	10.216	0.000	3.810	11.030	0.000
5.080	10.674	<b>10.121</b>	5.080	15.664	<b>14.853</b>	5.080	16.376	<b>15.528</b>
7.620	15.024	0.000	7.620	19.729	0.000	7.620	27.790	0.000
10.160	17.446	0.000	10.160	23.929	0.000	10.160	31.827	0.000
12.700	18.647	0.000	12.700	26.049	0.000	12.700	27.845	0.000

CBR

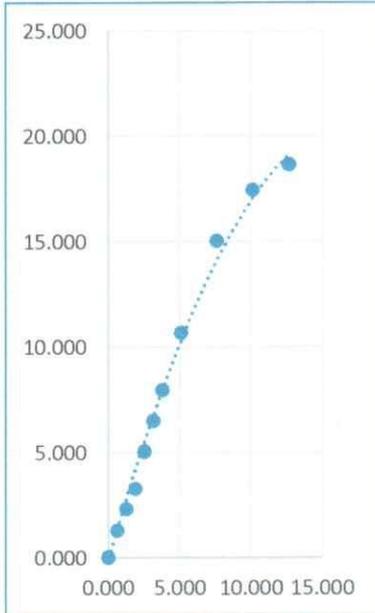


Informe N°:

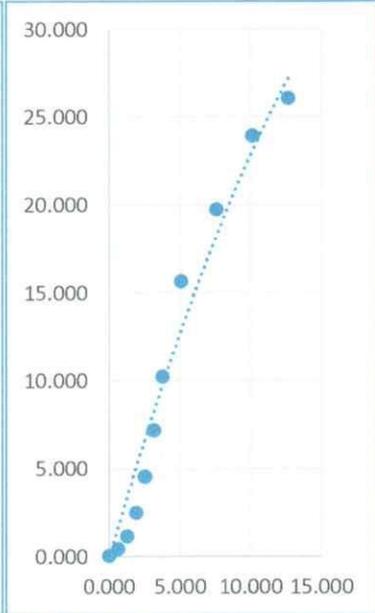
Fecha:

Realizado por:

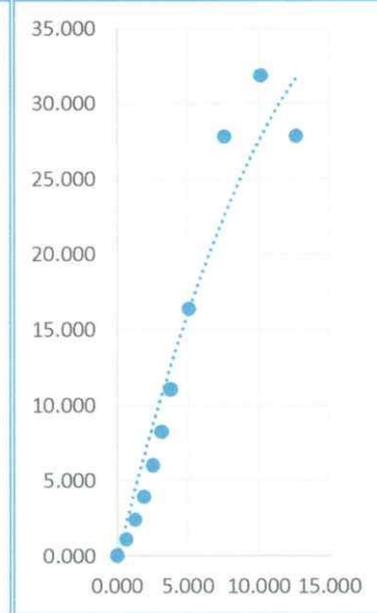
EC: 12 GOLPES



EC: 25 GOLPES



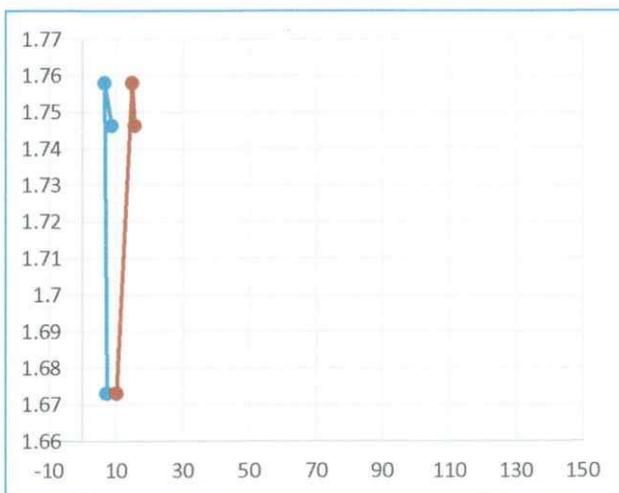
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	105.380	135.030	134.920
Peso de suelo seco + Tara (g)	97.720	128.400	126.220
Peso de Tara (g)	20.850	39.910	38.080
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2151.366	2151.366	2151.366
Contenido de humedad (%)	9.965	7.492	9.871
Peso de molde + Suelo compactado (g)	10961.000	10990.900	11636.200
Peso de molde	7002.600	6925.100	7508.200
Peso de suelo compactado (g)	3958.400	4065.800	4128.000
Densidad humeda (g/cm3)	1.840	1.890	1.919
Densidad seca (g/cm3)	1.673	1.758	1.746

JUNIOR JAVIER  
 GAVIDA-SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557  
 Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.758  
 Optimo Contenido de Humedad (%): 8.000  
 95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.670

CBR al 100% de MDS (0.1"):	8.573
CBR al 100% de MDS (0.2"):	15.528
CBR al 95% de MDS (0.1"):	6.751
CBR al 95% de MDS (0.2"):	9.911

RESULTADOS:  
 Valor CBR al 100% de MDS: 15.528  
 Valor CBR al 95% de MDS: 9.911

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°:
		Fecha:
		Realizado por:

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR-VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	3
Descripción de la Muestra	C3
Fecha de Muestreo	22/07/2023
Tiempo de Muestreo	50::00
Fecha de Recepción de la Muestra	22/07/2023
Hora de Recepción	0.735416667
Número de Golpes	1
Observaciones	NINGUNA

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA	ARENA	ARENA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.145	NTP 339.145
Metodo	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	18/07/2023	22/07/2023	22/07/2023
Fecha de Prueba	22/07/2023	25/07/2023	25/07/2023
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4537.1	4526.6	4526
Densidad Máxima Seca (g/cm3)	1.82	1.82	1.82
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10	10	10
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CHP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)
0.000	0.031	0.000	0.000	-0.005	0.000	0.000	0.036	0.000
0.630	1.270	0.000	0.630	0.778	0.000	0.630	3.013	0.000
1.270	2.703	0.000	1.270	1.671	0.000	1.270	4.832	0.000
1.910	4.314	0.000	1.910	3.040	0.000	1.910	6.792	0.000
2.540	6.044	<b>8.596</b>	2.540	4.798	<b>6.824</b>	2.540	10.899	<b>15.502</b>
3.170	7.743	0.000	3.170	6.810	0.000	3.170	16.775	0.000
3.810	9.157	0.000	3.810	9.592	0.000	3.810	20.949	0.000
5.080	11.324	<b>10.738</b>	5.080	12.696	<b>12.038</b>	5.080	29.924	<b>28.374</b>
7.620	13.737	0.000	7.620	19.371	0.000	7.620	31.737	0.000
10.160	16.362	0.000	10.160	20.178	0.000	10.160	27.577	0.000
12.700	18.237	0.000	12.700	21.053	0.000	12.700	25.906	0.000

CBR

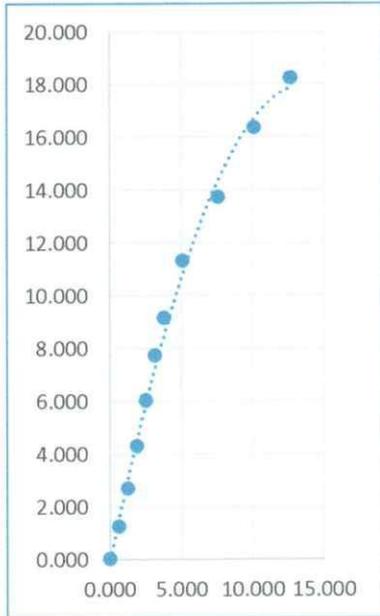


Informe N°:

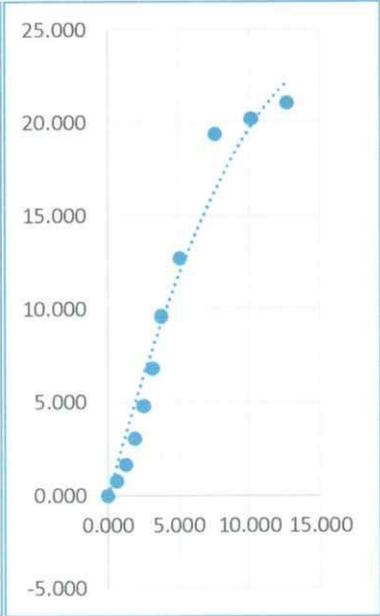
Fecha:

Realizado por:

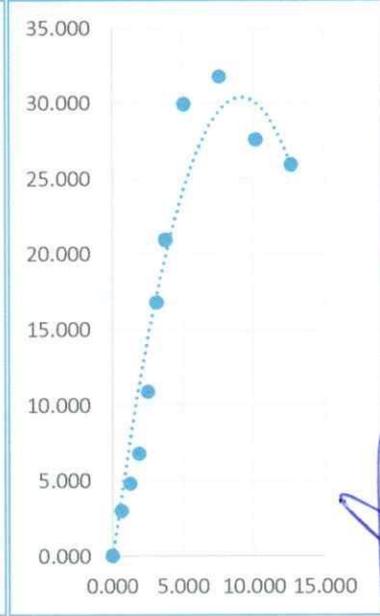
EC: 12 GOLPES



EC: 25 GOLPES



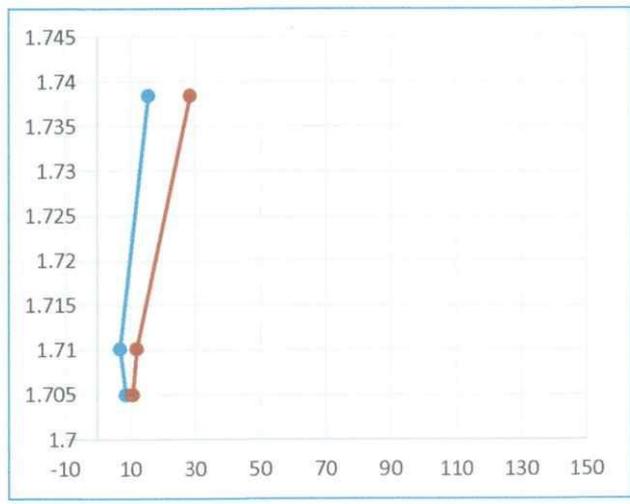
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	142.260	111.120	111.020
Peso de suelo seco + Tara (g)	133.410	102.100	102.100
Peso de Tara (g)	40.020	13.950	13.830
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2123.517	2188.831	2188.831
Contenido de humedad (%)	9.476	10.233	10.105
Peso de molde + Suelo compactado (g)	11040.600	11992.600	11924.900
Peso de molde	7076.800	7866.400	7735.200
Peso de suelo compactado (g)	3963.800	4126.200	4189.700
Densidad humeda (g/cm3)	1.867	1.885	1.914
Densidad seca (g/cm3)	1.705	1.710	1.738

JUNIOR JAVIER  
 GABRIELA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.738  
 Optimo Contenido de Humedad (%): 10.000  
 95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.652

CBR al 100% de MDS (0.1"):	15.503
CBR al 100% de MDS (0.2"):	28.374
CBR al 95% de MDS (0.1"):	-21.152
CBR al 95% de MDS (0.2"):	25.678

RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS: 28.374  
 Valor CBR al 95% de MDS: 25.678

CBR	 <b>UPAO</b>	Informe N°:
		Fecha:
		Realizado por:

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	0
Ubicación de la Muestra	PUR PUR- VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	2
Número de Muestra	0
Descripción de la Muestra	C4
Fecha de Muestreo	15/07/2023
Tiempo de Muestreo	0.8125
Fecha de Recepción de la Muestra	15/07/2023
Hora de Recepción	0.790277778
Número de Golpes	2
Observaciones	NINGUNA

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA	ARENA	ARENA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.145	NTP 339.145
Metodo	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR	ENSAYO DE CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	45237	45237	45237
Fecha de Prueba	15/07/2023	15/07/2023	15/07/2023
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	5753.2	5753.2	5753.2
Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.78	1.78	1.78
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10	10	10
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

ALONSO JAVIER  
 GARCÍA SANGUINE  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
0.000	0.140	0.000	0.000	0.036	0.000	0.000	-0.007	0.000
0.630	1.310	0.000	0.630	1.279	0.000	0.630	0.887	0.000
1.270	2.691	0.000	1.270	2.643	0.000	1.270	2.266	0.000
1.910	4.281	0.000	1.910	4.623	0.000	1.910	3.994	0.000
2.540	5.937	<b>8.444</b>	2.540	7.012	<b>9.973</b>	2.540	6.156	<b>8.755</b>
3.170	7.667	0.000	3.170	9.805	0.000	3.170	9.142	0.000
3.810	9.074	0.000	3.810	12.655	0.000	3.810	11.514	0.000
5.080	12.019	<b>11.397</b>	5.080	17.518	<b>16.611</b>	5.080	17.127	<b>16.240</b>
7.620	18.078	0.000	7.620	24.176	0.000	7.620	23.035	0.000
10.160	20.873	0.000	10.160	24.853	0.000	10.160	24.105	0.000
12.700	24.017	0.000	12.700	27.080	0.000	12.700	24.475	0.000

