



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para  
mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas,  
Pasco 2024

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

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Huaroc Tumialan, Ruth Kary (orcid.org/0000-0002-8429-4290)

**ASESOR:**

M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:** Desarrollo  
económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

## **Dedicatoria**

Mi trabajo de investigación, en primer lugar está dedicado a Dios, dado que me proporcionó conocimiento y me condujo por el camino adecuado en el transcurso de mi carrera universitaria, permitiéndome cumplir una de mis metas.

Asimismo dedico este logro a mis padres Ramiro Huaroc Sinche y Kary Mariluz Tumialan Sambrano, por el apoyo incondicional que me han brindado durante el transcurso de mi trayectoria académica y por motivarme a seguir adelante, también dedico este trabajo a mis fieles compañeras Layla y Peque por el apoyo emocional que me brindaron.

## Agradecimiento

Agradezco a la Universidad César Vallejo por prepararme para el futuro y así poder enfrentar desafíos en el mundo laboral contribuyendo de manera significativa a la sociedad y por proporcionarme el laboratorio para realizar mis ensayos.

Agradezco sinceramente al ingeniero Luis Jimmy, Clemente Condori por haber sido un mentor excepcional durante el proceso de realización de mi tesis, su dedicación y conocimiento han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Agradezco a mis padres por ser mis guías, mi inspiración y mi mayor soporte. Asimismo agradezco a todos mis familiares que participaron para hacer realidad uno de mis sueños.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024", cuyo autor es HUAROC TUMIALAN RUTH KARY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 10 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LUIS JIMMY CLEMENTE CONDORI <b>DNI:</b> 09957407 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0250-4363	Firmado electrónicamente por: LCLEMENTECO el 17-07-2024 15:14:57

Código documento Trilce: TRI - 0808443



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, HUAROC TUMIALAN RUTH KARY estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
RUTH KARY HUAROC TUMIALAN <b>DNI:</b> 74721441 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8429-4290	Firmado electrónicamente por: RHUAROCT el 10-07- 2024 14:13:55

Código documento Trilce: TRI - 0808441

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria del Asesor .....	iv
Declaratoria del Autor .....	v
Índice de contenidos .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2 Variables y operacionalización .....	17
3.3 Población, muestra y muestreo .....	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5 Procedimientos .....	21
3.6 Método de análisis de datos.....	24
3.7 Aspectos éticos .....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN .....	51
VI. CONCLUSIONES .....	54
VII. RECOMENDACIONES .....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Clasificación de capa de apoyo</i> .....	13
<b>Tabla 2.</b> <i>Niveles de la investigación</i> .....	14
<b>Tabla 3.</b> <i>Diseño factorial 2<sup>3</sup> con dosificaciones en (%)</i> .....	15
<b>Tabla 4.</b> <i>Número de pruebas para el conjunto patrón</i> .....	19
<b>Tabla 5.</b> <i>Número de pruebas para los grupos de tratamiento</i> .....	19
<b>Tabla 6.</b> <i>Propiedades del suelo arcilloso.</i> .....	26
<b>Tabla 7.</b> <i>Estratigrafía del suelo</i> .....	27
<b>Tabla 8.</b> <i>Análisis químico de la ceniza de palo de goma</i> .....	28
<b>Tabla 9.</b> <i>Análisis granulométrico del suelo arcilloso</i> .....	29
<b>Tabla 10.</b> <i>Clasificación del suelo arcilloso</i> .....	29
<b>Tabla 11.</b> <i>Resultados de los límites de Atterberg</i> .....	31
<b>Tabla 12.</b> <i>Resultados del óptimo contenido de humedad</i> .....	33
<b>Tabla 13.</b> <i>Resultados de la máxima densidad seca</i> .....	35
<b>Tabla 14.</b> <i>Resultados del CBR al 95% - 0.1"</i> .....	37
<b>Tabla 15.</b> <i>Resultados del PV</i> .....	39
<b>Tabla 16.</b> <i>Estadística ANOVA para el IP</i> .....	40
<b>Tabla 17.</b> <i>Resultados del PV</i> .....	42
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultados del PV</i> .....	43
<b>Tabla 19.</b> <i>Estadística ANOVA para el OCH</i> .....	43
<b>Tabla 20.</b> <i>Estadística ANOVA para la MDS</i> .....	44
<b>Tabla 21.</b> <i>Resultados del PV</i> .....	46
<b>Tabla 22.</b> <i>Estadística ANOVA para el CBR</i> .....	47
<b>Tabla 23.</b> <i>Coeficiente de correlación para el IP</i> .....	49
<b>Tabla 24.</b> <i>Coeficiente de correlación para el OCH</i> .....	49
<b>Tabla 25.</b> <i>Coeficiente de correlación para la MDS</i> .....	50
<b>Tabla 26.</b> <i>Coeficiente de correlación para el CBR</i> .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Suelo con deformaciones.....	2
<i>Figura 2.</i> Mapa del Perú.....	2
<i>Figura 3.</i> Ubicación del distrito de Paucartambo.....	3
<i>Figura 4.</i> Ciclo de las rocas.....	10
<i>Figura 5.</i> Formación de los suelo.....	10
<i>Figura 6.</i> Partículas del suelo arcilloso.....	11
<i>Figura 7.</i> Estabilización del suelo arcillosos con cal.....	12
<i>Figura 8.</i> Instrumentos del laboratorio.....	12
<i>Figura 9.</i> Lugar donde se realizó el estudio.....	21
<i>Figura 10.</i> Lugar donde se ubica el palo de goma.....	22
<i>Figura 11.</i> Caliacta N° 1.....	22
<i>Figura 12.</i> Caliacta N° 2.....	22
<i>Figura 13.</i> Calicata N° 3.....	23
<i>Figura 14.</i> Recolección de los palos de goma.....	23
<i>Figura 15.</i> Flujograma del desarrollo de investigación.....	24
<i>Figura 16.</i> Curva granulométrica.....	30
<i>Figura 17.</i> Tamizado del suelo.....	31
<i>Figura 18.</i> Partículas retenidas en los tamices.....	31
<i>Figura 19.</i> Límites de Atterberg.....	32
<i>Figura 20.</i> Ensayo del límite líquido.....	32
<i>Figura 21.</i> Ensayo del límite plástico.....	32
<i>Figura 22.</i> Resultados del OCH.....	33
<i>Figura 23.</i> Máxima densidad seca.....	34
<i>Figura 24.</i> Compactación del proctor modificado.....	35
<i>Figura 25.</i> CBR al 95%.....	36
<i>Figura 26.</i> Compactación de capas del CBR.....	38
<i>Figura 27.</i> Ensayo CBR.....	38
<i>Figura 28.</i> Diagrama de Normalidad para el IP.....	39
<i>Figura 39.</i> Diagrama de Pareto para el IP.....	41
<i>Figura 30.</i> Diagrama de Normalidad para el OCH.....	42
<i>Figura 31.</i> Diagrama de Normalidad para el MDS.....	42
<i>Figura 32.</i> Diagrama de Pareto para el OCH.....	45

<i>Figura 33.</i> Diagrama de Pareto para la MDS .....	45
<i>Figura 34.</i> Diagrama de Normalidad - CBR.....	46
<i>Figura 35.</i> Gráfico de Pareto - CBR .....	48
<i>Figura 36.</i> Gráfica de efectos para el CBR .....	48

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>OCH</b>	:	Óptimo contenido de humedad
<b>MDS</b>	:	Máxima densidad seca
<b>MTC</b>	:	Ministerio de transportes de carreteras
<b>CPG</b>	:	Ceniza se palo de goma
<b>MPG</b>	:	Mucílago de palo de goma
<b>FM</b>	:	Fibras de mara
<b>LL</b>	:	Límite líquido
<b>LP</b>	:	Límite plástico
<b>IP</b>	:	Índice de plasticidad
<b>SUCS</b>	:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
<b>PV</b>	:	P valor
<b>D.E.</b>	:	Desviación estándar

## RESUMEN

El trabajo de investigación, titulado “Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024” se desarrolló con el propósito de Mejorar las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas mediante la mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, ya que en la actualidad se visualizan carreteras pavimentadas y sin pavimentar en condiciones inapropiadas y problemáticas afectando directamente a los ciudadanos. Por lo tanto se considera el uso adecuado de la ceniza y mucílago de palo de goma con fibras como aditivo estabilizador en las subrasantes arcillosas. La metodología que se utilizó es de tipo de investigación aplicada, el diseño fue experimental factorial  $2^3$ , donde se manipularon tres variables independientes con dosificaciones de mínimos y máximos, con el fin de buscar una proporción adecuada para adicionar a las subrasantes arcillosas y así mejorar sus propiedades. En cuanto a los resultados obtenido sobre la realización de los ensayos se llegó a la conclusión que la dosificación ideal es de (12.0% de CPG, 3.2% de MPG y 0.28% de FM), el cual se obtiene en el grupo 6, brindando como resultado favorable un (13.263% de IP, OCH de 11.158%, MDS de 1.971gr/cm<sup>3</sup> y un CBR de 7.87%), referente a la muestra en estado natural que resultó tener (14.559% de IP, 12.193% de OCH, 1.941gr/cm<sup>3</sup> de MDS y 4.527% de CBR).

**Palabras clave:** Subrasante arcillosa, ceniza y mucílago de palo de goma, fibras de mara, propiedades físico – mecánicas y diseño factorial  $2^3$ .

## ABSTRACT

The research work, titled “Mixture of ash and rubberwood mucilage with fibers, to improve physical - mechanical properties of clay subgrades, Pasco 2024” was developed with the purpose of improving the physical - mechanical properties of clay subgrades by mixing of ash and rubberwood mucilage with fibers, since currently paved and unpaved roads are seen in inappropriate and problematic conditions, directly affecting citizens. Therefore, the appropriate use of rubberwood ash and mucilage with fibers as a stabilizing additive in clay subgrades is considered. The methodology used is an applied research type, the design was  $2^3$  factorial experimental, where three independent variables were manipulated with minimum and maximum dosages, in order to find an appropriate proportion to add to the clay subgrades and thus improve its properties. Regarding the results obtained from carrying out the tests, it was concluded that the ideal dosage is (12.0% of CPG, 3.2% of MPG and 0.28% of FM), which is obtained in group 6, providing as a favorable result (13.263% of IP, OCH of 11.158%, MDS of 1.971gr/cm<sup>3</sup> and a CBR of 7.87%), referring to the sample in its natural state that turned out to have (14.559% of IP, 12.193% of OCH, 1.941gr/cm<sup>3</sup> of MDS and 4.527% of CBR).

**Keywords:** Clay subgrade, gumwood ash and mucilage, mara fibers, physical-mechanical properties and  $2^3$  factorial design.

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito global las arcillas están disueltas en diferentes partes del suelo, el cual es un desafío para futuras ejecuciones de obras, proporcionando obstáculos como incremento de magnitud al contar con presencia de agua y al ir evaporándose las hendiduras se van presentado en tamaños diferentes (Moghal, et al, 2024, p.3).

De la misma manera el territorio de Etiopía cuenta con partículas masivas de arcilla, el cual genera un comportamiento inestable de las obras viales, asimismo provoca que las obras realizadas sufran daños empezando con la aparición grietas hasta provocar asentamientos severos, causando que dichas obras no lleguen a cumplir con el pronosticó de su vida útil (Zimar, et al, 2022).

Los factores más influyentes en el desequilibrio de las subrasante son las condiciones climáticas, ya que en periodos lluviosos la arcilla absorbe una gran cantidad de agua generando así cambios volumétricos y en estaciones de verano la arcilla tiende a contraerse, ocasionando desniveles de las estructuras ya construidas (Muhammed, et al, 2024).

En el entorno nacional contamos con variedades de suelos, entre ellas tenemos al suelo problemático que tiene presencia de arcillas, por ende cuenta con un CBR menor al 6%. Estos suelos manifiestan una elevada plasticidad dependiendo de la cantidad de arcilla con las que cuentan, afectando en la reducción de soportar cargas, causando directamente inestabilidad a las estructuras viales y afectando al desarrollo del país (Minaya, 2020).

Por otra parte la localidad de Cusco cuenta con obras que tienen deficiencias en la parte superficial de sus obras viales, suscitando patologías como deformidades por expansión y hendiduras por contracción (Venero y Quispe, 2021).

De forma similar el autor (Ospina, et al, 2020) indica que la abundancia de arcilla en los suelos afecta notablemente el rendimiento de las obras y el periodo que debe durar la construcción.

En el ámbito local en el distrito de Paucartambo se presenciaron vías que tienen deficiencias como fisuras por contracción, hundimiento desigual, entre otros, producidos por efectos como las lluvias y por un elevado tráfico de vehículos pesados. Asimismo SENAMHI (2019) anunció que las precipitaciones se incrementarán más de lo habitual que comprende un 41% de posibilidad en la localidad de Paucartambo.



Figura 1. Suelo con deformaciones

Como visión a futuro si el plan de investigación no potencia los atributos del suelo, en tal caso las construcciones viales continúan sufriendo distintas deformaciones, impidiendo la circulación de los vehículos y provocando posibles accidentes.

Tomando en consideración los inconvenientes expuestos se planteó el desafío principal: ¿Cómo la mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras podría mejorar las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas?, asimismo se propusieron las dificultades particulares: ¿con una proporción definida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras se podría optimizar el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas?, ¿con un porcentaje establecido de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras se podría alterar el proctor modificado de subrasantes arcillosas? y el otro es ¿Con una proporción establecida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras se podría incrementar el CBR de subrasantes arcillosas?.

El estudio en cuestión tuvo como argumento teórico proporcionar innovaciones científicas, para corroborar si los suplementos propuestos refuerzan los atributos que presentan las subrasantes que cuentan con partículas de arcilla. Los hallazgos se adoptaron como un refuerzo de contribuir al campo civil y a futuros experimentos. Como respaldo práctico, el estudio se enfoca en ofrecer una alternativa, como fundamentación práctica, este estudio pretende ofrecer un arreglo fortaleciendo sus peculiaridades operativas y materiales del terreno, sumando polvo y mucílago de palo de goma con fibras, estos aditivos pueden convertirse en soluciones viables y asequibles. En el respaldo social, el bienestar de los habitantes experimentó un progreso destacable, estas aportaciones ayudó a potenciar la evolución financiera y comunitario de asociaciones atenuadas por el desgaste de las rutas, que exponen a los transeúntes al peligro. Como respaldo metodológico se propuso una elección en cuanto a la integración de ceniza y mucílago, con fibras en la capa subyacente para perfeccionar sus atributos, con la intención de ejecutar una investigación metódica. Seguidamente hallar datos certeros y fiables para implementar proyectos de redes viales y prolongar su funcionalidad a largo plazo.

Con base en la información previamente expuesta, se destacó la importancia del estudio que propuso la meta general: Mejorar las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas mediante la mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras. Y como objetivos específicos: Optimizar el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas a través de una proporción definida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, alterar el proctor modificado de subrasantes arcillosas por medio de un porcentaje establecido de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras e Incrementar el CBR de subrasantes arcillosas a través de una proporción establecida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras.

Por último considerando los propósitos se estableció la hipótesis central: La mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras mejoran las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas. Las hipótesis específicas son: Una proporción definida de ceniza y mucílago de palo de goma

con fibras optimiza el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas, un porcentaje establecido de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras altera el proctor modificado de subrasantes arcillosas y una proporción establecida de ceniza y mucílago de palo goma con fibras incrementa el CBR de subrasantes arcillosas.

Demarcaciones:

Demarcación temporal

A fin de desarrollar esta investigación se dio inicio en el mes de septiembre y culminó en agosto del año 2024, cuyo periodo duro 8 meses donde se desarrolló en primer lugar la obtención de conocimientos previos al desarrolló de los experimentos, con la misión de crear una investigación novedosa. .

Demarcación territorial

Se llevó a cabo la investigación específicamente en el Distrito de Paucartambo - Pasco.



Figura 2. Mapa del Perú.

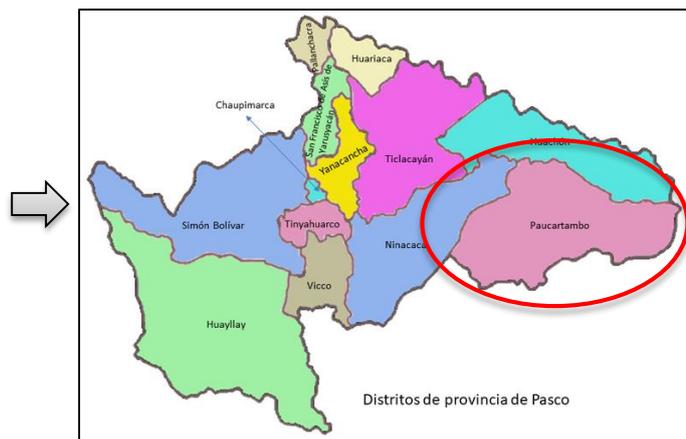


Figura 3. Ubicación del distrito de Paucartambo

## II. MARCO TEÓRICO

Globalmente contamos con, Ospina, et al, (2020), quien elaboró su estudio denominado “optimization of damaged soils by placing metal waste” – (optimización de suelos dañados colocando desechos de metal), el propósito de este estudio fue examinar las propiedades de los suelos dañados utilizando escoria de metal en la arcilla de alta plasticidad, su formación fue experimental y cuantitativo, los suelos examinados pertenecen a su población. La herramienta que se utilizó fueron los informes del laboratorio. Los resultados más influyentes que se obtuvo al aplicar desechos de metal fue al dosificar 25%, 50% y 75 el CBR se incrementa de un 7.97% hasta el 30.20%.

Chirinos, Rodríguez y Muñoz (2021), desarrolló su artículo científico denominado: “Procedimientos para estabilizar suelos arcillosos y aumentar su CBR con el objetivo de pavimentación”, tuvieron como finalidad en su artículo de revisión aumentar la capacidad de soporte del suelo de alta plasticidad en el pavimento, su forma de análisis correspondió aplicada descriptiva, ejecutó una selección aleatoria. Los documentos aplicados sumaron a 37 artículos conectados de bases confiables. Los hallazgos fundamentados demostraron que la ceniza de arroz aumenta significativamente el esfuerzo de los terrenos arcillosos. Se dedujo que la adicción de ceniza de arroz mejora la subrasante arcillosa demostrando un incremento notable en la estabilidad del terreno y la capa subyacente de los pavimentos.

En la investigación desarrollada por Wei, et al, (2019), cuyo título es “Assessment of engineering and environmental impact of silt clay enhanced with waste fly ash and oil shale ash for road subgrade use” (traducido como Evaluación de ingeniería e impacto ambiental de arcillas limosas mejoradas con residuos de cenizas volantes y cenizas de esquistos bituminosos para su uso en subrasantes de vías), tuvo la principal finalidad de: analizar la posibilidad del empleo de los restos de cenizas volantes y de esquistos bituminosos para la mejoría del material que compone una subrasante, la cual se compone de limos y arcillas. Este trabajo fue de un tipo aplicado. Los suelos arcillosos limosos

fueron los sujetos que conformaron el grupo en estudio, se realizó la técnica de muestreo de forma no aleatoria; además, fueron utilizados formatos para recopilar información de los ensayos realizados en el laboratorio. Se llegó a la conclusión de que, los residuos de cenizas volantes y esquistos bituminosos pueden ser agregados a la subrasante como un material de aditivo adecuado.

Los autores Bazairwe, et al, (2021), en su estudio "Combining Lime and sugarcane bagasse ash to stabilize expansive clay soils in subgrade" (cuyo título en el idioma español sería: Combinando cal y ceniza de residuos de caña de azúcar para la estabilización del suelos de arcillas expansivas en la subrasante), establecieron la meta de: examinar la viabilidad de usar las técnicas de estabilización de suelos expansivos a través del reemplazo de una proporción de cal apagada por cenizas de bagazo de caña de azúcar (SBCA por sus siglas en inglés). Se trató de un estudio del tipo aplicado cuyo diseño implica la realización de cuasi experimentos, para el estudio se consideró como población a los suelos de la ciudad de Mpigi, en el país de Uganda (zona centro), para la selección de aquellos que formarán parte del estudio, se realizó el muestreo al azar; se utilizaron los formatos para las pruebas de laboratorio como herramientas de la investigación. Entre los resultados más significativos se tuvo que, al incorporar SCBA, con proporciones variables de 12 a 48 %, reemplazando el 6 % del material con SCBA, se logró determinar la estabilización de un suelo que no ha recibido tratamiento.

En el estudio realizado por Noman et al., (2023), titulado como "The use of rice husk and lime as a stabilizer for construction purposes involves blending these materials to enhance the properties of soil" (interpretado en español como: Utilización de la cáscara de arroz y cal como material estabilizante con fines de construcción, implica la mezcla de estos materiales para el mejoramiento del suelo), uno de los objetivos principales que buscaron fue la mejora de parámetros ingenieriles; la resistencia y el valor del CBR de un suelo de material arenoso con granos finos. El diseño de su investigación fue de tipo experimental, además se tuvo el tipo aplicado; el grupo de elementos participantes a ser estudiados fue conformado por el material arenoso del suelo;

las herramientas de recolección de información fueron las fichas de ensayos. Los resultados obtenidos revelan que, al aumentar la dosificación de CCA, el valor del índice de plasticidad se reduce de manera gradual, de la misma manera el valor de la máxima densidad seca también presenta una disminución de 1.61 a 1.38 g/cm<sup>3</sup>, el contenido óptimo de humedad tiene un aumento del 16 al 20.9 %; todos estos valores son resultantes de la adición del aditivo al suelo en un 28 %. Finalmente, se llegó a la siguiente conclusión: La mezcla ideal se conforma cal y ceniza de cáscara de arroz en porcentajes de 8 y 20 % respectivamente, dicha combinación agregada al suelo, puede ayudar en su mejora.

De igual manera contamos con antecedentes nacionales como, Jeremías et al (2024) en su estudio determinado "factibilidad del geopolímero de pavesa de lodos de papel reciclado como componente de suelo-pavimentos de trochas". Con el fin de mejorar la factibilidad del suelo empleando ceniza de papel para acrecentar la conducta de la ingeniería en la problemática del lugar. Su estudio estuvo dirigido a un diseño aplicado experimental, los datos adquiridos indican que la resistencia a compresión simple se incrementó en un 220% en los suelos inadecuados aplicando el aditivo propuesto, también se observó el aumento de la volumetría del suelo. Como resultado significativo se obtuvo que al adicionar el aditivo tradicional mejora la resistencia a compresión del suelo llegando a estabilizar y cumpliendo con el reglamento de carreteras.

Lopez (2022), realizó su investigación titulado: "Uso de mucílago de pacpa y penca de tuna para modificar las cualidades físicas y mecánicas de la subrasante de vía Patanmarca, Cusco – 2022", su objetivo fue analizar el impacto que tendrá el gel derivado de pacpa y penca de tuna agregado en la subrasante de la carretera Patanmarmar- Cusco 2022, teniendo como metodología los métodos cuantitativos (experimental – aplicada). Considerando como su población de estudio las subrasantes que se encuentran en la carretera Patanmarca. Los instrumentos que utilizaron fueron los equipos y herramientas del laboratorio. Sus resultados más favorables fueron que al adicionar 3.5% de gel de pacpa y penca de tuna, se tuvo una reducción del

OCH, por ende la MDS aumenta favorablemente, finalmente se observó que el CBR se va incrementando a medida que aumenta la dosificación.