CBR

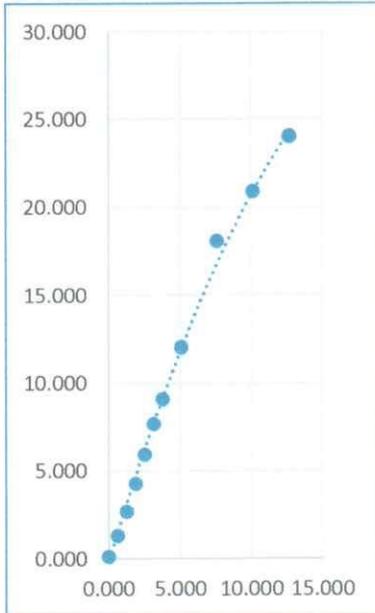


Informe N°:

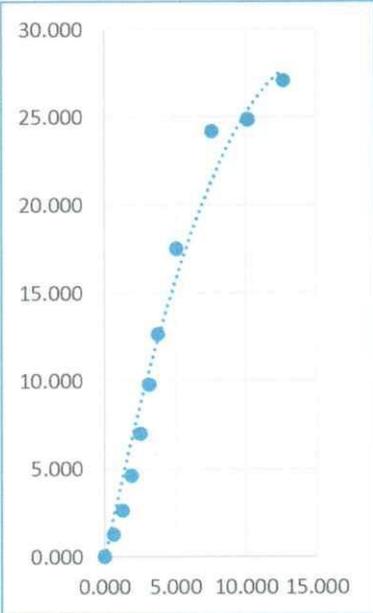
Fecha:

Realizado por:

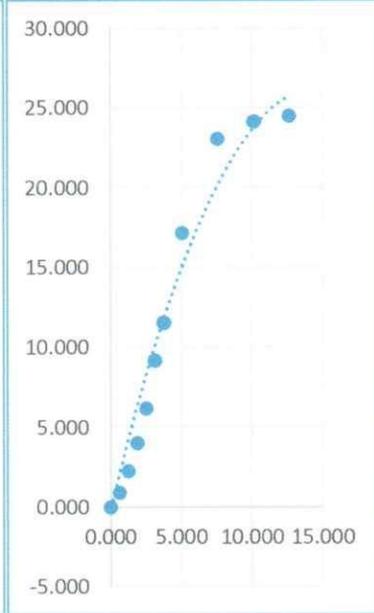
EC: 12 GOLPES



EC: 25 GOLPES

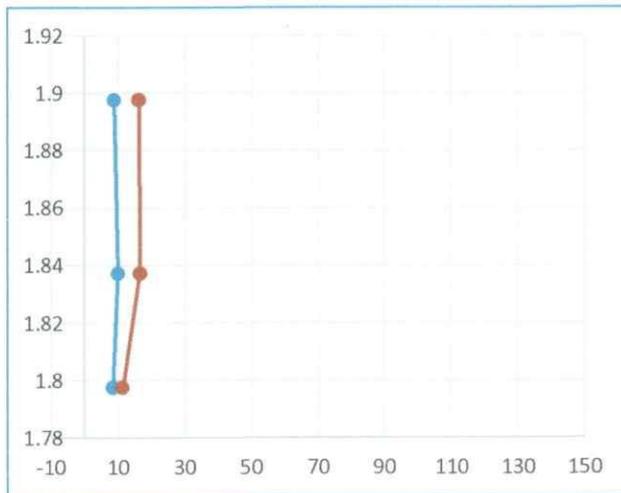


EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	109.730	104.110	77.200
Peso de suelo seco + Tara (g)	103.800	95.800	72.200
Peso de Tara (g)	38.860	14.300	14.180
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2013.935	2013.935	2013.935
Contenido de humedad (%)	9.132	10.196	8.618
Peso de molde + Suelo compactado (g)	11055.500	11169.500	11256.200
Peso de molde	7104.700	7091.700	7105.100
Peso de suelo compactado (g)	3950.800	4077.800	4151.100
Densidad humeda (g/cm3)	1.962	2.025	2.061
Densidad seca (g/cm3)	1.798	1.837	1.898



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.898  
Optimo Contenido de Humedad (%): 10.000  
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.803

CBR al 100% de MDS (0.1"):	9.974
CBR al 100% de MDS (0.2"):	16.611
CBR al 95% de MDS (0.1"):	8.464
CBR al 95% de MDS (0.2"):	12.224

RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS: 16.611  
Valor CBR al 95% de MDS: 12.224

JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
OIP N° 311726

<b>CBR</b>		Informe N°: Fecha: Realizado por:
------------	---	---

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR-PUERTO M ALABRIGO
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	0
Número de Muestra	1
Descripción de la Muestra	C1+5%
Fecha de Muestreo	21/08/2023
Tiempo de Muestreo	0
Fecha de Recepción de la Muestra	21/08/2023
Hora de Recepción	0
Número de Golpes	0
Observaciones	0

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA + CENIZA 5%	ARENA + 5% DE CENIZA	ARENA + 5% DE CENIZA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.147	NTP 339.147	NTP 339.147
Metodo	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR	ENSAYO CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	17/08/2023	17/08/2023	17/08/2023
Fecha de Prueba	21/08/2023	21/08/2023	21/08/2023
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4538.6	4538.6	4538.6
Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.79	1.79
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.7	12.7	12.7
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	-0.002	0.000
0.630	0.000	0.000	0.630	1.141	0.000	0.630	1.984	0.000
1.270	3.275	0.000	1.270	2.534	0.000	1.270	2.935	0.000
1.910	5.130	0.000	1.910	4.314	0.000	1.910	9.473	0.000
2.540	7.174	<b>10.203</b>	2.540	6.493	<b>9.234</b>	2.540	13.963	<b>19.859</b>
3.170	9.098	0.000	3.170	8.906	0.000	3.170	18.154	0.000
3.810	10.904	0.000	3.810	11.343	0.000	3.810	21.998	0.000
5.080	14.041	<b>13.314</b>	5.080	15.686	<b>14.874</b>	5.080	27.833	<b>26.392</b>
7.620	18.706	0.000	7.620	20.465	0.000	7.620	33.146	0.000
10.160	21.279	0.000	10.160	23.835	0.000	10.160	35.956	0.000
12.700	21.953	0.000	12.700	27.102	0.000	12.700	39.954	0.000

CBR



Informe N°:

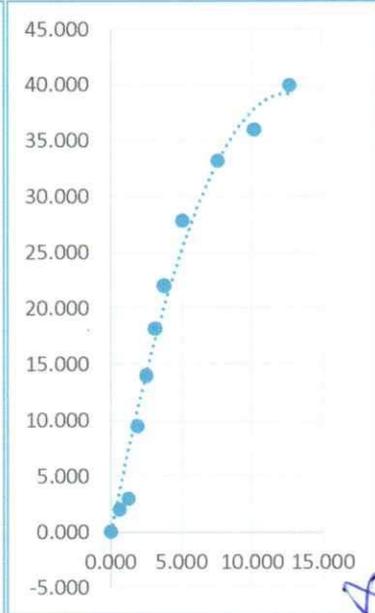
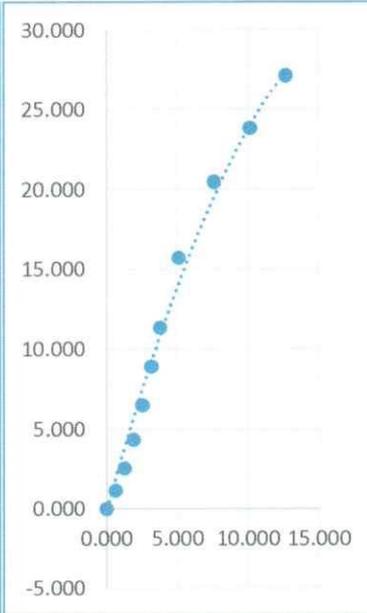
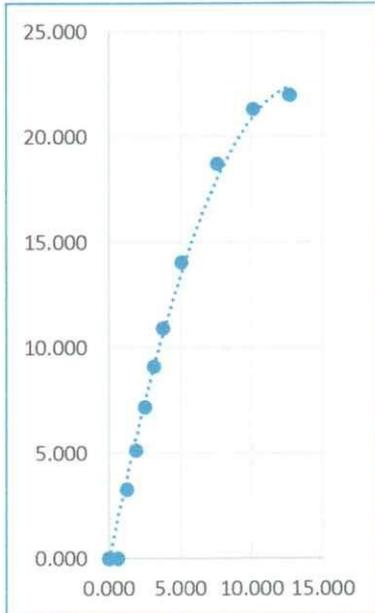
Fecha:

Realizado por:

EC: 12 GOLPES

EC: 25 GOLPES

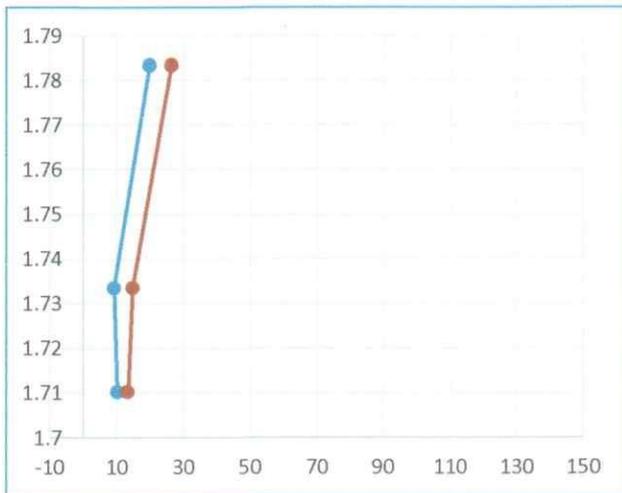
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	141.500	132.800	118.300
Peso de suelo seco + Tara (g)	130.500	122.800	110.000
Peso de Tara (g)	37.400	38.900	39.810
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2068.363	2068.363	2068.363
Contenido de humedad (%)	11.815	11.919	11.825
Peso de molde + Suelo compactado (g)	11031.700	11081.700	11649.200
Peso de molde	7076.100	7068.500	7524.300
Peso de suelo compactado (g)	3955.600	4013.200	4124.900
Densidad humeda (g/cm3)	1.912	1.940	1.994
Densidad seca (g/cm3)	1.710	1.734	1.783

JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557  
Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.783  
Optimo Contenido de Humedad (%): 12.700  
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.694

CBR al 100% de MDS (0.1"):	19.860
CBR al 100% de MDS (0.2"):	26.392
CBR al 95% de MDS (0.1"):	9.826
CBR al 95% de MDS (0.2"):	13.597

RESULTADOS:  
Valor CBR al 100% de MDS: 26.392  
Valor CBR al 95% de MDS: 13.597

<b>CBR</b>		Informe N°: Fecha: Realizado por:
------------	---	---

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR-VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	1
Descripción de la Muestra	C1+10%
Fecha de Muestreo	28/08/2023
Tiempo de Muestreo	0.034722222
Fecha de Recepción de la Muestra	28/08/2023
Hora de Recepción	0.704861111
Número de Golpes	1
Observaciones	NINGUNA

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA + CENIZA 10% / C-1	ARENA + CENIZA 10% C-2	ARENA + CENIZA 10% C2
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.147	NTP 339.147	NTP 339.147
Metodo	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR	ENSAYO CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023
Fecha de Prueba	28/08/2023	28/08/2023	28/08/2023
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4555.5	4555.5	4555.5
Densidad Máxima Seca (g/cm3)	1.74	1.74	1.74
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.4	13.4	13.4
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)
0.000	0.043	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	-0.010	0.000
0.630	1.049	0.000	0.630	2.784	0.000	0.630	2.119	0.000
1.270	1.972	0.000	1.270	5.470	0.000	1.270	5.251	0.000
1.910	3.040	0.000	1.910	8.289	0.000	1.910	8.768	0.000
2.540	4.077	<b>5.798</b>	2.540	10.536	<b>14.985</b>	2.540	12.591	<b>17.908</b>
3.170	5.190	0.000	3.170	12.363	0.000	3.170	16.409	0.000
3.810	6.312	0.000	3.810	13.951	0.000	3.810	20.064	0.000
5.080	8.351	<b>7.918</b>	5.080	15.963	<b>15.137</b>	5.080	26.250	<b>24.891</b>
7.620	11.967	0.000	7.620	17.589	0.000	7.620	32.185	0.000
10.160	14.822	0.000	10.160	20.455	0.000	10.160	30.301	0.000
12.700	17.342	0.000	12.700	24.542	0.000	12.700	32.769	0.000

CBR

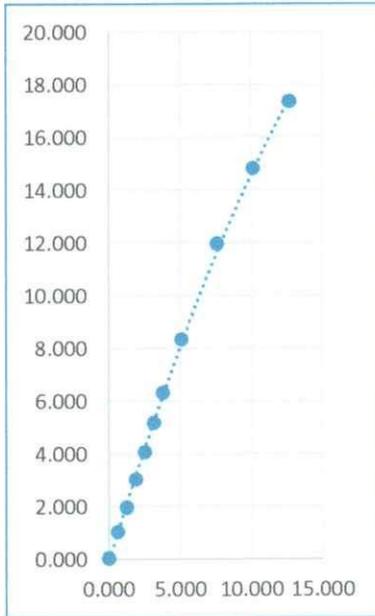


Informe N°:

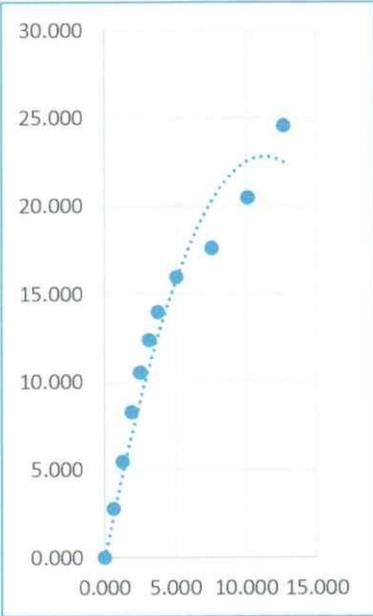
Fecha:

Realizado por:

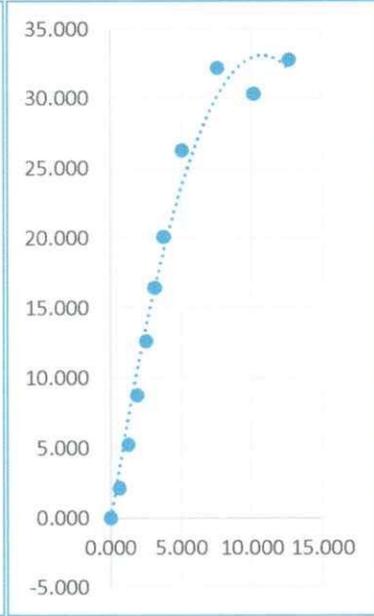
EC: 12 GOLPES



EC: 25 GOLPES



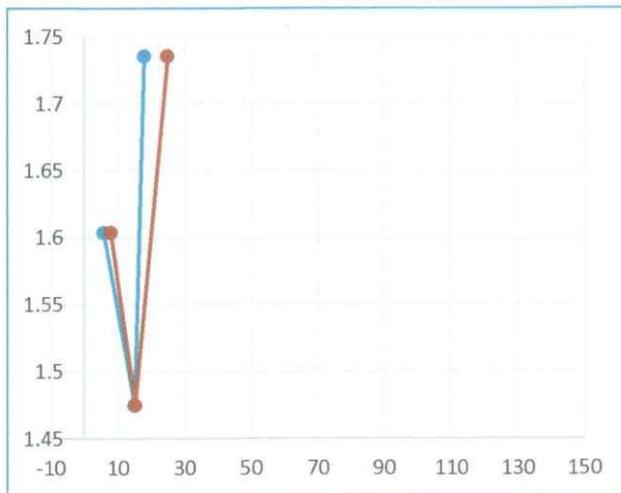
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	127.920	147.000	141.940
Peso de suelo seco + Tara (g)	119.050	125.800	131.210
Peso de Tara (g)	39.670	39.220	36.250
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2068.363	2068.363	2068.363
Contenido de humedad (%)	11.174	24.486	11.299
Peso de molde + Suelo compactado (g)	10764.000	10867.000	11520.000
Peso de molde	7076.000	7068.500	7524.300
Peso de suelo compactado (g)	3688.000	3798.500	3995.700
Densidad humeda (g/cm3)	1.783	1.836	1.932
Densidad seca (g/cm3)	1.604	1.475	1.736

JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.736  
Optimo Contenido de Humedad (%): 13.400  
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.649

CBR al 100% de MDS (0.1"):	17.909
CBR al 100% de MDS (0.2"):	24.891
CBR al 95% de MDS (0.1"):	16.816
CBR al 95% de MDS (0.2"):	18.189

RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS: 24.891  
Valor CBR al 95% de MDS: 18.189

<b>CBR</b>		Informe N°: Fecha: Realizado por:
------------	---	---

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR - VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	1
Descripción de la Muestra	C1+15%
Fecha de Muestreo	1/09/2023
Tiempo de Muestreo	2.083333333
Fecha de Recepción de la Muestra	1/09/2023
Hora de Recepción	0.791666667
Número de Golpes	1
Observaciones	ARENA + CENIZA 15%

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA + 15% DE CENIZA	ARENA + 15% DE CENIZA C1	ARENA + 15% DE CENIZA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.147	NTP 339.147	NTP 339.147
Metodo	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	28/08/2023	28/08/2023	28/08/2023
Fecha de Prueba	44935	44935	44935
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4521	4521	4521
Densidad Máxima Seca (g/cm3)	1.71	1.71	1.71
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14	14	14
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

JUNIOR JAVIER  
 GAVDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)
0.000	-0.019	0.000	0.000	0.154	0.000	0.000	0.050	0.000
0.630	0.954	0.000	0.630	2.606	0.000	0.630	1.659	0.000
1.270	1.917	0.000	1.270	4.615	0.000	1.270	3.662	0.000
1.910	2.883	0.000	1.910	10.040	0.000	1.910	5.854	0.000
2.540	3.970	<b>5.646</b>	2.540	13.794	<b>19.619</b>	2.540	7.864	<b>11.185</b>
3.170	4.979	0.000	3.170	16.289	0.000	3.170	9.853	0.000
3.810	5.895	0.000	3.810	20.038	0.000	3.810	11.500	0.000
5.080	7.546	<b>7.155</b>	5.080	23.011	<b>21.820</b>	5.080	13.816	<b>13.100</b>
7.620	10.496	0.000	7.620	26.891	0.000	7.620	16.293	0.000
10.160	12.990	0.000	10.160	29.110	0.000	10.160	0.000	0.000
12.700	15.076	0.000	12.700	33.500	0.000	12.700	22.491	0.000

CBR

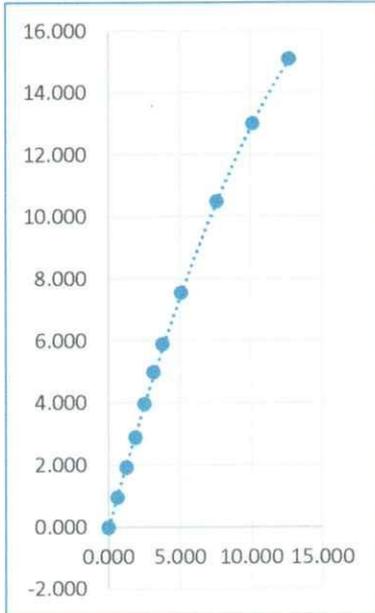


Informe N°:

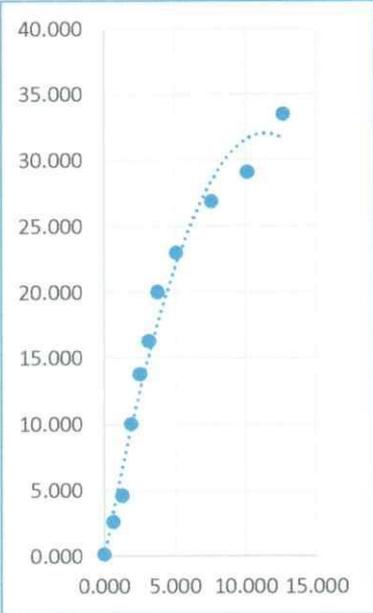
Fecha:

Realizado por:

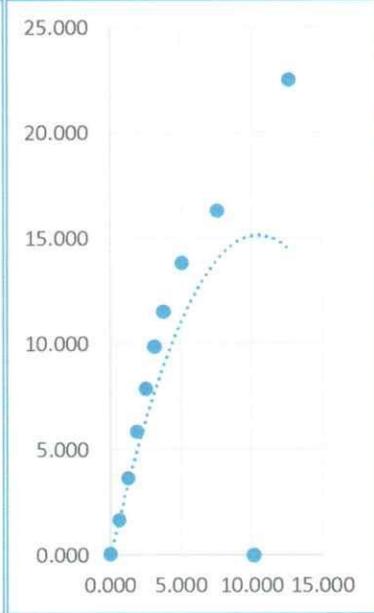
EC: 12 GOLPES



EC: 25 GOLPES



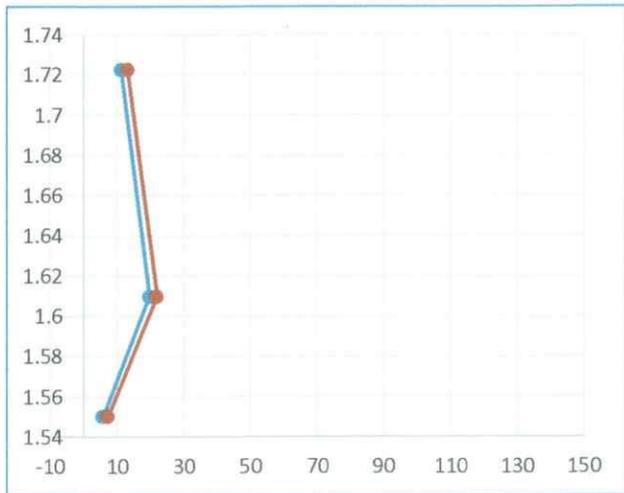
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	119.620	113.940	127.890
Peso de suelo seco + Tara (g)	110.870	100.610	115.950
Peso de Tara (g)	39.930	13.580	13.400
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2068.363	2068.363	2068.363
Contenido de humedad (%)	12.334	15.317	11.643
Peso de molde + Suelo compactado (g)	11027.000	10767.000	10982.000
Peso de molde	7425.000	6927.000	7004.000
Peso de suelo compactado (g)	3602.000	3840.000	3978.000
Densidad humeda (g/cm3)	1.741	1.857	1.923
Densidad seca (g/cm3)	1.550	1.610	1.723

JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA-SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.723  
Optimo Contenido de Humedad (%): 14.000  
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.637

CBR al 100% de MDS (0.1'')	19.620
CBR al 100% de MDS (0.2'')	21.820
CBR al 95% de MDS (0.1'')	13.433
CBR al 95% de MDS (0.2'')	15.475

RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS: 21.820  
Valor CBR al 95% de MDS: 15.475

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°:
		Fecha:
		Realizado por:

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELO
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR - VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	2
Descripción de la Muestra	C2+5%
Fecha de Muestreo	4/09/2023
Tiempo de Muestreo	12:50:00 AM
Fecha de Recepción de la Muestra	4/09/2023
Hora de Recepción	12:21:00 PM
Número de Golpes	1
Observaciones	0

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA + 5% DE CENIZA	ARENA + 5% DE CENIZA	ARENA + 5% DE CENIZA
Profundidad	1.55	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.145	NTP 339.145
Metodo	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	8/31/2023	8/31/2023	8/31/2023
Fecha de Prueba	44935	44935	44935
Limite Líquido	0	0	0
Limite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4549.3	4549.3	4549.3
Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.76	1.76	1.76
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.8	12.8	12.8
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

JUNIO 2023  
 JAVIER  
 JAVIER SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.630	1.735	0.000	0.630	0.594	0.000	0.630	1.481	0.000
1.270	3.072	0.000	1.270	1.547	0.000	1.270	3.176	0.000
1.910	4.354	0.000	1.910	3.314	0.000	1.910	5.167	0.000
2.540	8.755	12.452	2.540	8.115	11.541	2.540	10.555	15.012
3.170	10.184	0.000	3.170	9.528	0.000	3.170	10.867	0.000
3.810	10.542	0.000	3.810	13.510	0.000	3.810	14.587	0.000
5.080	14.116	13.385	5.080	20.716	19.643	5.080	21.657	20.536
7.620	19.869	0.000	7.620	26.092	0.000	7.620	36.753	0.000
10.160	23.073	0.000	10.160	31.647	0.000	10.160	42.091	0.000
12.700	24.661	0.000	12.700	34.449	0.000	12.700	36.825	0.000

CBR

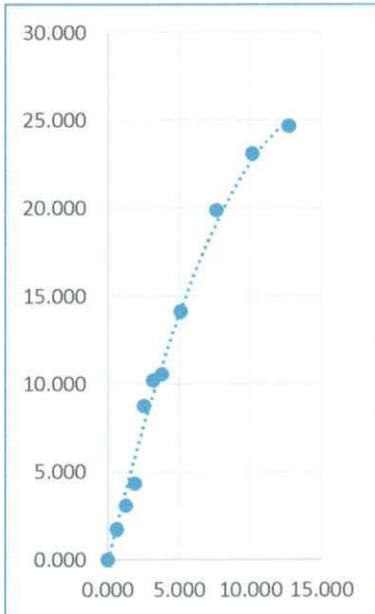


Informe N°:

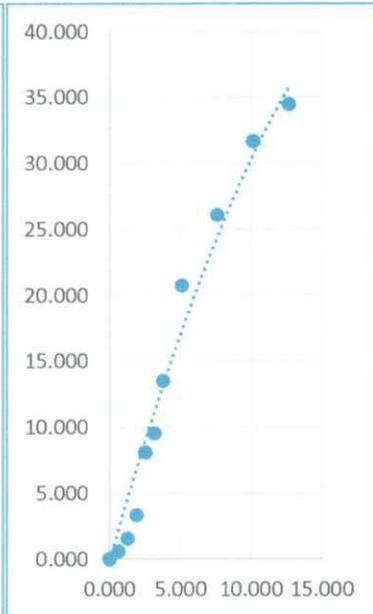
Fecha:

Realizado por:

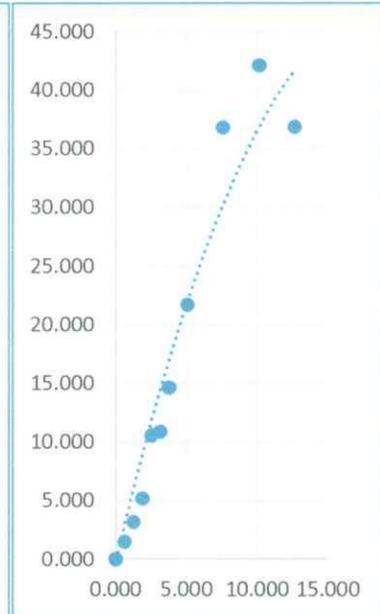
EC: 12 GOLPES



EC: 25 GOLPES



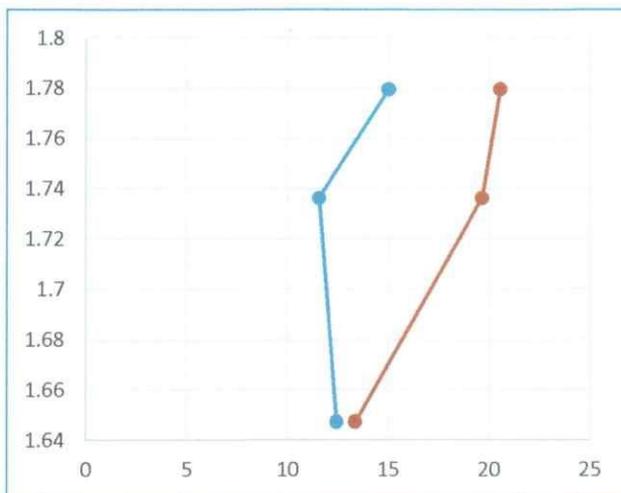
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	101.200	107.500	132.100
Peso de suelo seco + Tara (g)	93.320	101.100	123.220
Peso de Tara (g)	20.850	39.910	38.080
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2151.366	2151.366	2151.366
Contenido de humedad (%)	10.873	10.459	10.430
Peso de molde + Suelo compactado (g)	10932.000	11050.900	11736.200
Peso de molde	7002.600	6925.100	7508.200
Peso de suelo compactado (g)	3929.400	4125.800	4228.000
Densidad humeda (g/cm3)	1.826	1.918	1.965
Densidad seca (g/cm3)	1.647	1.736	1.780

JUNIOR JAVIER  
GAMIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557  
Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.780  
Optimo Contenido de Humedad (%): 11.000  
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.691

CBR al 100% de MDS (0.1"):	15.012
CBR al 100% de MDS (0.2"):	20.536
CBR al 95% de MDS (0.1"):	12.542
CBR al 95% de MDS (0.2"):	15.012

RESULTADOS:  
Valor CBR al 100% de MDS: 20.536  
Valor CBR al 95% de MDS: 15.012

CBR



UPAO

Informe N°:

Fecha:

Realizado por:

## DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELO
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR - VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	2
Descripción de la Muestra	C2+10%
Fecha de Muestreo	4/09/2023
Tiempo de Muestreo	12:50:00 AM
Fecha de Recepción de la Muestra	4/09/2023
Hora de Recepción	12:21:00 PM
Número de Golpes	1
Observaciones	0

## DATOS GENERALES DE LOS MOLDES

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA + 10% DE CENIZA	ARENA + 10% DE CENIZA	ARENA + 10% DE CENIZA
Profundidad	1.55	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.145	NTP 339.145
Metodo	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	8/31/2023	8/31/2023	8/31/2023
Fecha de Prueba	44935	44935	44935
Limite Liquido	0	0	0
Limite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4549.3	4549.3	4549.3
Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.7	1.7	1.7
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14	14	14
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

JUNIOR JAVIER  
GARRIGA SAMANIE  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726

## DATOS DE PENETRACIÓN

MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.630	1.882	0.000	0.630	0.868	0.000	0.630	1.731	0.000
1.270	4.034	0.000	1.270	2.260	0.000	1.270	3.712	0.000
1.910	6.564	0.000	1.910	4.841	0.000	1.910	6.039	0.000
2.540	10.126	14.402	2.540	8.835	12.565	2.540	9.316	13.250
3.170	13.805	0.000	3.170	13.919	0.000	3.170	12.700	0.000
3.810	18.530	0.000	3.810	19.737	0.000	3.810	17.048	0.000
5.080	27.512	26.087	5.080	30.263	28.696	5.080	25.311	24.001
7.620	46.688	0.000	7.620	38.117	0.000	7.620	42.953	0.000
10.160	53.469	0.000	10.160	46.232	0.000	10.160	49.192	0.000
12.700	46.780	0.000	12.700	50.326	0.000	12.700	43.037	0.000

CBR

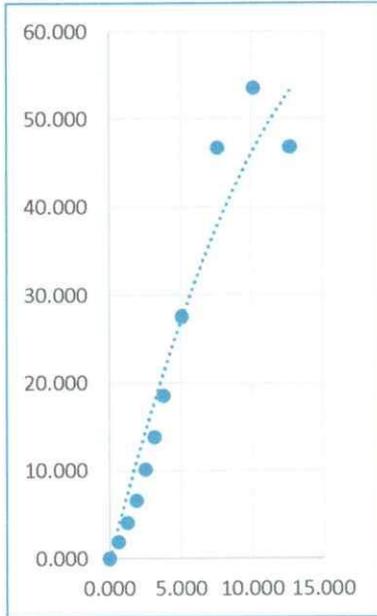


Informe N°:

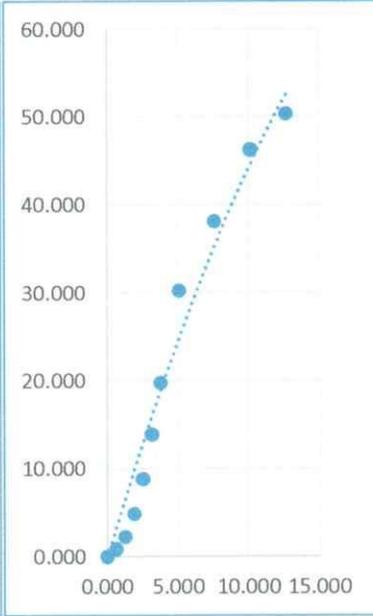
Fecha:

Realizado por:

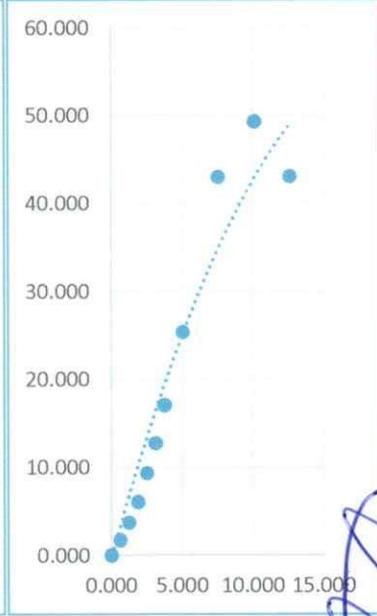
EC: 12 GOLPES



EC: 25 GOLPES



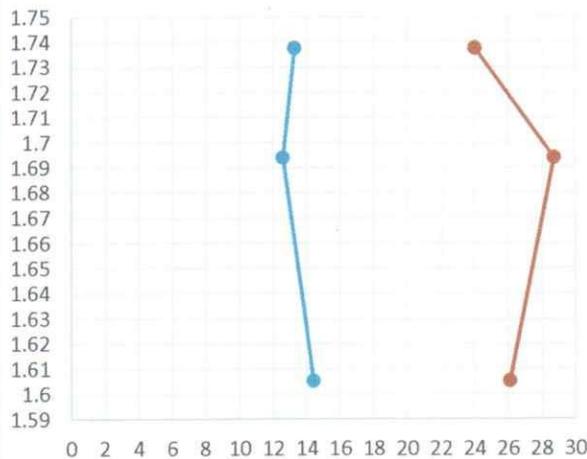
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	101.200	107.500	132.100
Peso de suelo seco + Tara (g)	93.320	101.100	123.220
Peso de Tara (g)	20.850	39.910	38.080
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2151.366	2151.366	2151.366
Contenido de humedad (%)	10.873	10.459	10.430
Peso de molde + Suelo compactado (g)	10832.000	10950.900	11636.200
Peso de molde	7002.600	6925.100	7508.200
Peso de suelo compactado (g)	3829.400	4025.800	4128.000
Densidad humeda (g/cm3)	1.780	1.871	1.919
Densidad seca (g/cm3)	1.605	1.694	1.738

JUNIOR JAVIER  
CAMILO SAMAME  
Ingeniero CIVIL



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3):	1.738
Optimo Contenido de Humedad (%):	14.400
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3):	1.651

CBR al 100% de MDS (0.1"):	13.250
CBR al 100% de MDS (0.2"):	24.001
CBR al 95% de MDS (0.1"):	6.234
CBR al 95% de MDS (0.2"):	22.801

RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS:	24.001
Valor CBR al 95% de MDS:	22.801

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°: Fecha: Realizado por:
------------	---	---

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELO
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR - VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	2
Descripción de la Muestra	C2+15%
Fecha de Muestreo	4/09/2023
Tiempo de Muestreo	12:50:00 AM
Fecha de Recepción de la Muestra	4/09/2023
Hora de Recepción	12:21:00 PM
Número de Golpes	1
Observaciones	0

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA + 15% DE CENIZA	ARENA + 15% DE CENIZA	ARENA + 15% DE CENIZA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.145	NTP 339.145
Método	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	8/31/2023	8/31/2023	8/31/2023
Fecha de Prueba	44935	44935	44935
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4549.3	4549.3	4549.3
Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.72	1.72
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.8	14.8	14.8
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

  
**INGENIERO CIVIL**  
**DAVID SAMAME**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.630	1.599	0.000	0.630	0.738	0.000	0.630	1.839	0.000
1.270	3.429	0.000	1.270	1.921	0.000	1.270	3.944	0.000
1.910	5.579	0.000	1.910	4.115	0.000	1.910	6.416	0.000
2.540	8.607	<b>12.242</b>	2.540	7.509	<b>10.680</b>	2.540	9.898	<b>14.078</b>
3.170	11.734	0.000	3.170	11.831	0.000	3.170	13.494	0.000
3.810	15.750	0.000	3.810	16.776	0.000	3.810	18.113	0.000
5.080	23.385	<b>22.174</b>	5.080	25.724	<b>24.392</b>	5.080	26.893	<b>25.501</b>
7.620	39.685	0.000	7.620	32.399	0.000	7.620	45.637	0.000
10.160	45.449	0.000	10.160	39.297	0.000	10.160	52.266	0.000
12.700	39.763	0.000	12.700	42.777	0.000	12.700	45.727	0.000

CBR



Informe N°:

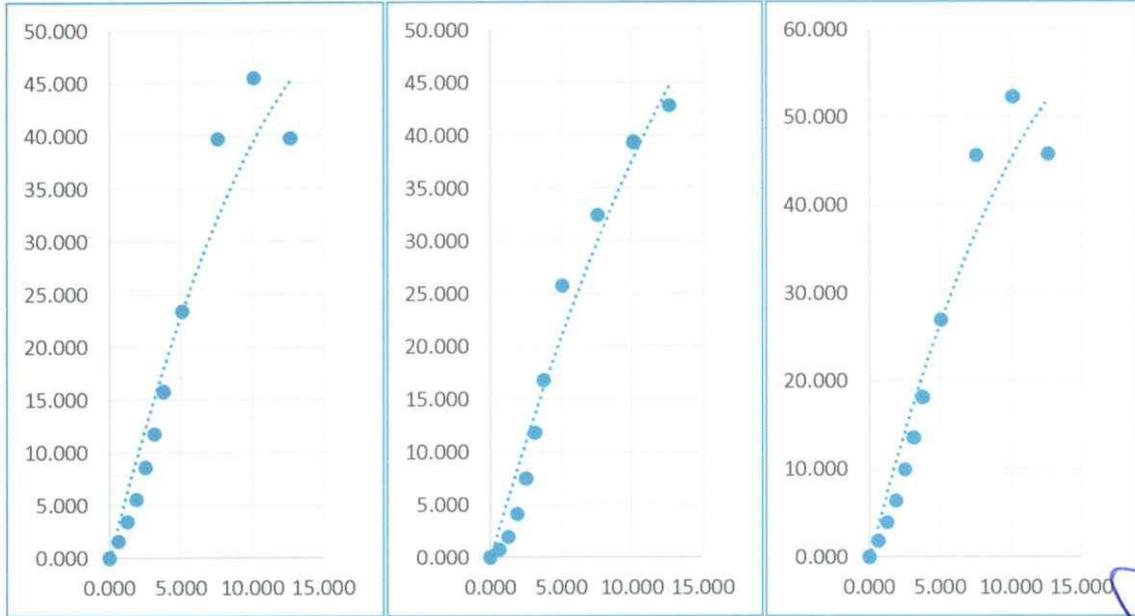
Fecha:

Realizado por:

EC: 12 GOLPES

EC: 25 GOLPES

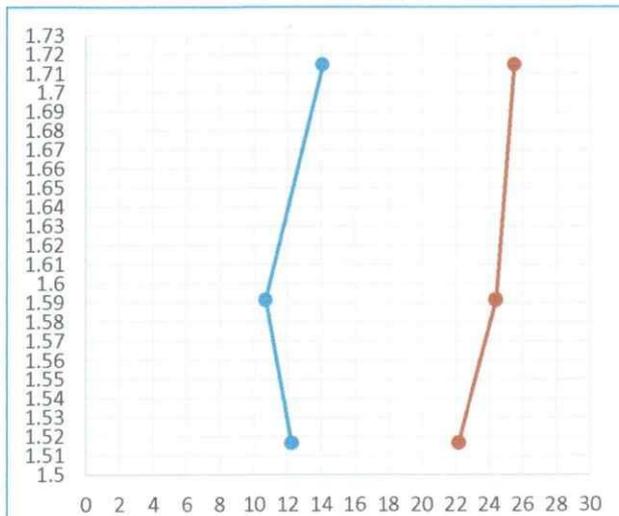
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	101.200	107.500	132.100
Peso de suelo seco + Tara (g)	89.320	97.400	118.220
Peso de Tara (g)	20.850	39.910	38.080
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2151.366	2151.366	2151.366
Contenido de humedad (%)	17.351	17.568	17.320
Peso de molde + Suelo compactado (g)	10832.000	10950.900	11836.200
Peso de molde	7002.600	6925.100	7508.200
Peso de suelo compactado (g)	3829.400	4025.800	4328.000
Densidad humeda (g/cm3)	1.780	1.871	2.012
Densidad seca (g/cm3)	1.517	1.592	1.715

JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.715

Optimo Contenido de Humedad (%): 17.500

95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.629

CBR al 100% de MDS (0.1"):	26.003
CBR al 100% de MDS (0.2"):	25.501
CBR al 95% de MDS (0.1"):	11.783
CBR al 95% de MDS (0.2"):	25.264

RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS: 26.003

Valor CBR al 95% de MDS: 25.264

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°:
		Fecha:
		Realizado por:

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	1
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	1
Descripción de la Muestra	C3+5%
Fecha de Muestreo	6/09/2023
Tiempo de Muestreo	2.083333333
Fecha de Recepción de la Muestra	6/09/2023
Hora de Recepción	0.729861111
Número de Golpes	3
Observaciones	AREANA + 5% DE CENIZA

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA +5% DE CENIZA C2	ARENA + 5% CENIZA C2	ARENA +5% DE CENIZA C2
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.147	NTP 339.147	NTP 339.147
Metodo	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	44966	44966	44966
Fecha de Prueba	45086	45086	45086
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4555.3	4555.3	4555.3
Densidad Máxima Seca (g/cm3)	1.78	1.78	1.78
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11	11	11
Número de Golpes	12	25	12
Observaciones	0	0	0

JUNIOR JAVIER  
 SANDYA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)
0.000	-0.014	0.000	0.000	0.064	0.000	0.000	0.036	0.000
0.630	1.400	0.000	0.630	1.951	0.000	0.630	1.858	0.000
1.270	2.831	0.000	1.270	4.172	0.000	1.270	4.250	0.000
1.910	4.383	0.000	1.910	6.618	0.000	1.910	7.107	0.000
2.540	6.013	<b>8.552</b>	2.540	8.866	<b>12.609</b>	2.540	9.798	<b>13.936</b>
3.170	7.572	0.000	3.170	10.419	0.000	3.170	12.202	0.000
3.810	9.020	0.000	3.810	12.738	0.000	3.810	14.499	0.000
5.080	12.987	<b>12.315</b>	5.080	14.641	<b>13.883</b>	5.080	17.824	<b>16.901</b>
7.620	15.206	0.000	7.620	17.715	0.000	7.620	21.692	0.000
10.160	18.417	0.000	10.160	20.097	0.000	10.160	25.405	0.000
12.700	21.127	0.000	12.700	22.131	0.000	12.700	27.499	0.000

CBR



Informe N°:

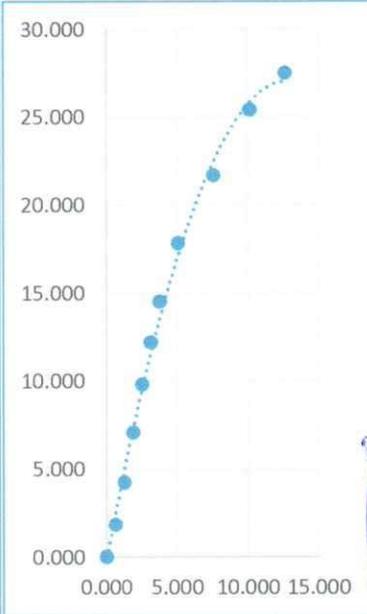
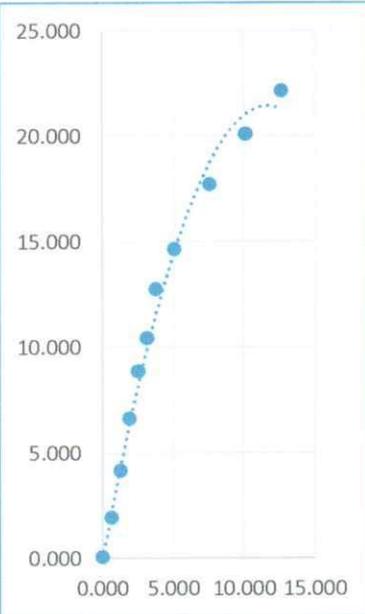
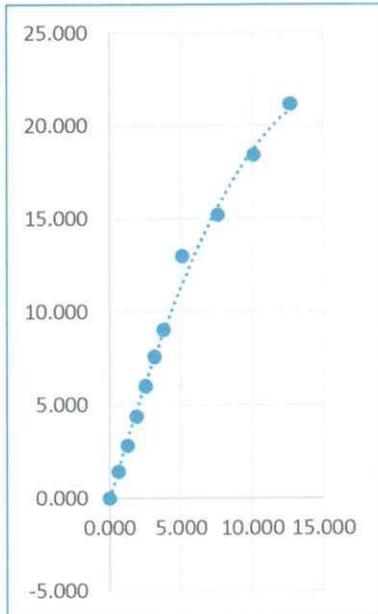
Fecha:

Realizado por:

EC: 12 GOLPES

EC: 25 GOLPES

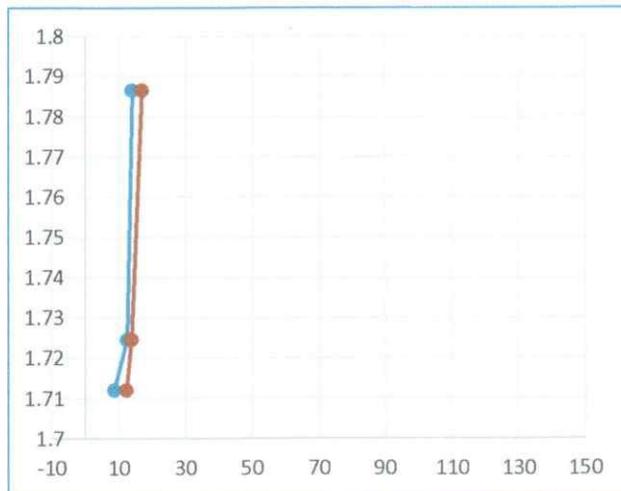
EC: 12 GOLPES



JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726

DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	133.030	106.560	133.870
Peso de suelo seco + Tara (g)	124.910	97.860	124.770
Peso de Tara (g)	39.510	13.700	39.570
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2068.363	2068.363	2068.363
Contenido de humedad (%)	9.508	10.337	10.681
Peso de molde + Suelo compactado (g)	11303.000	10940.000	11017.000
Peso de molde	7425.000	7004.000	6927.000
Peso de suelo compactado (g)	3878.000	3936.000	4090.000
Densidad humeda (g/cm3)	1.875	1.903	1.977
Densidad seca (g/cm3)	1.712	1.725	1.787



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.787  
Optimo Contenido de Humedad (%): 11.000  
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.697

CBR al 100% de MDS (0.1"):	13.936
CBR al 100% de MDS (0.2"):	16.901
CBR al 95% de MDS (0.1"):	2.181
CBR al 95% de MDS (0.2"):	10.061

RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS: 16.901  
Valor CBR al 95% de MDS: 10.061

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°: Fecha: Realizado por:
------------	---	---

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	estabilizacion de suelos con ceniza
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	pur pur-viru
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	c3-c
Descripción de la Muestra	C3+10%
Fecha de Muestreo	12/08/2023
Tiempo de Muestreo	0.034722222
Fecha de Recepción de la Muestra	12/08/2023
Hora de Recepción	0.721527778
Número de Golpes	1
Observaciones	ninguna

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	arena+ceniza	arena + ceniza	arena+ceniza
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	ntp 339.147	ntp 339.147	ntp 339.147
Metodo	ensayo de cbr	ensayo de cbr	ensayo de CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	45146	45146	45146
Fecha de Prueba	45268	45268	45238
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4536.5	4536.5	4536.5
Densidad Máxima Seca (g/cm3)	1.74	1.74	1.74
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.4	14	14.4
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.012	0.000
0.630	1.526	0.000	0.630	1.170	0.000	0.630	1.602	0.000
1.270	3.225	0.000	1.270	2.980	0.000	1.270	4.051	0.000
1.910	5.012	0.000	1.910	4.408	0.000	1.910	7.451	0.000
2.540	6.704	<b>9.535</b>	2.540	7.254	<b>10.318</b>	2.540	11.072	<b>15.748</b>
3.170	8.282	0.000	3.170	9.084	0.000	3.170	14.675	0.000
3.810	9.758	0.000	3.810	10.838	0.000	3.810	17.847	0.000
5.080	12.247	<b>11.613</b>	5.080	13.818	<b>13.103</b>	5.080	23.291	<b>22.085</b>
7.620	15.726	0.000	7.620	18.149	0.000	7.620	30.598	0.000
10.160	18.870	0.000	10.160	21.454	0.000	10.160	33.718	0.000
12.700	23.581	0.000	12.700	23.322	0.000	12.700	37.460	0.000

**CBR**

Informe N°:

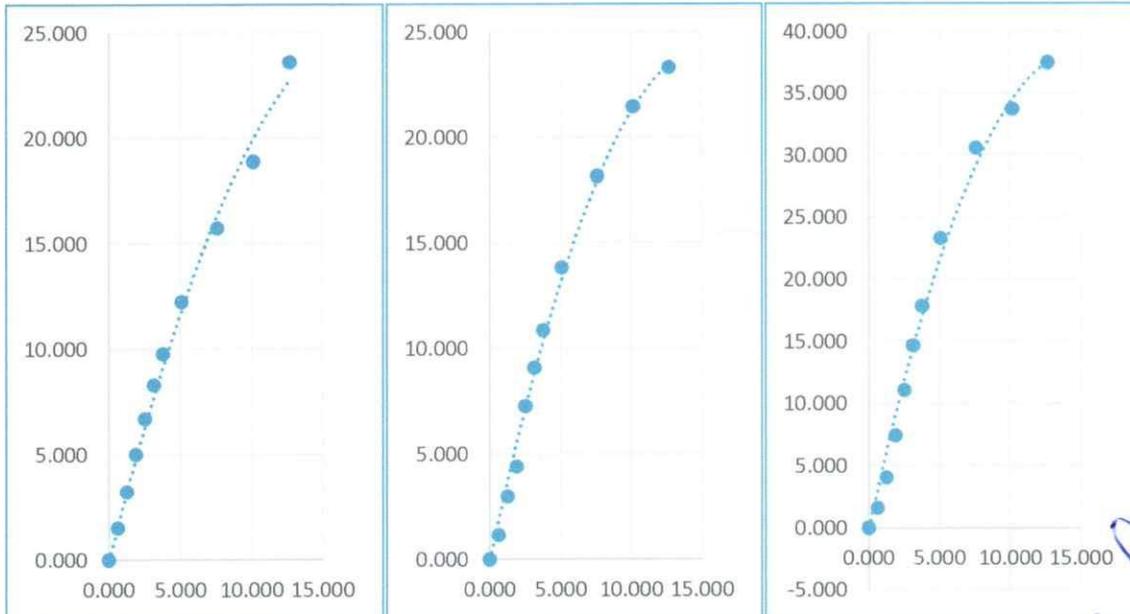
Fecha:

Realizado por:

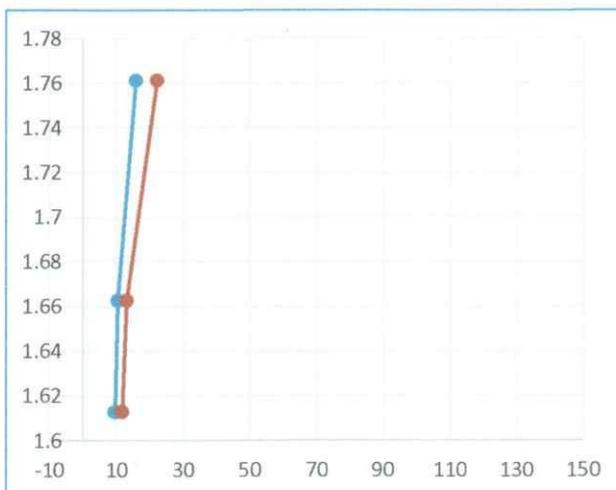
EC: 12 GOLPES

EC: 25 GOLPES

EC: 56 GOLPES

**DATOS DE COMPACTACIÓN**

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	92.000	124.220	118.400
Peso de suelo seco + Tara (g)	83.500	114.860	109.430
Peso de Tara (g)	13.500	39.700	37.400
Volumen del Suelo Compactado (cm <sup>3</sup> )	2068.363	2068.363	2068.363
Contenido de humedad (%)	12.143	12.453	12.453
Peso de molde + Suelo compactado (g)	10817.200	10937.200	11620.800
Peso de molde	7075.800	7069.500	7524.200
Peso de suelo compactado (g)	3741.400	3867.700	4096.600
Densidad humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.809	1.870	1.981
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.613	1.663	1.761