Los autores Goñas y Saldaña (2020), en su trabajo de investigación llamado: "Soil stabilization using coal ashes to enhance subgrade quality" (en el idioma español puede ser llamado como: Estabilización de suelo mediante el uso de ceniza de carbón para la mejora de la calidad de la subrasante), tuvieron la siguiente meta: realizar el cálculo del efecto de un producto resultante de la quema de carbón, tanto de origen mineral como vegetal, sobre las propiedades mecánicas mejoradas de un suelo. Se desarrolló una metodología de diseño experimental y además de tipo aplicada; el suelo que fue estudiado se localiza en la calle Las Lomas, conforme a la técnica de muestreo sistemático se extrajeron muestras de suelo; para la recopilación de información se emplearon las fichas para pruebas de laboratorio. Entre los resultados se destaca lo siguiente: con una dosificación de 20 % de ceniza volante, el valor de la capacidad de soporte del suelo tiene un aumento importante. Finalmente se llegó a la conclusión de que, la mejora del suelo realizada con la ceniza del carbón es beneficiosa en relación a los parámetros mecánicos requeridos para el soporte.

Los investigadores Guerra y Mosqueira (2020), realizaron su proyecto científico titulado: "Three clay soils with varying percentages of banana pseudostem fiber and their respective bearing capacities (CBR)" (tres suelos arcillosos con porcentajes variables de fibra de pseudotallo de plátano y sus respectivas capacidades de carga), tuvieron el propósito de evaluar la resistencia de carga de 3 tipos de vías arcillosas al introducir filamentos de pseudotallo de plátano de 2.5cm de longitud en tres concentraciones diferentes: 0.25%, 0.50% y 0.75%, la metodología desarrollada fue experimental y aplicada, su población de estudio fueron los tres suelos arcillosos. Sus principales resultados fueron que el porcentaje óptimo fue 0.25% de fibra de pseudotallo, ya que aumenta el valor del CBR.

Singh, et al, (2022) en su estudio denominado “Afianzamiento del suelo de sustancia fina de algodón oscuro en la subrasante de despojos resistente urbanos para disminuir los gases de las secuelas invernadero”. Tuvo como fin de arreglar la subrasante dañada integrando sustancia fina de algodón. Su formación fue un diseño experimental aplicado. La porción que se utilizó es de 0%, 25%, 50 y 70% de sustancia, los resultados los datos adquiridos del laboratorio mejoraron la resistencia a compresión aumento de 28.8 KPa a 53.4 KPa y un incremento en el CBR de un 3.38% hasta 9.38%, como finalidad se obtuvo que al aplicar la ceniza mejoro en ambos ensayos, llegando a subsanar la subrasante dañada.

Como pilares teóricos contamos con:

### **Teoría de la roca**

Rocas, sólidos formados por minerales que se han ido agrupando de forma natural. El ciclo de las rocas comienza con la lava, un compuesto derretido dentro de la tierra. Al momento en que el magma se enfría y se solidifica al acercarse a la superficie da origen a las rocas ígneas. Estas rocas se clasifican en dos tipos: rocas volcánicas que se constituye al instante en que el magma para por un proceso de enfriamiento rápido y rocas plutónicas se forman si el magma se enfrían gradualmente. Cuando las rocas están expuestas en la superficie, comienzan a meteorizarse, debido a agentes como la lluvia, el hielo y los seres, que las fragmentan en partículas más pequeñas llamadas sedimentos. Estos sedimentos son desplazados por la ráfaga y el líquido vital llegando al mar. Cerca de la costa los sedimentos se acumulan con el tiempo y la presión, compactándose y formando capas.

Las rocas sedimentarias pueden permanecer enterradas durante millones de años o pueden ser empujadas a la superficie por la actividad tectónica, donde vuelven a ser erosionadas y se convierten nuevamente en sedimentos. Si una roca sedimentaria queda enterrada y se somete a altas temperaturas y presiones debido al metamorfismo, se transforma en roca metamórfica, que son más compactas y cristalizadas. Finalmente, si cualquier variedad de roca ya sea ígnea, estratificada o transformada, es empujada hacia el interior de la tierra por la actividad tectónica, se fundirá y volverá a convertirse en magma y volverá a salir a la superficie dentro de millones de años (Castro, 2012).

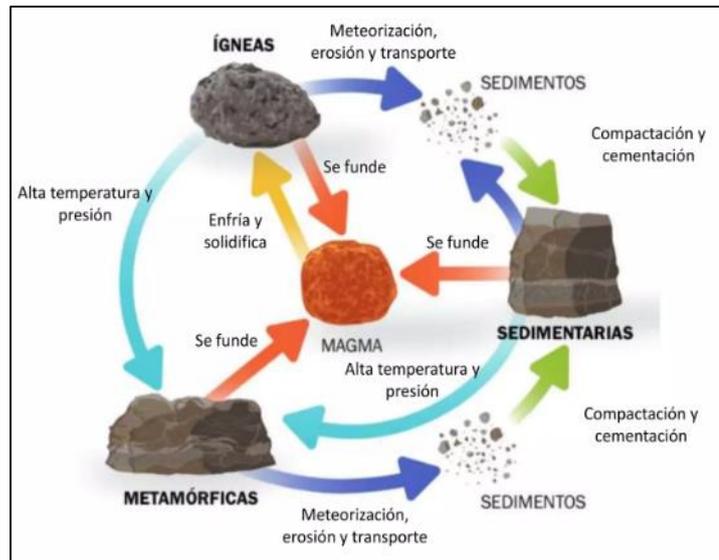


Figura 4. Ciclo de las rocas

Fuente: <https://n9.cl/ce88c>

### Teoría de la estabilización de los suelos

Los suelos son formados debido a los factores como: el clima, tiempo, vegetación, relieve, minerales y uso. Las acciones de los factores van desmenuzando las rocas lentamente hasta reducirlos en pequeñas partículas que al unirse con el resto de plantas y animales se forma el suelo (Meza, 2012).

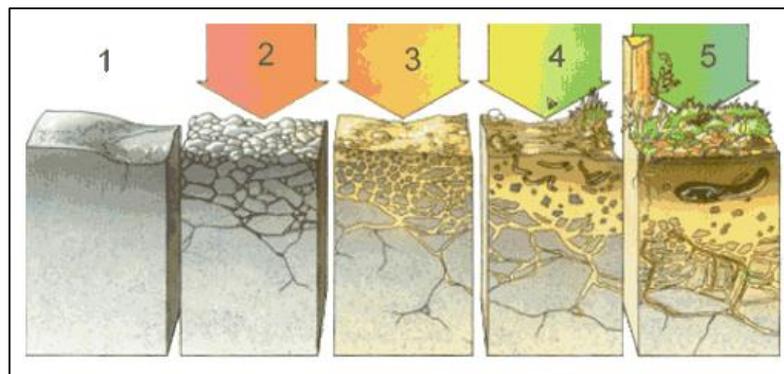


Figura 5. Formación de los suelos.

Fuente: <https://acortar.link/x8loTH>

Los suelos arcillosos contienen partículas muy finas que se encuentran dispersas y separadas entre sí. Esto se debe a que las partículas de arcilla en su superficie presentan cargas eléctricas desfavorables, lo que ocasiona que interactúen entre sí, tienen la capacidad de retener agua y a la misma vez generar vacíos, sus partículas varían de tamaño por causa modificaciones en

la humedad relativa, generando la formación de fracturas y resquebrajamiento en las construcciones de las carretas (Figuroa, et al, 2018).

La solidificación de los terrenos ha evolucionado juntos con las innovaciones en la ingeniería civil, al estabilizar un suelo que contiene una gran cantidad de arcilla las partículas de los suelos tienden a agruparse debido a varios procesos. El principal es la absorción de iones y moléculas en la capa exterior de los corpúsculos de arcilla, lo que causa que se peguen entre ellas mismas facilitando la trabajabilidad, desmullendo su plasticidad y brindando mejoras en sus propiedades como estabilidad y resistencia.

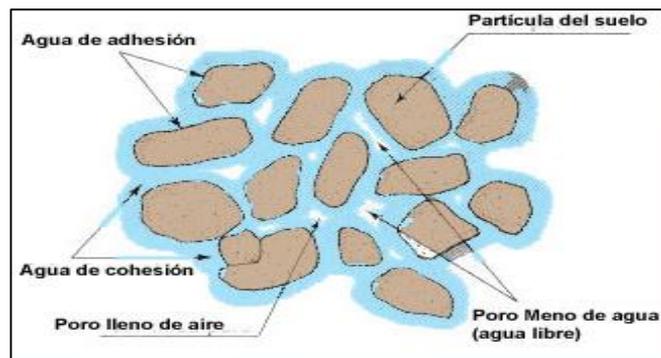


Figura 6. Partículas del suelo arcilloso.

Fuente: <https://acortar.link/LBnvH5>



Figura 7. Estabilización del suelo arcilloso con cal.

Fuente: <https://acortar.link/c2hEL1>

### Marco conceptual

Como principios consideramos el suelo: estimada como un conjunto moléculas polvorientas que se discrepan por sus atributos, abarcar predominantemente la superficie terrestre del mundo, sus cualidades le llegan identificar a través de

las calicatas. La estructura que tienen los distintos presentan variaciones por las circunstancias atmosféricas (Castañeda, 2010).

Al peso específico se le conoce como la conexión del peso de la carga acerca de la magnitud total de la superficie (Marín, 2009, p.45). Densidad: representa el cambio según el grado e imposición, favorece la categorización de compuestos el cual contiene una proporción de masa encerrada en un espacio (Planas, 202, párr.2).

Granulometría: rama que analiza la dispersión de los fragmentos teniendo en cuenta sus tamaños (Pérez, 2022, párr.2). Esta demostración se realizará a mediante la filtración utilizando una serie de tamices con distintas aberturas, con ellos se especificará la curva granulométrica del componente.



Figura 8. Aparatos del laboratorio

Fuente: García, Saval, Baeza y Tenza (2009).

La ilustración 8. Muestra los recursos, el cual se emplearan para llevar a cabo la prueba de análisis de partículas, estos materiales necesitar esta apropiadamente calibrados.

Particularidades mecánicas clarifican como responden las masas de un suelo cuando son afectadas debido a varias presiones que sobre él, como presiones

verticales, oscilaciones intensos de equipos robustos y flujo automóviles (Braja, 2022, p. 22). Grado ideal de humedad: indica el nivel de contenido hídrico donde el suelo consigue su peso máximo. Con este análisis establece el contenido de H<sub>2</sub>O presente en el terreno (Invías, 2013).

El potencial de carga es una evaluación experimental para medir es esfuerzo máximo y comprobar la estabilidad que necesita la base auxiliar de la vía de la base secundaria de la carretera y el terreno subyacente para calcular el grosor de la calzada (Nujid, et al, 2019, p.2). Este ensayo se lleva a cabo prueba utilizando la prensa CBR donde el pistón penetra directamente a la muestra a una velocidad constante, a fin de hallar los diales

**Tabla 1.** *Clasificación de capa de apoyo*

<b>Categorías de capa de apoyo</b>	<b>CBR</b>
So: Capa de apoyo inadecuado	CBR < 3%
S1: Capa de apoyo insuficiente	De CBR ≥3% a CBR < 6%
S2: Capa de apoyo regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3. Capa de apoyo buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4. Capa de apoyo muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Capa de apoyo excelente	CBR ≥30%

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

El registro 1, presenta las condiciones de una base auxiliar, cada sección cuenta con un rango de CBR que poseen diversas clases de suelos.

Densidad óptima (MDS): representa el pico superior especificado por el gráfico de densificación, para un estudio de compactación alterado (FLNV, 2003, p.3). Es relevante efectuar este experimento, puesto que nos otorga la opción para establecer qué criterios emplearemos y así garantizar la permanencia de las estructuras.

Particularidades físicas son aspectos que presentan los suelos, dado que facilitan identificar las alteraciones que experimentan las capas, estos rasgos tienden a variar a través de la influencia humana, con la intención de conferir firmeza a las estructuras desarrolladas (Rucks, et al, 2004, p. 2).

Parámetros de consistencia: según (Maldonado, 2022), son indicadores que evalúan la solidez de los terrenos. Estos evidencian como responde el suelo a las condiciones de humedad y su potencial para transitar entre los estados. Que constituyen el límite plástico: según (Crespo, 2004, p.77), cualidad que permite definir la maleabilidad de los suelos. Sirve para cuantificar el grado de humedad en situaciones donde ocurre transición de una consistencia semisólida a una consistencia plástica El límite líquido: criterio que se enfoca en especificar el grado total de agua integrado en el terreno, indica la conversión del estado moldeable al estado acuoso, desarrollando la propiedad de fluidez. Se efectúa usando el dispositivo de Casa grande (Ayala y Suarez, 2015, p.35).

**Diseños experimentales:** Los diseños experimentales son técnicas estadísticas que facilitan detectar y medir los factores que influyen en un efecto dentro de una investigación experimental (Gabriel, Castro, Valverde y Indacochea, 2017, p. 4).

**Diseño factorial:** Los diseños factoriales son muy comunes en experimentos donde se investigan múltiples factores para analizar su efecto conjunto sobre una variable de interés. En estos diseños, se manipulan y combinan diferentes niveles de cada factor para examinar cómo interactúan entre sí y cómo influye en la variable que estamos estudiando (Medina y López, 2011, p. 1).

**Tabla 2.** *Niveles de la investigación*

	Nivel mínimo	Nivel máximo
<b>Ceniza</b>	9.0%	12.0%
<b>Mucílago</b>	3.2%	4.2%
<b>Fibras</b>	0.18%	0.28%

En la tabla 2 visualizamos los categorías menores y altas definidos por cada una de las variables y en la tabla 3 se ilustra el diseño factorial  $2^3$  obteniendo como resultado 8 grupos experimentales, las 3 variables se mezclaron para manipular la variable independiente (propiedades físico- mecánicas del suelo).

**Tabla 3.** *Diseño factorial 2<sup>3</sup> con dosificaciones en (%)*

				DISEÑO FACTORIAL 2*3		
				A	B	C
				CENIZA %	MUCÍLAGO %	FIBRAS %
PRUEBA	A	B	C	(9.0 - 12.0)	(3.2 - 4.2)	(0.18 - 0.28)
1	-	-	-	9.0%	3.2%	0.18%
2	+	-	-	12.0%	3.2%	0.18%
3	-	+	-	9.0%	4.2%	0.18%
4	+	+	-	12.0%	4.2%	0.18%
5	-	-	+	9.0%	3.2%	0.28%
6	+	-	+	12.0%	3.2%	0.28%
7	-	+	+	9.0%	4.2%	0.28%
8	+	+	+	12.0%	4.2%	0.28%

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Conforme a (Arias, 2021, p. 67) señala que el estudio aplicado toma como respaldo la información proporcionada por la investigación básica, con la intención de resolver dificultades reales, empleando principios científicos. La investigación es paradigmática dado que utiliza fundamentos y propuestas previas para evaluar el impacto que genera la ceniza y mucílago de palo de goma con fibras al ser añadida a la subrasante.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

El modelo metodológico experimental – cuasi experimental es una técnica meticulosa en el que se gestionan múltiples factores, con la intención de comprobar la veracidad que las hipótesis, de igual manera pronostican y administran los acontecimientos (Villanueva, 2022, p. 23). Se aplica este diseño dado que se efectuaran distintos experimentos con la intención de evaluar las cualidades que presentan los suelos, fusionando ceniza y mucílago del palo de goma con fibras en diferentes dosis.

Estructura metodológica:

**G. E:** O1 → X → O2

**G. C:** O1 → - → O2

**G. E:** conjunto experimental

**G. C:** grupo control

**O1:** Pre-Test.

**X:** Tratamiento

**O2:** Post-Test.

##### **Método de investigación:**

Como indica (De la Cruz, 2020) afirma que el método hipotético – deductivo es un enfoque esencial para desarrollar investigación científica, el cual se basa en formular hipótesis para explicar un

fenómeno observado, deducir y comprobar predicciones por medio de experimentos o recopilación de datos de empíricos para evaluar la validez de la hipótesis. Este trabajo de investigación utilizó el método mencionado previamente, ya que se formuló varias hipótesis con el fin de deducir probables resultados, mediante el desarrollo de experimentos para corroborar las hipótesis planteadas.

**Nivel de investigación:**

(Polanía, et al, 2020) señala que el nivel explicativo procura encontrar los vínculos de causa y efecto por medio de la manipulación de variables. El trabajo de investigación posee un grado explicativo ya que nos informa a detalle el proceso que siguió para llevar a cabo la investigación.

**Enfoque de investigación:**

Enfoque cuantitativo explora la información numéricamente exigiendo la vinculación entre elementos que estructuran la situación problemática, el cual debe estar especificado claramente y reconocer el origen del problema y la finalización (Escobar y Bilbao, 2020, p.51). Esta investigación se sitúa dentro del marco cuantitativo dado que se ejecutaron experimentos que nos facilitaron la obtención de datos cuantitativos con la intención de testear las hipótesis establecidas.

### 3.2 Variables y operacionalización

VI: Ceniza y mucílago de palo de goma con fibras.

- **Definición conceptual:** ceniza proveniente de la combustión de palo de goma, compuesto por una cantidad elevada de óxido de silicio, presentan un matiz gris pálido (RAE, 2022).
- **Definición operacional:** Los aditivos se adicionaron en proporciones de (9.0% - 12.0%) de ceniza, (3.2% - 4.2%) de mucílago y (0.18% - 0.28%) de fibras para analizar el impacto que tiene sobre la subrasante arcillosa.
- **Dimensión:** Especificaciones
- **Indicadores:** Composición química
- **Escala:** Razón
- **Dimensión:** Dosificación.
- **Indicadores:** Porcentaje (%)

- **Escala:** Proporción

VD: Atributos físico - mecánicas de subrasantes arcillosas.

- **Definición conceptual:** La subrasante es identificada como base no modificada que sostiene fuerzas del armazón del pavimento, sus particularidades son relevantes porque nos facilitan la selección de recursos y supervisar la calidad iniciar con creación de todo tipo estructura vial (Montalvo, 2017).
- **Definición operacional:** Se realizó pruebas de las cualidades técnicas y físicas que presenta la capa de soporte arcillosa, con el propósito de monitorear sus cualidades.
- **Dimensiones:** Cualidades físicas
- **Indicadores:** Límites de Atterberg.
- **Escala:** Razón.
- **Dimensiones:** Propiedades mecánicas.
- **Indicadores:** Proctor modificado y CBR.
- **Escala:** Razón y proporción.

#### **Operacionalización de variables**

Definición operativa de variables técnica clave e imprescindible en la investigación, con meta de estipular y calcular los indicadores examinados usando métodos de disgregación, con la intención de efectuar minuciosamente el cálculo a fin de conseguir resultados verídicos (Espinoza, 2019, p.2.). El cuadro de definición operativa criterios se especifica en el anexo número 2.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

**3.3.1 Población:** constituida por medio de un grupo de componentes manipulables que se encuentran dentro del sector donde se efectuará la investigación (Condori, 2020, p.3). En vista a esto, la investigación planificada se centró en los suelos de Paucartambo – Pasco, el cual fue la población de exploración.

- **Criterios de inclusión:**
  - Suelos con un índice CBR inferiores a 6%.

- Suelos de Paucartambo situados dentro del km: 0+000 hasta el tramo 2+000 (2000metros).
- Fragmentos sacadas de las excavaciones.
- **Criterios de exclusión:**
  - Suelos que tienen CBR mayores a 6%.

**3.3.2 Muestra:** (Mucha, et al, 2020, p.53). Señala que los fragmentos son proporciones pequeños que poseen cualidades similares, que al unirse establecen una población. Por ende la muestra se conforma por las subrasantes arcillosas, que se adquirió de las calicatas realizadas a una profundidad de 1.50m.

**Tabla 4.** *Número de pruebas para el conjunto patrón*

ENSAYOS	G. PATRÓN	REPETICIONES	SUMA PARCIAL
LÍMITES DE ATTERBERG	3	1	3
PROCTOR MODIFICADO	3	1	3
CBR	3	1	3
<b>TOTAL</b>			<b>9</b>

**Tabla 5.** *Número de pruebas para los grupos de tratamiento*

ENSAYOS	G. EXPERIMENTAL	REPETICIONES	SUMA PARCIAL
LÍMITES DE ATTERBERG	3	8	24
PROCTOR MODIFICADO	3	8	24
CBR	3	8	24
<b>TOTAL</b>			<b>72</b>

**3.3.3 Muestreo:** El investigador (Arias, 2021, p. 116), señala que se aplica cuando la población es escasa y cuenta con individuos menores a 100, del mismo modo cuando el autor designa el segmento de estudio en función a las cualidades pertinentes para efectuar el análisis. El

estudio empleado fue de muestreo no probalístico, dado que el autor influyo directamente en la selección de la zona donde se extraerán muestras confiables.

**3.3.4 Unidad de análisis:** Es una representación de la realidad, dependiente de la población y la muestra utilizada sujeto a la población (Ferreyro, 2014). Las muestras recolectadas de las calicatas se evaluaron para examinar sus aspectos físico - mecánicas, por lo que son el tema de estudio.

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

**Las técnicas de recolección de datos** hacen uso de métodos y funciones que facilitan adquirir los datos necesarios para responder al problema planteado en el estudio. (Hernández y Duana, 2020 p. 2).

**Observación directa** extrae información de manera directa de la población recopila datos directamente de la población, sin el uso de herramientas de cuantificación (Torres y Paz, 2019, p. 3).

**Análisis documental** es una metodología para recopilar datos sobre la variable de interés de fuentes auxiliares (Tamayo, Siesquén, 2012, p. 6).

Este estudio empleo el método visto previamente, donde se presencié eventos tanto en el campo y en laboratorio, luego se procesaron los datos en los programas necesarios para comprender e interpretar los resultados, y se utilizó el análisis documental, dado que se basó en investigaciones previas como antecedentes.

**Instrumentos de recolección de datos** implementos esenciales para llevar a cabo un análisis, que consiste en recopilar información sobre la realidad que se está estudiando (Bavaresco, 2001, p.108). En el transcurso de la investigación se emplearon varios formatos, tales como:

- Formato de perfil granulométrico del suelo
- Formato de límites de Atterberg
- Formato de para proctor modificado
- Formato de prueba de la Capacidad de soporte
- Formato de ensayo de Índice de plasticidad

**Validez** alude a nivel de exactitud que debe cumplir una herramienta para sea considera aceptable (Villasís, et al, 2018). Para efectuar la investigación

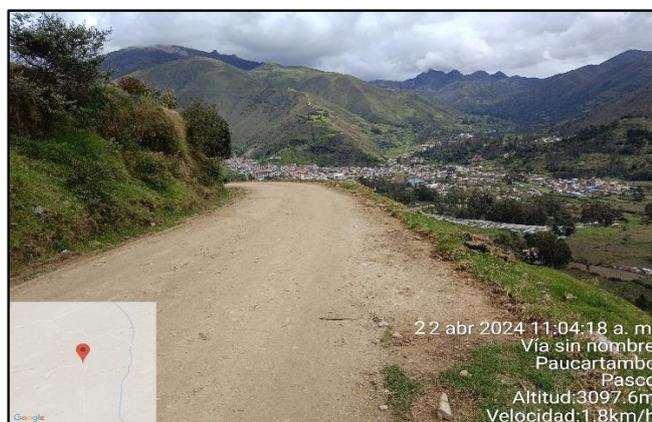
se utilizó el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad César Vallejo, a fin de realizar diversos experimentos y obtener resultados verídicos y precisos.