**METODO DE COMPACTACION ASTM D1557**

Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>): 1.761  
 Optimo Contenido de Humedad (%): 14.400  
 95% Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>): 1.673

CBR al 100% de MDS (0.1"):	15.749
CBR al 100% de MDS (0.2"):	22.085
CBR al 95% de MDS (0.1"):	10.639
CBR al 95% de MDS (0.2"):	13.658

**RESULTADOS:**

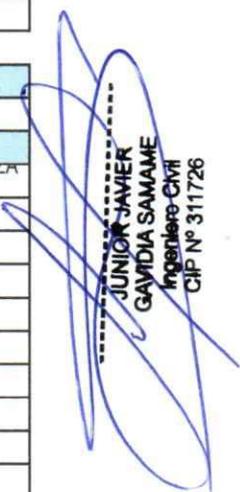
Valor CBR al 100% de MDS: 22.085  
 Valor CBR al 95% de MDS: 13.658

JUNIOR JAVIER  
 GAMBIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°:
		Fecha:
		Realizado por:

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	1
Ubicación de la Muestra	PUR PUR -VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	1
Número de Muestra	1
Descripción de la Muestra	C3+15%
Fecha de Muestreo	9/09/2023
Tiempo de Muestreo	0.034722222
Fecha de Recepción de la Muestra	9/09/2023
Hora de Recepción	0.495833333
Número de Golpes	1
Observaciones	0

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA + 15% DE CENIZA C2	ARENA + 15% DE CENIZA	ARENA + 15% DE CENIZA C2
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.147	NTP 339.147	NTP 339.147
Metodo	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR	ENSAYO DE CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	45055	45055	45055
Fecha de Prueba	45178	45178	45178
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	4554.2	4554.2	4554.2
Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.67	1.67
Óptimo Contenido de Humedad (%)	17.5	17.5	17.5
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

  
 JUNIOR JAVIER  
 GABRIELA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.630	1.156	0.000	0.630	1.417	0.000	0.630	0.569	0.000
1.270	2.233	0.000	1.270	3.128	0.000	1.270	1.540	0.000
1.910	3.336	0.000	1.910	5.081	0.000	1.910	2.890	0.000
2.540	4.399	<b>6.257</b>	2.540	7.024	<b>9.990</b>	2.540	4.580	<b>6.514</b>
3.170	5.384	0.000	3.170	8.880	0.000	3.170	6.523	0.000
3.810	5.953	0.000	3.810	10.707	0.000	3.810	8.785	0.000
5.080	8.049	<b>7.632</b>	5.080	14.065	<b>13.337</b>	5.080	13.659	<b>12.952</b>
7.620	10.951	0.000	7.620	19.518	0.000	7.620	22.888	0.000
10.160	13.251	0.000	10.160	22.672	0.000	10.160	29.539	0.000
12.700	19.897	0.000	12.700	25.270	0.000	12.700	34.917	0.000

CBR

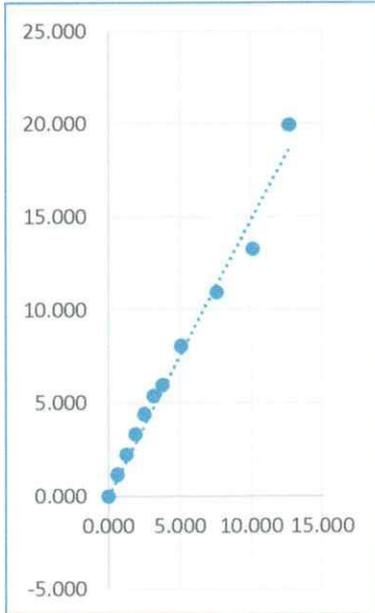


Informe N°:

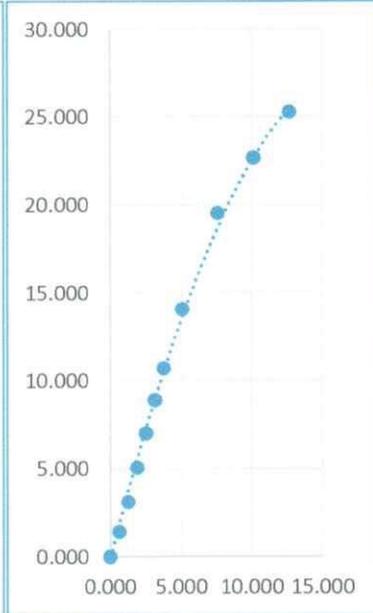
Fecha:

Realizado por:

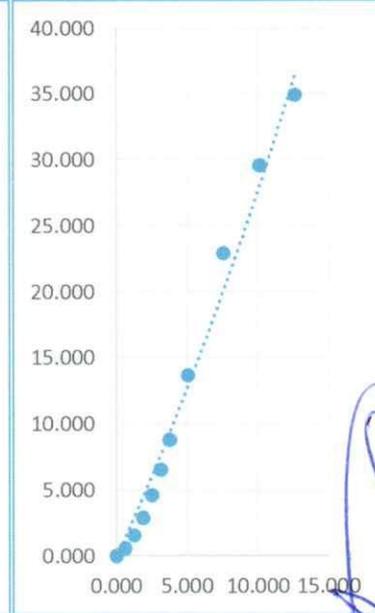
EC: 12 GOLPES



EC: 25 GOLPES



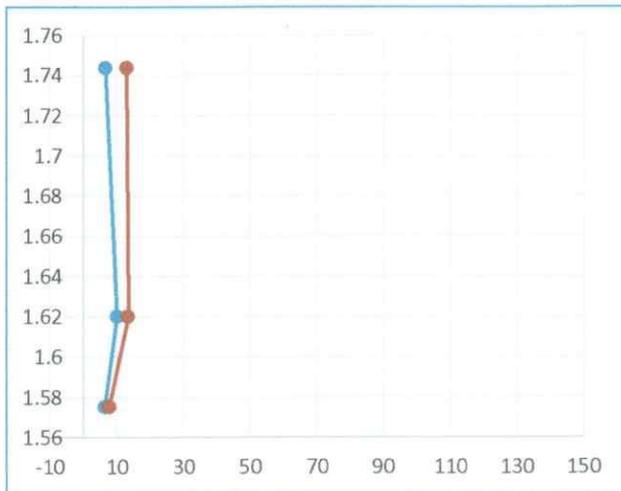
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	130.800	130.800	130.800
Peso de suelo seco + Tara (g)	119.070	119.070	119.070
Peso de Tara (g)	39.900	39.090	39.900
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2068.363	2068.363	2068.363
Contenido de humedad (%)	14.816	14.666	14.816
Peso de molde + Suelo compactado (g)	11166.000	10847.000	11068.500
Peso de molde	7425.000	7004.000	6927.000
Peso de suelo compactado (g)	3741.000	3843.000	4141.500
Densidad humeda (g/cm3)	1.809	1.858	2.002
Densidad seca (g/cm3)	1.575	1.620	1.744

JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.744  
Optimo Contenido de Humedad (%): 17.500  
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.657

CBR al 100% de MDS (0.1"):	9.991
CBR al 100% de MDS (0.2"):	13.337
CBR al 95% de MDS (0.1"):	7.096
CBR al 95% de MDS (0.2"):	15.338

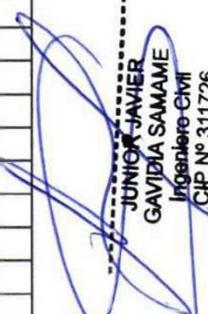
RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS: 13.337  
Valor CBR al 95% de MDS: 15.338

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°: Fecha: Realizado por:
------------	---	---

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	0
Ubicación de la Muestra	PUR PUR- VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	2
Número de Muestra	0
Descripción de la Muestra	C4+5%
Fecha de Muestreo	4/09/2023
Tiempo de Muestreo	0.8125
Fecha de Recepción de la Muestra	8/09/2023
Hora de Recepción	06:58:00 PM
Número de Golpes	2
Observaciones	NINGUNA

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA+5% DE CENIZA	ARENA+5% DE CENIZA	ARENA+5% DE CENIZA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.145	NTP 339.145
Metodo	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR	ENSAYO DE CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	45237	45237	45237
Fecha de Prueba	15/07/2023	15/07/2023	15/07/2023
Límite Líquido	0	0	0
Límite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	5753.2	5753.2	5753.2
Densidad Máxima Seca (g/cm3)	1.79	1.79	1.79
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.5	12.5	12.5
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

  
**JUNIOR JAVIER**  
**GAVIDIA SAMAME**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.630	2.201	0.000	0.630	2.149	0.000	0.630	1.491	0.000
1.270	4.521	0.000	1.270	4.441	0.000	1.270	3.807	0.000
1.910	7.192	0.000	1.910	7.766	0.000	1.910	6.709	0.000
2.540	9.975	<b>14.187</b>	2.540	11.780	<b>16.755</b>	2.540	10.341	<b>14.708</b>
3.170	12.881	0.000	3.170	16.473	0.000	3.170	15.359	0.000
3.810	15.245	0.000	3.810	21.261	0.000	3.810	19.343	0.000
5.080	20.192	<b>19.147</b>	5.080	29.430	<b>27.906</b>	5.080	28.773	<b>27.283</b>
7.620	30.370	0.000	7.620	40.616	0.000	7.620	38.699	0.000
10.160	35.067	0.000	10.160	41.753	0.000	10.160	40.497	0.000
12.700	40.349	0.000	12.700	45.495	0.000	12.700	41.119	0.000

**CBR**



Informe N°:

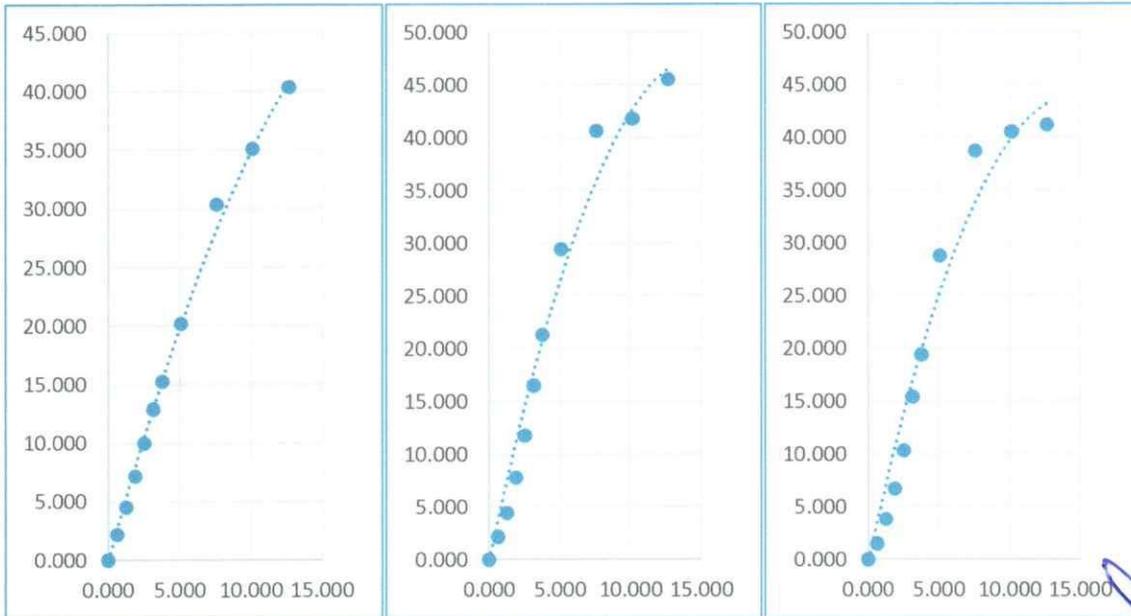
Fecha:

Realizado por:

EC: 12 GOLPES

EC: 25 GOLPES

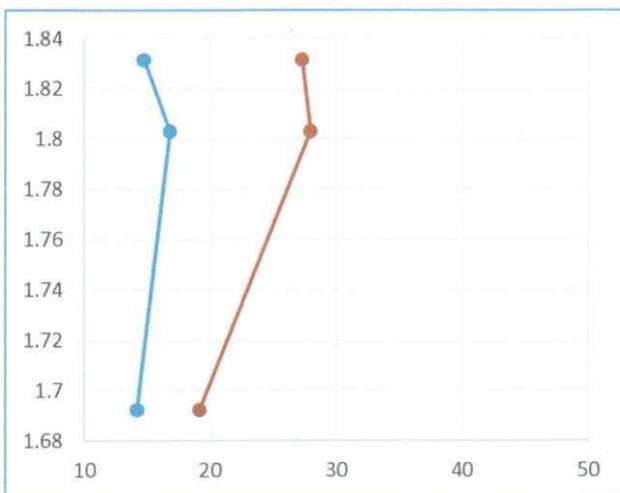
EC: 56 GOLPES



**DATOS DE COMPACTACIÓN**

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	109.730	104.110	77.200
Peso de suelo seco + Tara (g)	103.800	95.800	72.200
Peso de Tara (g)	38.860	14.300	14.180
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2013.935	2013.935	2013.935
Contenido de humedad (%)	12.100	12.300	12.540
Peso de molde + Suelo compactado (g)	10925.500	11169.500	11256.200
Peso de molde	7104.700	7091.700	7105.100
Peso de suelo compactado (g)	3820.800	4077.800	4151.100
Densidad humeda (g/cm3)	1.897	2.025	2.061
Densidad seca (g/cm3)	1.692	1.803	1.832

JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726



**METODO DE COMPACTACION ASTM D1557**  
 Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.832  
 Optimo Contenido de Humedad (%): 12.700  
 95% Maxima Densidad Seca (g/cm3): 1.740

CBR al 100% de MDS (0.1"):	14.746
CBR al 100% de MDS (0.2"):	29.864
CBR al 95% de MDS (0.1"):	15.165
CBR al 95% de MDS (0.2"):	21.614

**RESULTADOS:**  
 Valor CBR al 100% de MDS: 29.864  
 Valor CBR al 95% de MDS: 21.614

CBR



Informe N°:

Fecha:

Realizado por:

## DATOS DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	0
Ubicación de la Muestra	PUR PUR- VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	2
Número de Muestra	0
Descripción de la Muestra	C4+10%
Fecha de Muestreo	4/09/2023
Tiempo de Muestreo	0.8125
Fecha de Recepción de la Muestra	8/09/2023
Hora de Recepción	06:58:00 PM
Número de Golpes	2
Observaciones	NINGUNA

## DATOS GENERALES DE LOS MOLDES

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA+10% DE CENIZA	ARENA+10% DE CENIZA	ARENA+10% DE CENIZA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.145	NTP 339.145
Metodo	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR	ENSAYO DE CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	45237	45237	45237
Fecha de Prueba	15/07/2023	15/07/2023	15/07/2023
Limite Líquido	0	0	0
Limite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	5753.2	5753.2	5753.2
Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.71	1.71
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.2	13.2	13.2
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

JUNIOR JAVIER  
GAVILAN SAMAME  
Ingeniero Civil  
CMT Nº 311726

## DATOS DE PENETRACIÓN

MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.630	1.760	0.000	0.630	1.719	0.000	0.630	1.193	0.000
1.270	3.617	0.000	1.270	3.553	0.000	1.270	3.046	0.000
1.910	5.754	0.000	1.910	6.213	0.000	1.910	5.368	0.000
2.540	7.980	11.349	2.540	9.424	13.404	2.540	8.273	11.767
3.170	10.305	0.000	3.170	13.178	0.000	3.170	12.287	0.000
3.810	12.196	0.000	3.810	17.009	0.000	3.810	15.475	0.000
5.080	16.154	15.318	5.080	23.544	22.325	5.080	23.018	21.826
7.620	24.296	0.000	7.620	32.493	0.000	7.620	30.959	0.000
10.160	28.054	0.000	10.160	33.402	0.000	10.160	32.397	0.000
12.700	32.279	0.000	12.700	36.396	0.000	12.700	32.895	0.000

CBR



Informe N°:

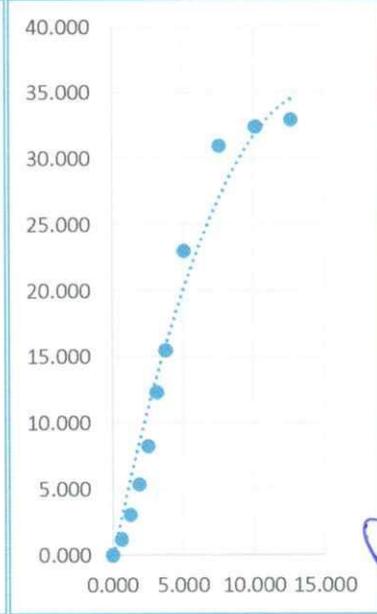
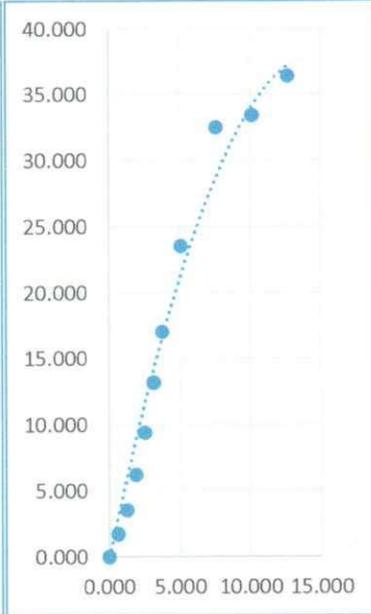
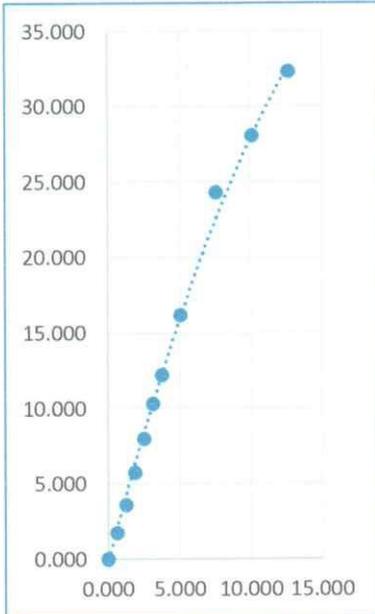
Fecha:

Realizado por:

EC: 12 GOLPES

EC: 25 GOLPES

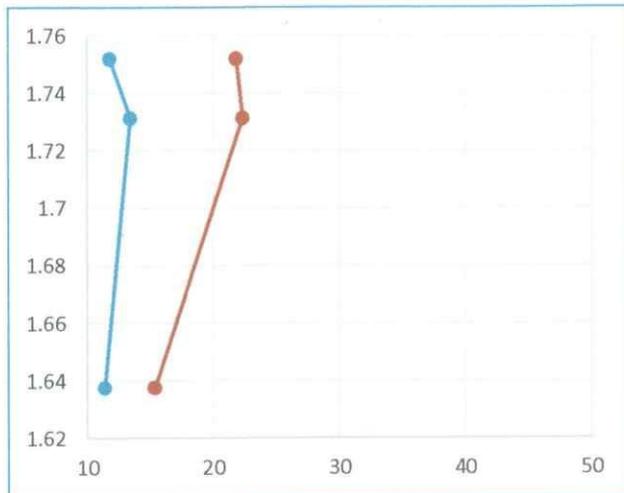
EC: 56 GOLPES



DATOS DE COMPACTACIÓN

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso de suelo humedo + Tara (g)	109.730	104.110	77.200
Peso de suelo seco + Tara (g)	103.800	95.800	72.200
Peso de Tara (g)	38.860	14.300	14.180
Volumen del Suelo Compactado (cm3)	2013.935	2013.935	2013.935
Contenido de humedad (%)	12.821	12.648	13.002
Peso de molde + Suelo compactado (g)	10825.500	11019.500	11092.200
Peso de molde	7104.700	7091.700	7105.100
Peso de suelo compactado (g)	3720.800	3927.800	3987.100
Densidad humeda (g/cm3)	1.848	1.950	1.980
Densidad seca (g/cm3)	1.638	1.731	1.752

JUNIOR JAVIER  
GABRIELA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP N° 311726



METODO DE COMPACTACION ASTM D1557

Maxima Densidad Seca (g/cm3):	1.752
Optimo Contenido de Humedad (%):	12.700
95% Maxima Densidad Seca (g/cm3):	1.664

CBR al 100% de MDS (0.1"):	12.698
CBR al 100% de MDS (0.2"):	23.654
CBR al 95% de MDS (0.1"):	13.234
CBR al 95% de MDS (0.2"):	18.826

RESULTADOS:

Valor CBR al 100% de MDS:	23.654
Valor CBR al 95% de MDS:	18.826

<b>CBR</b>	 <b>UPAO</b>	Informe N°:
		Fecha:
		Realizado por:

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS
Número del Proyecto	0
Ubicación de la Muestra	PUR PUR- VIRU
Solicitante	CASTAÑEDA
Número de Trabajo	2
Número de Muestra	0
Descripción de la Muestra	C4+15%
Fecha de Muestreo	4/09/2023
Tiempo de Muestreo	0.8125
Fecha de Recepción de la Muestra	8/09/2023
Hora de Recepción	06:58:00 PM
Número de Golpes	2
Observaciones	NINGUNA

DATOS GENERALES DE LOS MOLDES			
	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Descripción	ARENA+10% DE CENIZA	ARENA+10% DE CENIZA	ARENA+10% DE CENIZA
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Procedimiento	NTP 339.145	NTP 339.145	NTP 339.145
Metodo	ENSAYO CBR	ENSAYO CBR	ENSAYO DE CBR
Tipo de Muestra	Remoldeado	Remoldeado	Remoldeado
Fecha de Moldeo	45237	45237	45237
Fecha de Prueba	15/07/2023	15/07/2023	15/07/2023
Limite Liquido	0	0	0
Limite Plástico	0	0	0
Peso Suplemento (g)	5753.2	5753.2	5753.2
Densidad Máxima Seca (g/cm3)	1.73	1.73	1.73
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.1	14.1	14.1
Número de Golpes	12	25	56
Observaciones	0	0	0

JUNIO TORRES  
 GABRIELA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

DATOS DE PENETRACIÓN								
MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/Cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)	Penetración (mm)	Esf. Cort. (kg/cm2)	CBR (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.630	1.408	0.000	0.630	1.532	0.000	0.630	1.329	0.000
1.270	2.893	0.000	1.270	3.167	0.000	1.270	3.394	0.000
1.910	4.603	0.000	1.910	5.538	0.000	1.910	5.981	0.000
2.540	6.384	<b>9.079</b>	2.540	8.401	<b>11.949</b>	2.540	9.219	<b>13.111</b>
3.170	8.244	0.000	3.170	11.747	0.000	3.170	13.691	0.000
3.810	9.757	0.000	3.810	15.162	0.000	3.810	17.243	0.000
5.080	12.923	<b>12.254</b>	5.080	20.987	<b>19.901</b>	5.080	25.649	<b>24.321</b>
7.620	19.437	0.000	7.620	28.965	0.000	7.620	34.497	0.000
10.160	22.443	0.000	10.160	29.776	0.000	10.160	36.100	0.000
12.700	25.823	0.000	12.700	32.444	0.000	12.700	36.654	0.000

Figura 12. Recolección de muestras C-1



Figura 14. Recolección de muestras C-2



Figura 13. Recolección de muestras C-3



Figura 15. Recolección de muestras C-4



Figura 16. Muestras recolectadas del área de estudio



Figura 17. Pesaje y cuarteo de la muestra antes de ser metida al Horno



Figura 18. Tamizado de las muestras recolectadas (Ensayo de Granulometría)



Figura 19. Ensayo de contenido de humedad



Figura 20. Ensayo de Proctor modificado



Figura 21. Ensayo de Proctor modificado con ceniza



*Figura 22. Ensayo de CBR*



*Figura 23. Ensayo de CBR, muestras sumergidas en agua*



*Figura 24. Uso de la prensa de ensayo de CBR del laboratorio*



*Figura 25. Ceniza que fue utilizada en el estudio, obtenida de la fábrica “Agroindustrial Laredo”*



Figura 26. Plano ubicación Condominios ecológicos Dunas de Pur-Pur

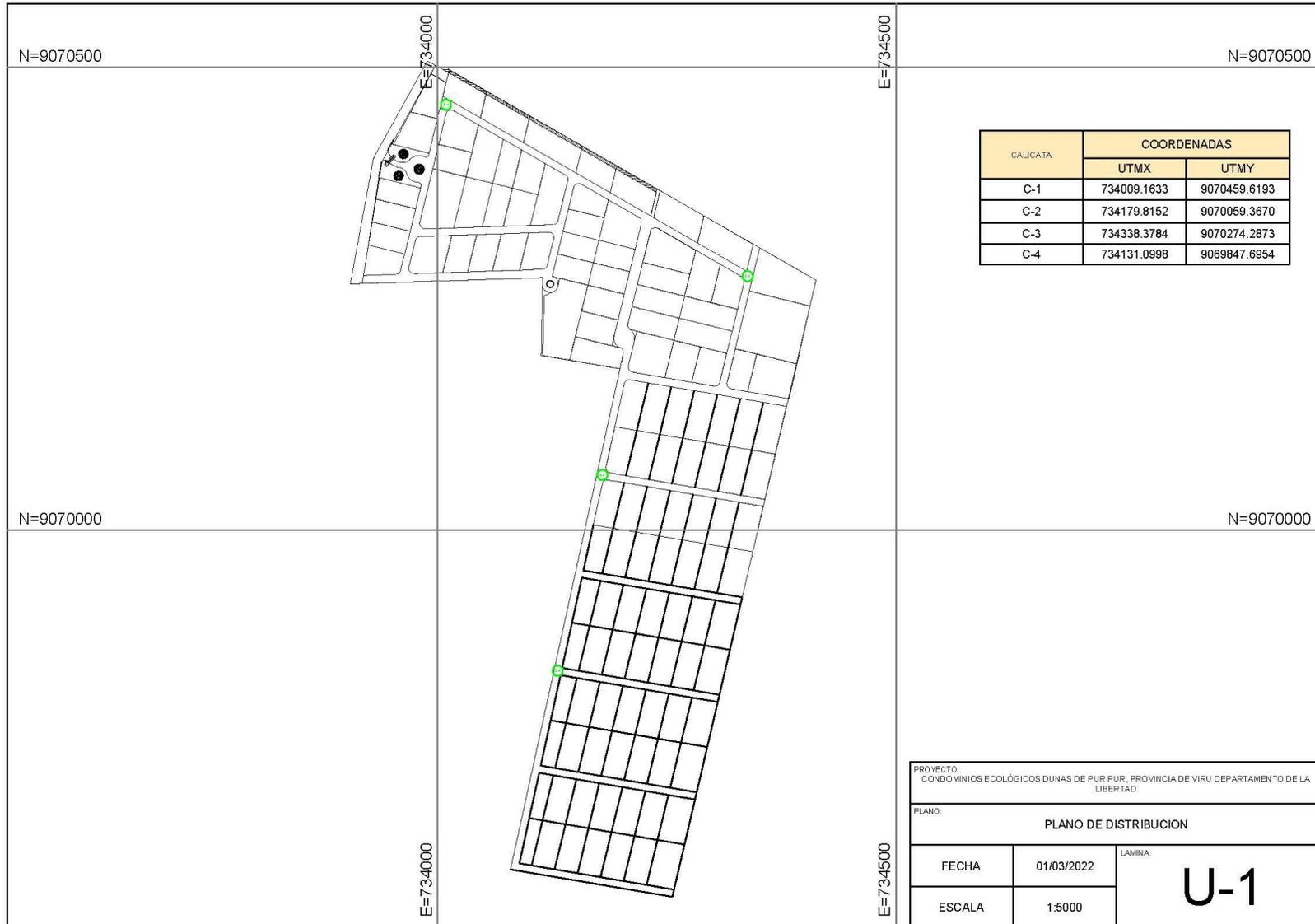


Figura 27. Ubicación calicata 1 (C-1)