**Confiabilidad** hace referencia a la exactitud instrumentos, el cual debe proporcionar informaciones minimizando la cantidad de posible errores (Medina y Verdejo, 2020). Para lograr resultados rigurosos en esta investigación, se utilizaron equipos certificados y debidamente ajustados con precisión.

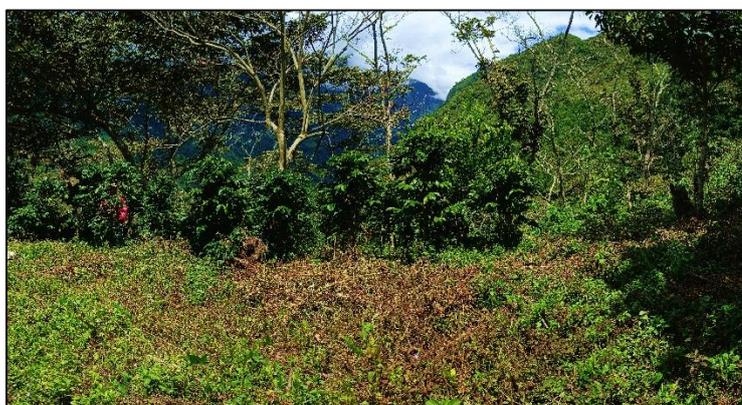
### 3.5 Procedimientos

**Trabajo inicial de gabinete.** El estudio se llevó a cabo mediante la exploración del lugar (Paucartambo – Pasco), seleccionando el tramo más problemático que tienen una longitud de 2000 metros.

Se inspeccionó el lugar donde está ubicado los arboles de palo de goma.



*Figura 9.* Lugar donde se realizó el estudio.



*Figura 10.* Lugar donde se ubica el palo de goma.

En las figuras 9 observamos la zona donde se realizó 3 calicatas, el cual está ubicado en la provincia de Pasco, distrito Paucartambo. Asimismo en la figura 10 se visualiza el lugar de donde se extrajo los palos de goma.

**Trabajo de campo:** en esta etapa se cavaron 3 calicatas con ayuda de una retroexcavadora, cada calicata se ubicó a una distancia determinada. Una vez realizada la excavación se recogieron las muestras más críticas, de igual manera se procedió a recolectar los palos de goma retirando su cascara de cada una de ellas, para luego colocarlos unos encima de otros y proceder con la incineración hasta obtener la ceniza, para luego iniciar con el traslado de la ceniza al laboratorio.



Figura 11. Excavación N°1.



Figura 12. Excavación N° 2.



Figura 13. Excavación N° 3.

En las figuras 11, 12 y 13 se visualizan las excavaciones que se hizo para las 3 calicatas, considerando una profundidad mínima de 1.50m según normativa. En la figura 14 observamos la recolección de los palos de goma que realizó en el lugar de Yaupi.



*Figura 14.* Recolección de los palos de goma.

**Trabajo de laboratorio:** durante este periodo se realizaron experimentos tanto para el suelo y para la ceniza. Para conocer sus componentes químicos de la ceniza de palo de goma se acudió a un laboratorio acreditado por INACAL. En cuanto a las muestras obtenidas de la excavación, para conocer las características mecánicas se realizó las pruebas de compactación Proctor modificadas y el CBR. Respecto a las propiedades físicas se llevaron a cabo las pruebas de límites de Atterberg adicionando aditivos como (9.0% - 12.0%) de ceniza, (3.2% - 4.2%) de mucílago y (0.18% - 0.28%) de fibras.

**Trabajo final de gabinete:** finalmente se adquirió los resultados de cada uno de los ensayos, luego se procedió con la interpretación, así mismo los datos obtenidos fueron procesados por el software Minitab a fin de corroborar las hipótesis planteadas.



Figura 15. Flujograma del desarrollo de investigación

Gráfico 15. Proyecta el enfoque que se siguió para llevar a cabo el proyecto de estudio, como etapa inicial realizó la inspección del área. Seguidamente se efectuó la obtención de la muestra para trasportarlos al centro experimental y por último se procedió a realizar el análisis y la comprensión de cada uno de los datos obtenidos.

### 3.6 Método de análisis de datos

**Estadística inferencial** aplica estrategias exclusivas para hacer aseveraciones referente a una o más poblaciones, es útil ya que valida o contrasta las hipótesis presentadas (Vargas, 2002, p. 33).

**Estadística descriptiva** Vargas, 2002) afirma que es un método significativo para presentar un conjunto de datos para que sea fácil interpretarlos. (Vargas, 2002). Dado que los valores obtenidos se procesaron

en formas de gráficos, se recurrió a la estadística descriptiva e inferencial. Con el fin de contrastar las hipótesis, se llevó a cabo un análisis de correlación con los datos ya mencionados.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para este estudio se realizó según estándares que indica la estructura de la guía para organizar adecuadamente del Proyecto de Investigación, contando con el sustento de precedentes internacionales y nacionales que proporcionan a la investigación una calidad adecuada, los antecedentes se extrajeron de base de datos acreditadas como Web of Science, Scopus, Scielo, Google académico y EcienceDirect. Sin embargo, para desarrollar el trabajo de investigación, se utiliza la Norma ISO 690 porque nos instrucciones sobre cómo elaborar un una citación adecuada, respetando la propiedad intelectual. Por último, se recurrió a turnitin para asegurar la credibilidad y originalidad de los escritos que presenta el proyecto de investigación.

Del mismo modo para llevar a cabo la investigación, Universidad Cesar Vallejo estableció principio éticos basados en la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, que incluyen los artículos que vienen a continuación.

Según el artículo N° 6, la investigación debe ser completamente novedoso original, reconociendo la propiedad intelectual fuentes implementadas como referencia

Conforme al artículo N° 7, estipula que es necesario aplicar la metodología prescrita para que el proyecto planteado sea autentico.

En lo que se respecta a la cláusula N° 14, señala que una vez que el estudio haya finalizado, se llevará a cabo la publicación, bajo la autorización del

Según el artículo N° 15, se requiere prevenir el plagio y potenciar la originalidad del proyecto de la investigación, dando como uso a la herramienta turnitin. .

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Generalidades

Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

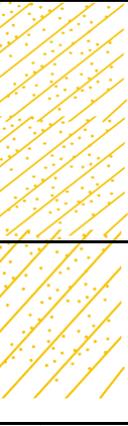
**Tabla 6.** *Propiedades del suelo arcilloso.*

Características del suelo arcilloso del distrito de Paucartambo						
OCH (%)	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	CBR al 95%	CBR al 100%
12.19	1.941	84.7	14.58	14.56	4.527	5.667

En el cuadro 6 se percibe los rasgos de la subrasante sin sustancias, el cual tiene un CBR de 4.527 y según normativa (MTC E 132) el suelo necesita ser estabilizado, ya que posee una capacidad de soporte menor al 6%.

En la tabla 7 se tiene la estratigrafía del suelo que se obtuvo a través de la realización de la excavación a un nivel de 1.50m, según la profundidad se observa que de 0 a un 1m tiene como simbología SC (arena arcillosa) y de 1m hasta 1.50m. Conforme a la categorización SUCS la muestra es considerada arcilla de baja consistencia (CL) y como evidencia se visualiza la fotografía del suelo del distrito de Paucartambo en la estratigrafía.

**Tabla 7. Estratigrafía del suelo**

Profundidad	Símbolo	Descripción del suelo	Muestra	Clasificación SUCS
0.05		Arena arcillosa con gravas de canto angular y material de relleno.		
0.10				
0.15				
0.20				
0.25				
0.30		Arena arcillosa de color beige y de baja compacidad. Existencia de gravas y de algunos plásticos.	M-1	SC
0.35				
0.40				
0.45				
0.50				
0.55				
0.60				
0.65				
0.70				
0.75				
0.80		Arcilla pobre en plasticidad color beige y de baja compacidad.	M-2	CL
0.85				
0.90				
0.95				
1.00				
1.05				
1.10				
1.15				
1.20				
1.25				
1.30				
1.35				
1.40				
1.45				
1.50				



**Observaciones** Tipo de excavación libremente (calicata)  
:

#### 4.1.1. Aditivo para incorporar las muestras

- **Ceniza de palo de goma**

**Tabla 8.** *Análisis químico de la ceniza de palo de goma*

CENIZA DE PALO DE GOMA	
Componentes	%
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	45.300
Óxido de Calcio, CaO	18.000
Óxido de Magnesio, MgO	10.450
Óxido de Potasio, K <sub>2</sub> O	11.610
Óxido de Fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.510
Óxido de Azufre, SO <sub>3</sub>	0.680
Óxido de Sodio, Na <sub>2</sub> O	0.379

En el cuadro 8 se demuestra el diagnóstico químico de la ceniza de palo de goma, el componente más sobresaliente es el óxido de silicio, ya que cuenta con un 45.300%.

La ceniza de palo de goma tuvo un proceso de recalcinación a través de una mufla a una temperatura de 750°C por 2 horas.

Esta investigación realizó el diseño factorial 2<sup>3</sup> en el software Minitab, donde se obtuvo ocho combinaciones distintas para cada ensayo, asimismo se realizó los ensayos en centro de investigación de la Universidad Cesar Vallejo Lima - Ate, como experimentos de Límites de consistencia (LL, LP e IP), conforme a la Norma MTC E 110, Proctor modificado (OCH y MDS), de acuerdo a la Norma MTC E115 y CBR, según la Norma MTC E 132.

## 4.2. TRABAJO DE LABORATORIO

### 4.2.1. Ensayo de granulometría del suelo arcilloso

Para realizar este ensayo se siguió los procedimientos que indica la norma MTC

**Tabla 9. Análisis granulométrico del suelo arcilloso**

DENOMINACION DE TAMICES	HENDIDURA (mm)	PARTÍCULAS RETENIDA (g)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	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"	19.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.520	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N4	4.750	8.50	0.99%	0.99%	99.01%
N10	2.000	20.60	2.40%	3.39%	96.61%
N20	0.840	24.60	2.86%	6.25%	93.75%
N40	0.425	28.80	3.35%	9.60%	90.40%
N60	0.260	39.80	4.63%	14.23%	85.77%
N140	0.106	67.80	7.89%	22.11%	77.89%
N200	0.075	69.50	8.09%	30.20%	69.80%
BASE		600.00	69.80%	100.00%	0.00%

**Tabla 10. Clasificación del suelo arcilloso**

Graba (%)	Arena (%)	Finos (%)
0.99	29.21	69.80

En el cuadro 9 se contempla el análisis granulométrico de la muestra arcillosa que se obtuvo al realizar las calicatas correspondientes, a partir de la malla número 4 se empieza a retener en cada tamiz diferentes porcentajes del suelo, en la malla N° 200 se retuvo el mayor porcentaje del suelos finos y en la tabla 10 observamos la clasificación del suelo de acuerdo a los porcentajes retenidos.

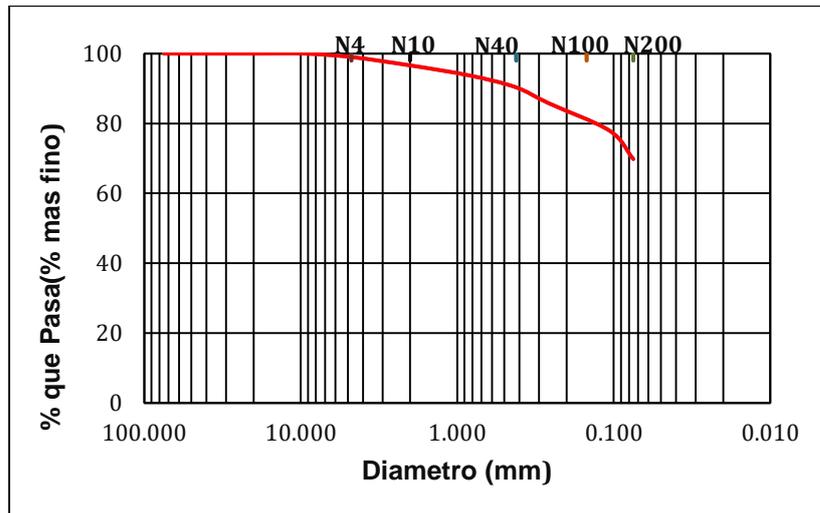


Figura 16. Curva granulométrica

En el gráfico 16 se visualiza la curva de distribución de partículas de acuerdo a las proporciones que traspasan los tamices y las malla. La curva se empieza a inclinar al empezar a retenerse un 0.99% (8.50g) en el tamiz N°4 y así sucesivamente se va reteniendo en los tamices que se encuentran debajo del tamiz N° 4.



Figura 17. Tamizado del suelo.



Figura 18. Partículas retenidas en los tamices.

En la figura 17 se observa el tamizado del suelo arcilloso, el cual se realizó manualmente durante 10 minutos, una vez finalizado el proceso del tamizado se procedió a clasificar los suelos según se observa en la figura 18.

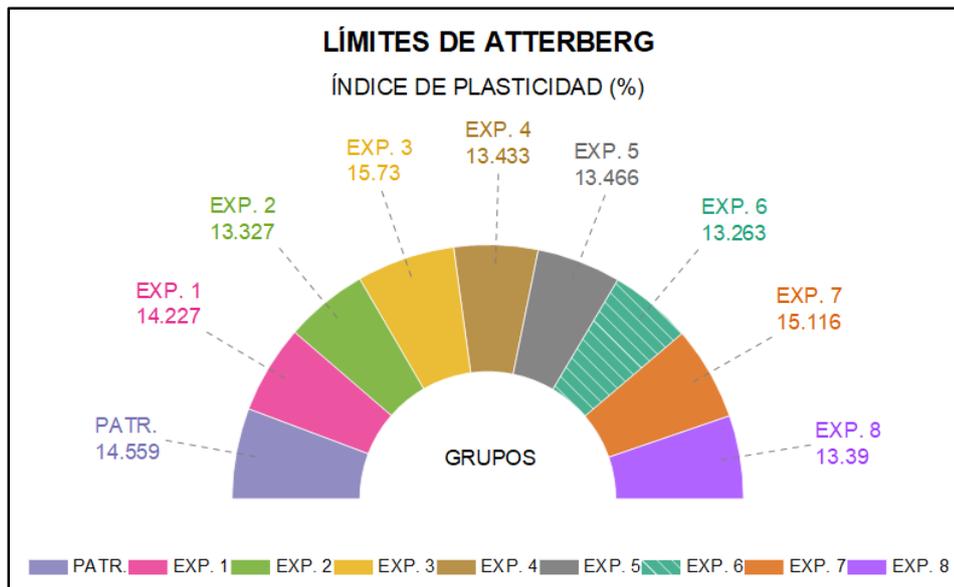
#### 4.2.2. Ensayos de Límites de Atterberg

Límite líquido según la Norma MTC E 110, ensayo del límite plástico e índice de plasticidad MTC E 111

**Tabla 11. Resultados de los límites de Atterberg**

<b>Límites de Atterberg</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Dosificación</b>	<b>Límite líquido (%)</b>	<b>Límite plástico (%)</b>	<b>Índice de plasticidad (%)</b>
Grupo patrón	0% CPG + 0% MPG + 0% FM	29.136	14.577	<b>14.559</b>
Grupo experimental N° 1	9.0% CPG + 3.2% MPG + 0.18% FM	29.186	14.916	<b>14.270</b>
Grupo experimental N° 2	12.0% CPG + 3.20% MPG + 0.18% FM	29.123	15.327	<b>13.327</b>
Grupo experimental N° 3	9.0% CPG + 4.20% MPG + 0.18% FM	29.170	13.440	<b>15.730</b>
Grupo experimental N° 4	12.0% CPG + 4.20% MPG + 0.18% FM	29.136	15.703	<b>13.433</b>
Grupo experimental N° 5	9.0% CPG + 3.20% MPG + 0.28% FM	29.154	15.787	<b>13.466</b>
Grupo experimental N° 6	12.0% CPG + 3.20% MPG + 0.28% FM	29.007	15.743	<b>13.263</b>
Grupo experimental N° 7	9.0% CPG + 4.20% MPG + 0.28% FM	29.053	13.940	<b>15.116</b>
Grupo experimental N° 8	12.0% CPG + 4.20% MPG + 0.28% FM	29.170	15.780	<b>13.390</b>

En el cuadro 11 se verifican los hallazgos de los límites de Atterberg para la muestra natural y para diferentes grupos experimentales con sus respectivas dosificaciones de aditivos como ceniza, mucílago y fibras, para conocer la plasticidad del suelo natural y del suelo tratado primero se obtuvo el valor del límite líquido, para luego restar con el valor del límite plástico.

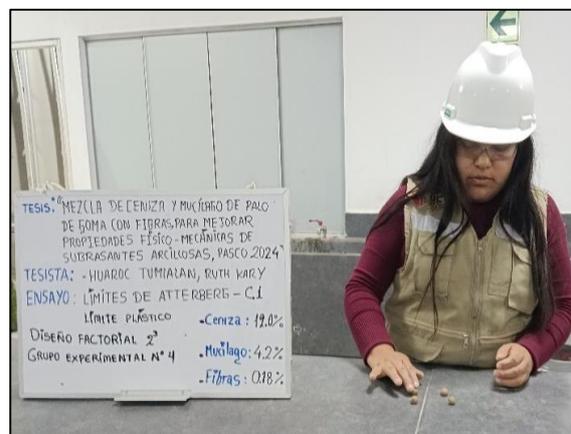


*Figura 19. Límites de Atterberg*

Para realizar la prueba de los límites de Atterberg se llevó a cabo la mezcla del suelo con los aditivos propuestos en diferentes dosificaciones, en la representación 19 se muestra las respuestas que se obtuvieron tras desarrollar el experimento, cada color de las barras evidencia los diversos valores obtenidos. El muestra natural cuenta con una plasticidad elevada de 14.559%, tras adicionar los aditivos la plasticidad del suelo va disminuyendo constantemente como se visualizan en los grupos 1, 2, 4, 5 y 8 mientras que en el grupo 3 y 7 se incrementa la plasticidad respecto a la muestra patrón, el resultado más favorable se obtuvo en el grupo 6 con (13.263 % - IP), ya que se visualiza una disminución significativa de la plasticidad. .



*Figura 20. Ensayo del límite líquido*



*Figura 21. Ensayo del límite plástico*

La ilustración 20 evidencia el desarrollo del límite líquido a través de la Copa de Casagrande, y el figura 21 se realizó el límite plástico a través de la

formación de esferas y rollitos respectivamente. Estos ensayos se desarrollaron para las 3 calicatas, cada calicata tiene 8 grupos experimentales y 1 grupo patrón.

#### 4.2.3. Ensayo del proctor modificado

**Tabla 12. Resultados del óptimo contenido de humedad**

Grupos	Dosificaciones	Óptimo contenido de humedad (%)			Promedio del OCH (%)
		C - 1	C - 2	C - 3	
Grupo patrón	0% CPG + 0% MPG + 0% FM	11.550	12.700	12.330	<b>12.193</b>
Grupo experimental N° 1	9.0% CPG + 3.20% MPG + 0.18% FM	10.150	11.770	11.970	<b>11.297</b>
Grupo experimental N° 2	12.0% CPG + 3.20% MPG + 0.18% FM	10.500	11.500	11.690	<b>11.230</b>
Grupo experimental N° 3	9.0% CPG + 4.20% MPG + 0.18% FM	11.530	11.970	12.290	<b>11.930</b>
Grupo experimental N° 4	12.0% CPG + 4.20% MPG + 0.18% FM	10.500	12.410	12.230	<b>11.713</b>
Grupo experimental N° 5	9.0% CPG + 3.20% MPG + 0.28% FM	11.100	11.590	11.870	<b>11.520</b>
Grupo experimental N° 6	12.0% CPG + 3.20% MPG + 0.28% FM	10.933	11.040	11.500	<b>11.158</b>
Grupo experimental N° 7	9.0% CPG + 4.20% MPG + 0.28% FM	11.290	12.610	12.240	<b>12.047</b>
Grupo experimental N° 8	12.0% CPG + 4.20% MPG + 0.28% FM	10.760	11.500	11.770	<b>11.343</b>

Para el óptimo contenido de humedad se utilizó porcentajes de agua que se aplicó a la muestra natural y a las muestras experimentales para cada una de las calicatas. Tras obtener los resultados de las calicatas tanto de los experimentales, se procedió a realizar el promedio de cada grupo obteniendo valores el cual se aprecia en la tabla 12.