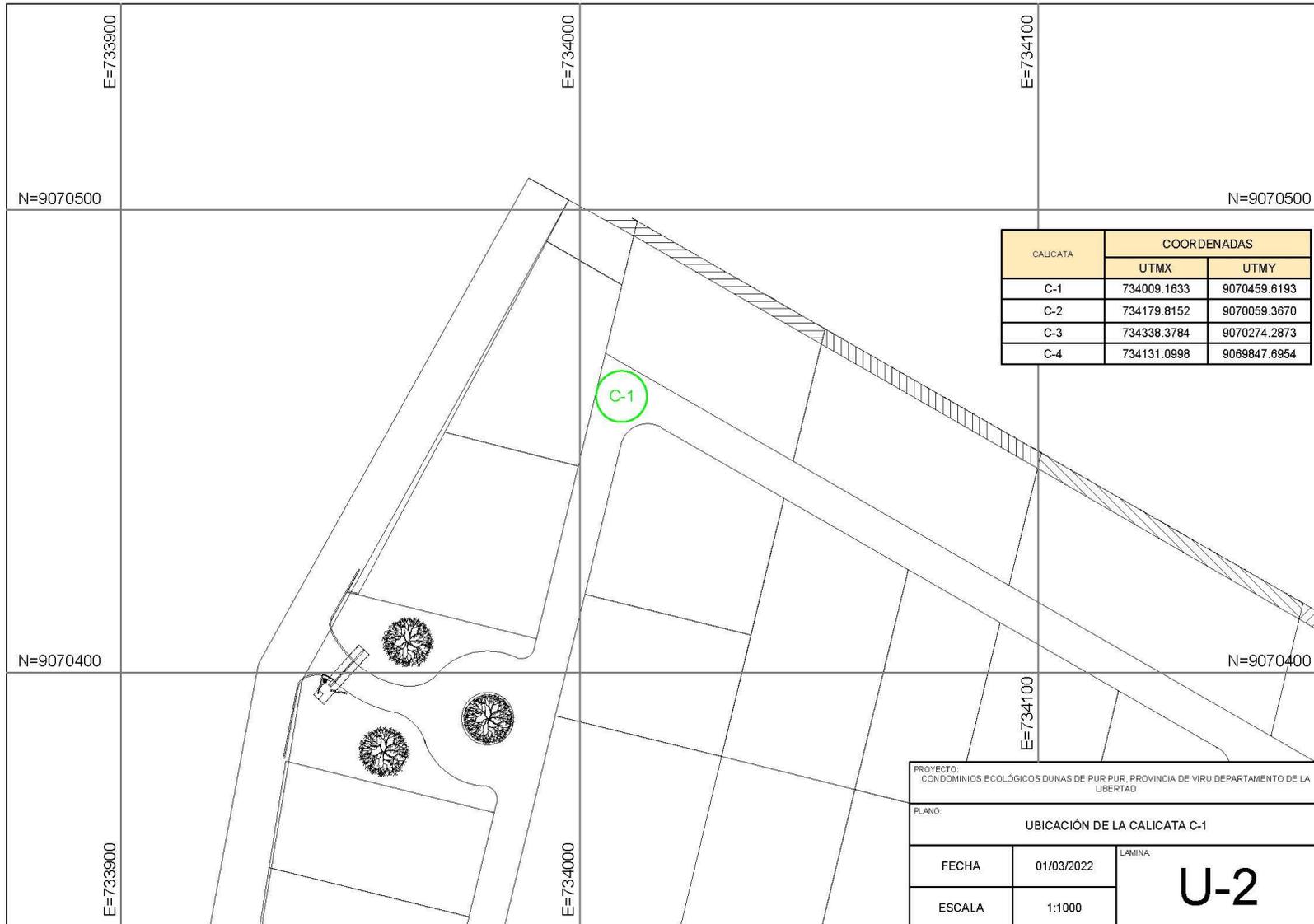


Figura 28. Ubicación calicata 2 (C-2)

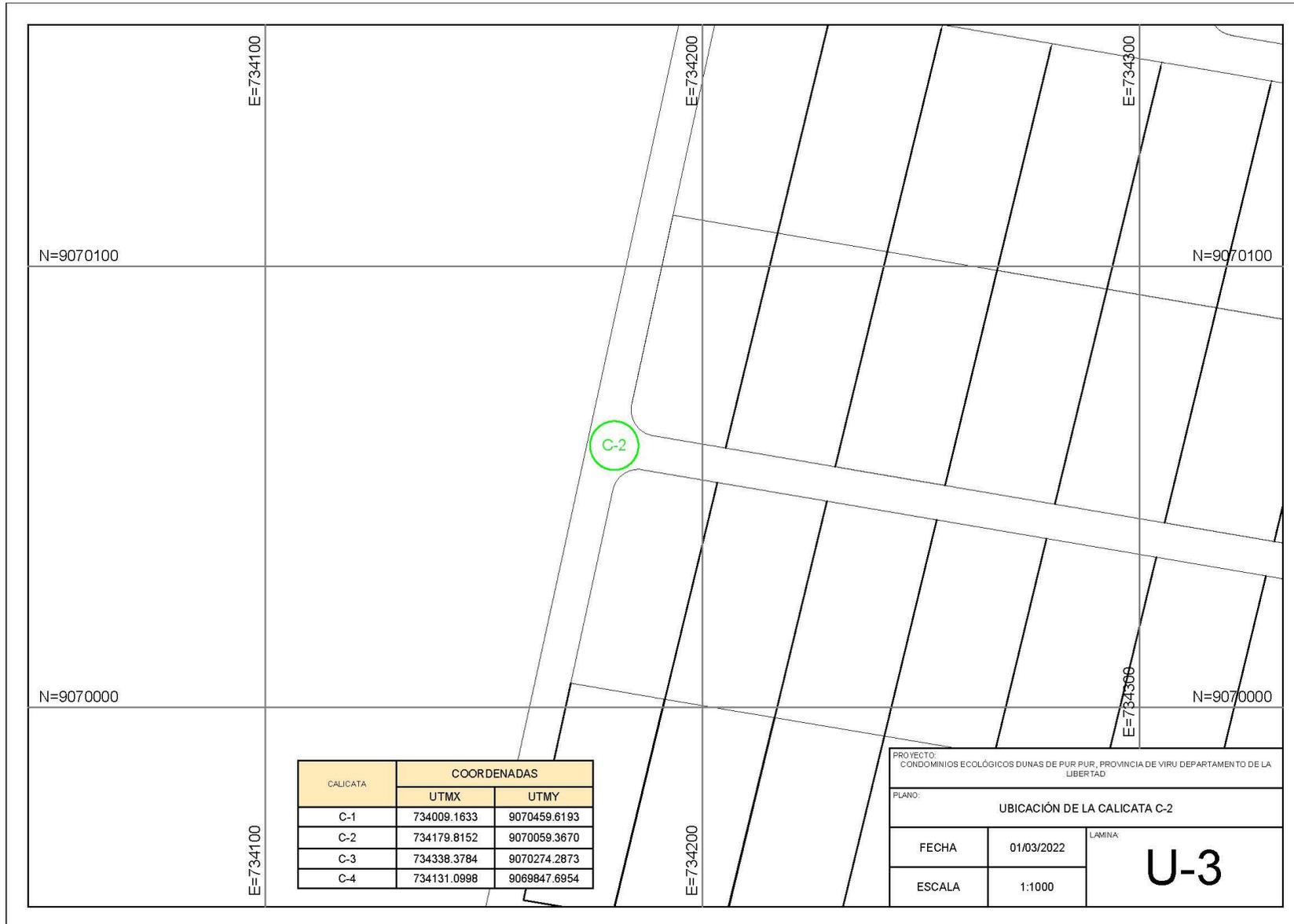


Figura 29. Ubicación calicata 3 (C-3)

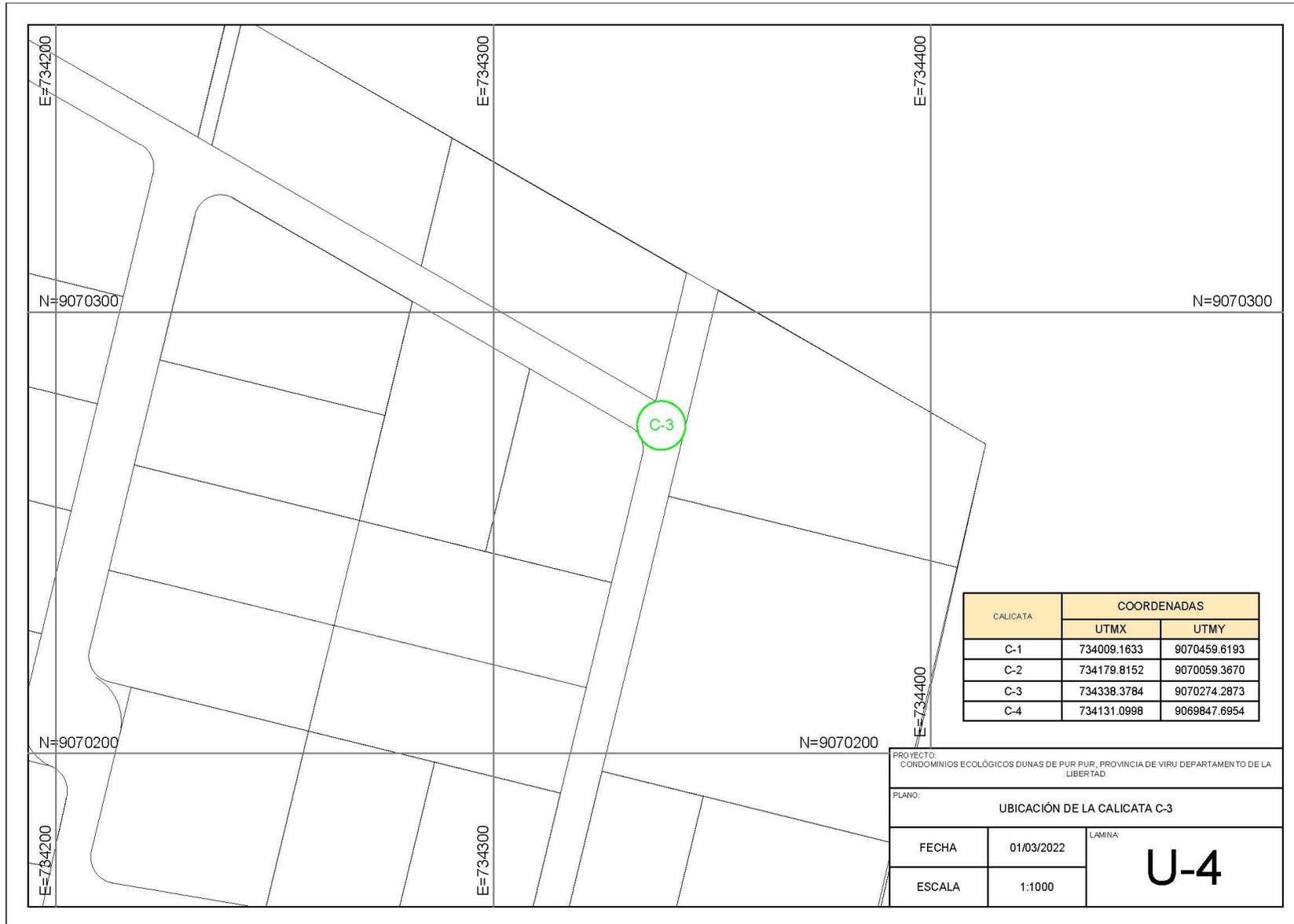


Figura 30. Ubicación calicata 4 (C-4)