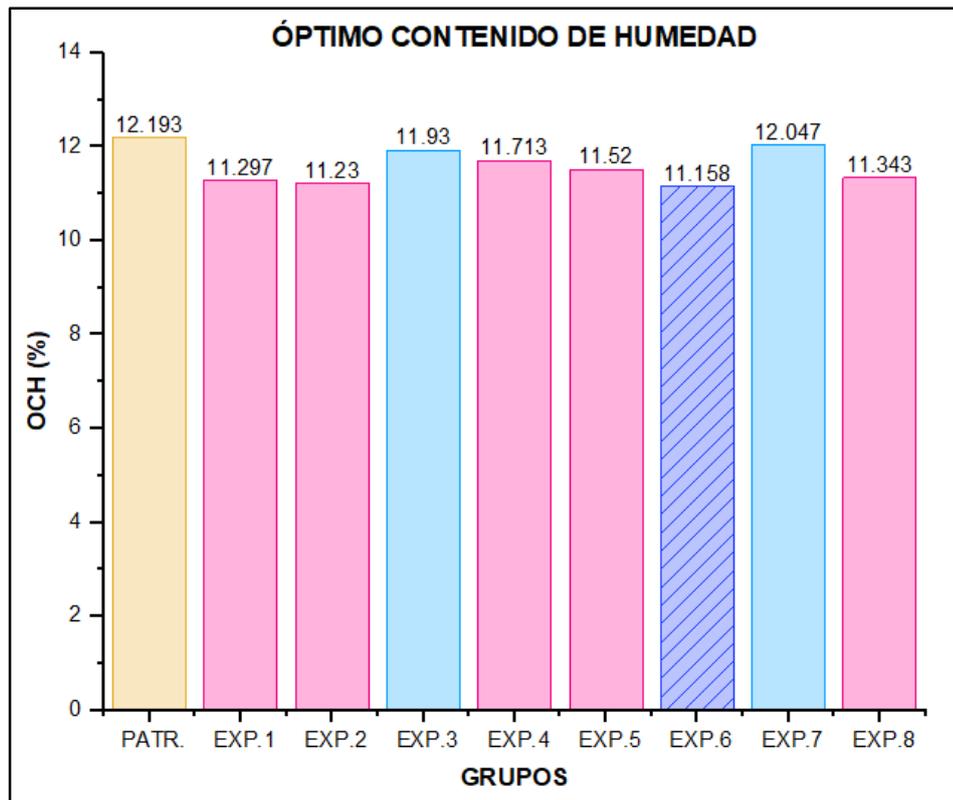


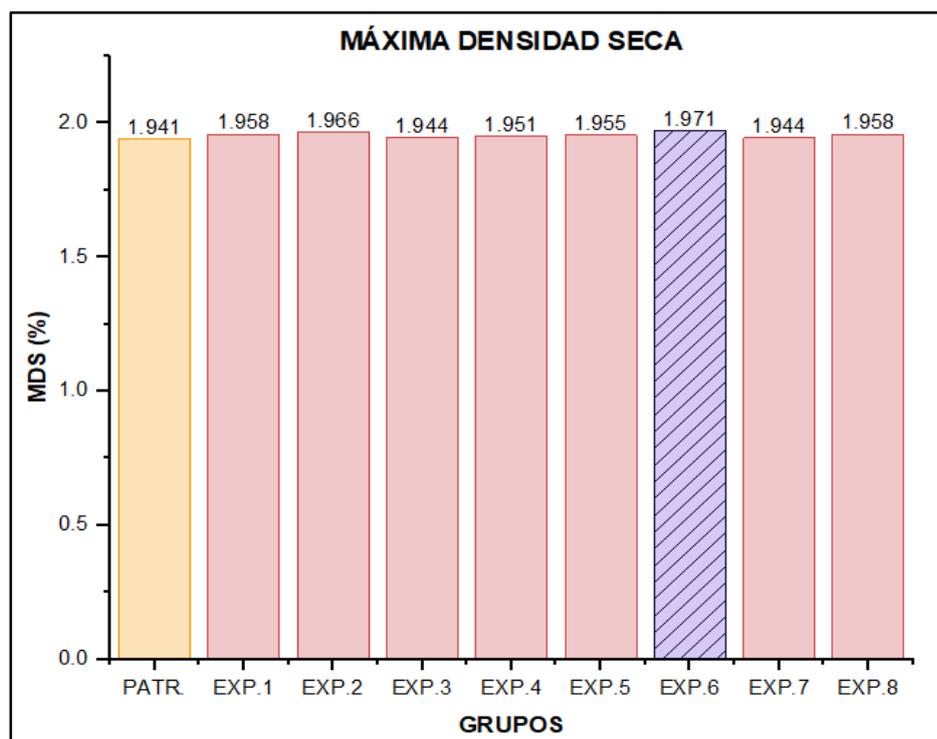
Figura 22. Resultados del OCH

La gráfica 22 presenta los datos del OCH correspondiente a cada grupo, donde la muestra natural presenta un OCH de 12.193%, y al adicionar los aditivos en porcentajes diferentes en los diseños experimentales se notó una mejora en los grupos 1, 2, 4, 5 y 8 logrando reducir el nivel de humedad que presenta la subrasante, el resultado más sobresaliente es de 11, 158% de OCH que se obtuvo en el grupo 6 tras aplicar un 12% de ceniza, 3.2% de mucílago de palo de goma incluyendo 0.28% de fibra de mara.

**Tabla 13. Resultados de la máxima densidad seca**

Grupos	Dosificación	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )			Promedio de la MDS (gr/cm <sup>3</sup> )
		C - 1	C - 2	C - 3	
Grupo patrón	0% CPG + 0% MPG + 0% FM	1.990	1.913	1.921	<b>1.941</b>
Grupo experimental N° 1	9.0% CPG + 3.2% MPG + 0.18% FM	2.019	1.929	1.927	<b>1.958</b>
Grupo experimental N° 2	12.0% CPG + 3.20% MPG + 0.18% FM	2.019	1.929	1.932	<b>1.966</b>
Grupo experimental N° 3	9.0% CPG + 4.20% MPG + 0.18% FM	1.995	1.916	1.922	<b>1.944</b>
Grupo experimental N° 4	12.0% CPG + 4.20% MPG + 0.18% FM	2.014	1.918	1.922	<b>1.951</b>
Grupo experimental N° 5	9.0% CPG + 3.20% MPG + 0.28% FM	2.003	1.932	1.929	<b>1.955</b>
Grupo experimental N° 6	12.0% CPG + 3.20% MPG + 0.28% FM	2.035	1.942	1.935	<b>1.971</b>
Grupo experimental N° 7	9.0% CPG + 4.20 % MPG + 0.28% FM	1.995	1.915	1.922	<b>1.944</b>
Grupo experimental N° 8	12.0% CPG + 4.20 % MPG + 0.28% FM	2.009	1.934	1.930	<b>1.958</b>

La tabla 13 muestra la máxima densidad seca de cada calicata correspondiente al a la muestra patrón y a las 8 muestras experimentales, cuyos resultados obtenidos de cada calicata se promediaron, obteniendo así resultados más precisos.



*Figura 23. Máxima densidad seca*

En la figura 23 se evidencia un gráfico de barras que tiene variaciones concernientes a la máxima densidad seca, señalando así que cada grupo posee un valor diferente al resto, el valor más destacable se encuentra en el grupo experimental 6, ya que aumentó notablemente respecto a la muestra patrón, asimismo los grupo 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8 superaron al grupo patrón.



*Figura 24. Compactación del proctor modificado*

Para el ensayo de proctor modificado se realizó 4 espécimen y para cada uno de ellos se utilizó 3kg de suelo, donde se fue añadiendo diversos porcentajes de agua para formar la curva de la máxima densidad seca, luego se procedió a dividir la muestra en 5 partes iguales para ir compactando cada capa con 25 golpes así como se muestra en la figura 24.

#### 4.2.4. Ensayo de CBR (MTC E 132)

Tabla 14. Resultados del CBR al 95% - 0.1"

Grupos	Dosificación	CBR (%)			Promedio del CBR (%)
		C - 1	C - 2	C - 3	
Grupo patrón	0% CPG + 0% MPG + 0% FM	2.420	5.590	5.570	<b>4.527</b>
Grupo experimental N° 1	9.0% CPG + 3.2% MPG + 0.18% FM	7.110	6.240	7.720	<b>7.023</b>
Grupo experimental N° 2	12.0% CPG + 3.20% MPG + 0.18% FM	7.520	7.030	8.170	<b>7.573</b>
Grupo experimental N° 3	9.0% CPG + 4.20% MPG + 0.18% FM	2.423	5.638	5.615	<b>4.559</b>
Grupo experimental N° 4	12.0% CPG + 4.20% MPG + 0.18% FM	5.590	6.120	7.300	<b>6.337</b>
Grupo experimental N° 5	9.0% CPG + 3.20% MPG + 0.28% FM	7.180	6.340	7.840	<b>7.120</b>
Grupo experimental N° 6	12.0% CPG + 3.20% MPG + 0.28% FM	7.720	7.280	8.610	<b>7.870</b>
Grupo experimental N° 7	9.0% CPG + 4.20% MPG + 0.28% FM	2.490	5.810	5.720	<b>4.673</b>
Grupo experimental N° 8	12.0% CPG + 4.20% MPG + 0.28% FM	7.300	6.450	8.180	<b>7.310</b>

Se ilustra los datos obtenidos del CBR al 95%, - 0.1" de penetración de la máxima densidad seca, cuyos resultados se realizaron para las 3 calicatas aplicando los diseño experimentales, donde los resultados obtenidos se promediaron como se observa en la tabla 14.

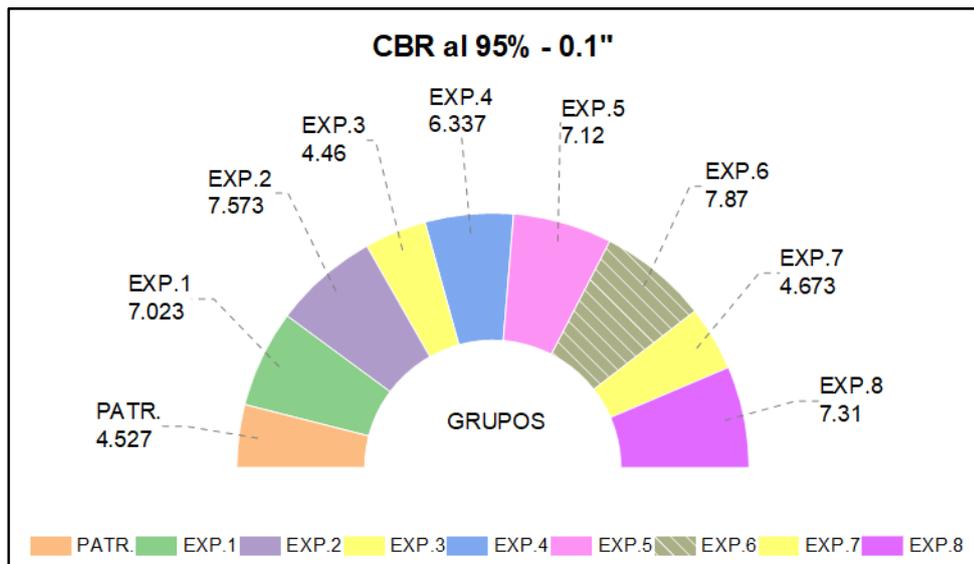


Figura 25. CBR al 95%

En el gráfico se presentan los valores del CBR que se obtuvieron en las 8 muestras experimentales y en la muestra patrón, el suelo natural tiene una

capacidad de soporte de 4.527% esto nos quiere decir que el suelo necesita ser estabilizado antes de realizar cualquier construcción, al adicionar los aditivos propuestos se observa una mejora en los grupos 1, 2, 4, 5 y 8 mientras que en el grupo 3 y 7 el resultado es desfavorable, ya que el CBR es menor a 6%. El resultado más impactante se obtuvo en el grupo 6 indicando un CBR de 7.87 %.



Figura 26. Compactación de capas del CBR



Figura 27. Ensayo CBR

Para el ensayo CBR se requiere 6kg de suelo para cada molde, en primer lugar se vierte un porcentaje de agua que se obtuvo del óptimo contenido humedad de la máxima densidad seca, luego se pasó a mezclar la muestra con el agua uniformemente y se dividió la muestra en 5 partes iguales, este proceso se repite para los 3 moldes, el molde inicial se compactó mediante 12 impactos para las 5 capas, el siguiente molde se compactó con 26 impactos y finalmente el tercer molde se compactó con 55 impactos para las 5 capas así como se muestra en la figura 26.

Pasado los 4 días de remojo de los 3 moldes con la muestra incluida se retiraron los moldes y se dejó reposando 10 minutos fuera del agua y luego se trasladaron a la presa de carga del CBR manual como se observa en la figura 27, en el equipo se realizó el ensayo de penetración con una velocidad constante que fueron controlados mediante un cronómetro, asimismo se fue anotando la lectura de las cargas según indica la norma.

## CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

### Contrastación de hipótesis general

**Ho:** La mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras no mejoran las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas.

**H1:** La mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras mejoran las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas.

**Determinación:** Conforme a la norma estadística ANOVA para contrastar las hipótesis, el valor P obtenido de las 3 hipótesis específicas son  $\leq 0.05$ . Por ende, se aprueba la hipótesis alternativa.

**Resolución:** Al dar validez a la hipótesis alternativa se afirma que la mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras mejora las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas.

### Contrastación de hipótesis específico N° 1

#### Prueba de normalidad según Anderson Darling para el índice de plasticidad

Se lleva a cabo dicha prueba con la finalidad de verificar si las aditivos propuestos logran optimizar el índice de plasticidad, también para verificar si los datos son normales o no.

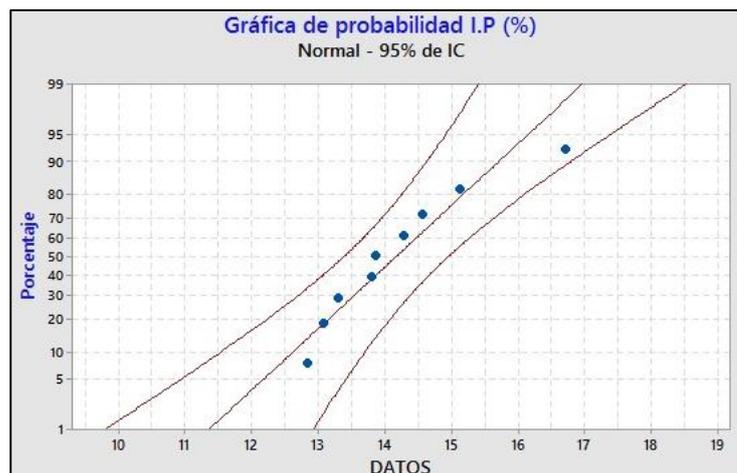


Figura 28. Diagrama de Normalidad para el IP

Tabla 15. Resultados del PV

Media:	14.17
D.E.	1.200
N:	9
AD:	0.335
VP:	0.421

En el esquema 28 y cuadro 15 se exhibe la prueba de la normalidad para el índice de plasticidad concerniente a los 8 grupos experimentales, como resultado se obtuvo el P valor (0.421), el cual es mayor a 0.01, tras obtener este resultado entonces podemos afirmar que nuestros datos son normales.

**Análisis de varianza (ANOVA) correspondiente al índice de plasticidad**

**Ho:** Una proporción definida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras no optimiza el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas. (**P > 0.05**)

**H1:** Una proporción definida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras optimiza el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas. (**P ≤ 0.05**)

**Tabla 16. Estadística ANOVA para el IP**

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	34.0567	4.8652	20.78	0.000
Lineal	3	23.4181	7.8060	33.34	0.000
Ceniza de palo de goma	1	12.8188	12.8188	54.75	0.000
Mucílago de palo de goma	1	7.7976	7.7976	33.30	0.000
Fibra de mara	1	2.8017	2.8017	11.97	0.003
Interacciones de 2 términos	3	8.5145	2.8382	12.12	0.000
Ceniza de palo de goma*Mucílago de palo de goma	1	5.8608	5.8608	25.03	0.000
Ceniza de palo de goma*Fibra de mara	1	2.1720	2.1720	9.28	0.008
Mucílago de palo de goma*Fibra de mara	1	0.4817	0.4817	2.06	0.171
Interacciones de 3 términos	1	2.1242	2.1242	9.07	0.008
Ceniza de palo de goma*Mucílago de palo de goma*Fibra de mara	1	2.1242	2.1242	9.07	0.008
Error	16	3.7461	0.2341		
Total	23	37.8028			

Tras procesar los datos obtenidos de los resultados, en esquema 16 obtenemos un valor P de 0.008, respecto a la mezcla de los 3 aditivos (CPG, MPG y FM), por ende el valor P es menor a 0.05.

**Determinación:** Siguiendo la técnica estadística ANOVA, procedemos a rechazar la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa porque el valor P (0.008) es menor a 0.05.

**Resolución:** Al aceptar la hipótesis alternativa se establece que la ceniza y mucílago de palo de goma con fibras optimiza el índice de plasticidad,

contribuyendo en la disminución de la plasticidad que tiene la subrasante arcillosa de Paucartambo.

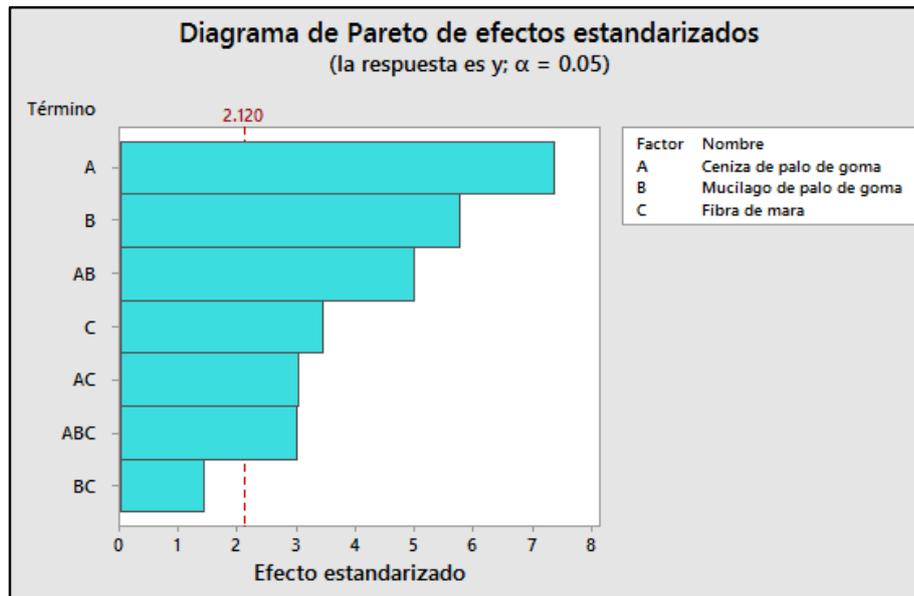


Figura 29. Diagrama de Pareto para el IP.

La ilustración 29 presenta el diagrama de Pareto el cual contiene diferentes barras correspondientes a cada aditivo y a la mezcla entre ellos. De acuerdo al diagrama se afirma que la ceniza de palo de goma aporta de manera notable en la mejora del índice de plasticidad, también el mucilago de palo de goma y la fibra contribuyen regularmente, por otra parte el factor BC no tiene un impacto favorable.

### **Contrastación de hipótesis específico N° 2**

#### **Prueba de normalidad según Anderson Darling para el proctor modificado**

Se hizo la prueba para determinar si la integración de CPG, MPG y Fibras perfecciona el proctor modificado. Este análisis se realizara a través de la prueba verificando si los datos son normales o no.

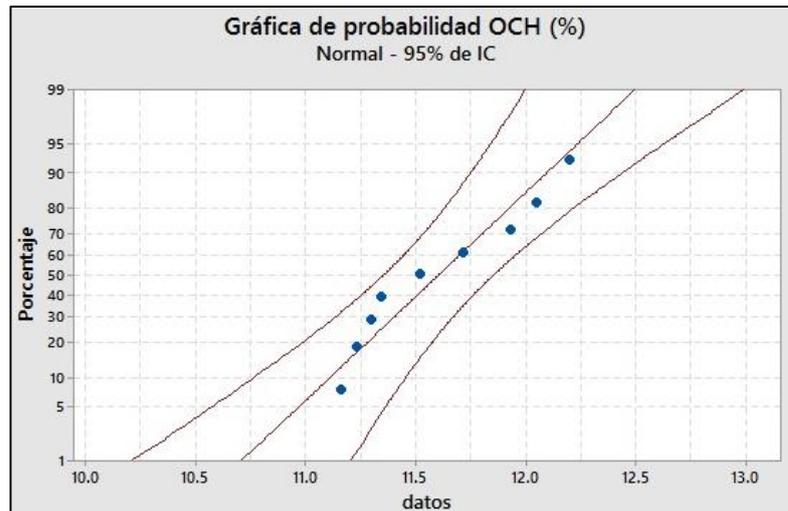


Figura 30. Diagrama de Normalidad para el OCH

Tabla 17. Resultados del PV

<b>Media:</b>	11.60
<b>D.E:</b>	0.3824
<b>N:</b>	9
<b>AD:</b>	0.339
<b>VP:</b>	0.410

La ilustración 30 y cuadro 17 nos muestra el análisis de normalidad para el OCH correspondiente a los hallazgos de los 8 grupos desarrollados, asimismo observamos el resultado del P valor (0.410), el cual supera al 0.01, indicando así que los datos siguen una distribución normal.

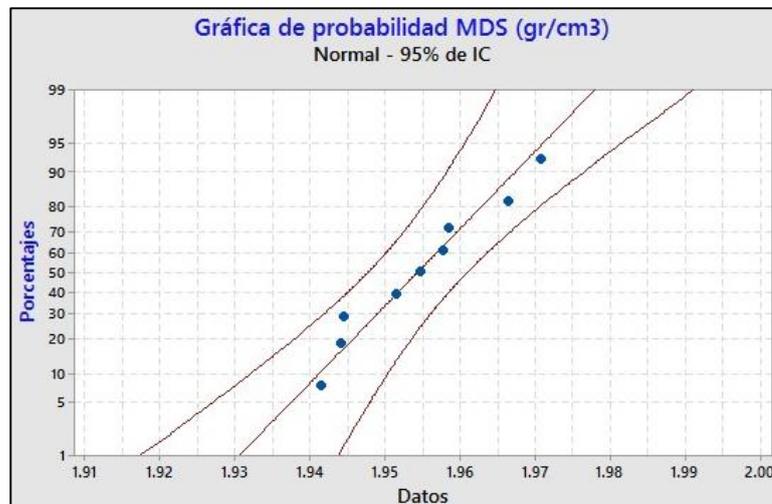


Figura 31. Diagrama de Normalidad para la MDS

**Tabla 18. Resultados del PV**

<b>Media:</b>	1.954
<b>D.E:</b>	0.01014
<b>N:</b>	9
<b>AD:</b>	0.238
<b>VP:</b>	0.697

Del mismo modo en el la figura 31 y cuadro 18 se aprecia el diagrama de normalidad para la MDS, adquiriendo como producto el valor P igual a 0.697, el cual está por encima del 0.01. Al ser mayor el resultado valor P se afirma que los datos son normales.

**Análisis de varianza (ANOVA) correspondiente al proctor modificado**

**Ho:** Un porcentaje establecido de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras no altera el proctor modificado de subrasantes arcillosas. (**P > 0.05**)

**H1:** Un porcentaje establecido de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras altera el proctor modificado de subrasantes arcillosas. (**P ≤ 0.05**)

**Tabla 19. Estadística ANOVA para el OCH**

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	5.3002	0.7572	3.17	0.026
Lineal	3	2.5903	0.8634	3.62	0.036
Ceniza de palo de goma	1	2.2860	2.2860	9.58	0.007
Mucílago de palo de goma	1	0.1885	0.1885	0.79	0.387
Fibra de mara	1	0.1158	0.1158	0.49	0.496
Interacciones de 2 términos	3	0.2432	0.4144	1.74	0.200
Ceniza de palo de goma*Mucílago de palo de goma	1	0.1484	0.1484	0.62	0.442
Ceniza de palo de goma*Fibra de mara	1	0.3783	0.3783	1.58	0.226
Mucílago de palo de goma*Fibra de mara	1	0.7166	0.7166	3.00	0.102
Interacciones de 3 términos	1	1.4667	1.4667	6.14	0.025
Ceniza de palo de goma*Mucílago de palo de goma*Fibra de mara	1	1.4667	1.4667	6.14	0.025
Error	16	3.8195	0.2387		
Total	23	9.1197			

Respecto a la prueba de ANOVA en el cuadro 19 se representa el resultado obtenido del valor P (0.025) concerniente al diseño de mezcla de CPG, MPG y FM, dicho resultado es menor a 0.05.

**Tabla 20. Estadística ANOVA para la MDS**

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	0.261457	0.037351	4.97	0.004
Lineal	3	0.136556	0.045519	6.05	0.006
Ceniza de palo de goma	1	0.081538	0.081538	10.84	0.005
Mucílago de palo de goma	1	0.014845	0.014845	1.97	0.179
Fibra de mara	1	0.040172	0.040172	5.34	0.034
Interacciones de 2 términos	3	0.048750	0.016250	2.16	0.133
Ceniza de palo de goma*Mucílago de palo de goma	1	0.046367	0.046367	6.16	0.025
Ceniza de palo de goma*Fibra de mara	1	0.000024	0.000024	0.00	0.955
Mucílago de palo de goma*Fibra de mara	1	0.002358	0.002358	0.31	0.583
Interacciones de 3 términos	1	0.076151	0.076151	10.13	0.006
Ceniza de palo de goma*Mucílago de palo de goma*Fibra de mara	1	0.076151	0.076151	10.13	0.006
Error	16	0.120337	0.007521		
Total	23	0.381794			

En cuanto a la prueba de ANOVA el cuadro 20 representa el resultado obtenido del valor P (0.006) concerniente al diseño de mezcla de CPG, MPG y FM, dicho resultado es menor a 0.05.

**Determinación:** Siguiendo la técnica estadística ANOVA, procedemos a rechazar la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa porque el valor P (0.008) del OCH es menor a 0.05 y el valor P (0.006) de la MDS es menor a 0.05.

**Resolución:** Al aceptar la hipótesis alternativa se establece que la ceniza y mucílago de palo de goma con fibras altera el proctor modificado, logrando una mayor densidad del suelo arcilloso.

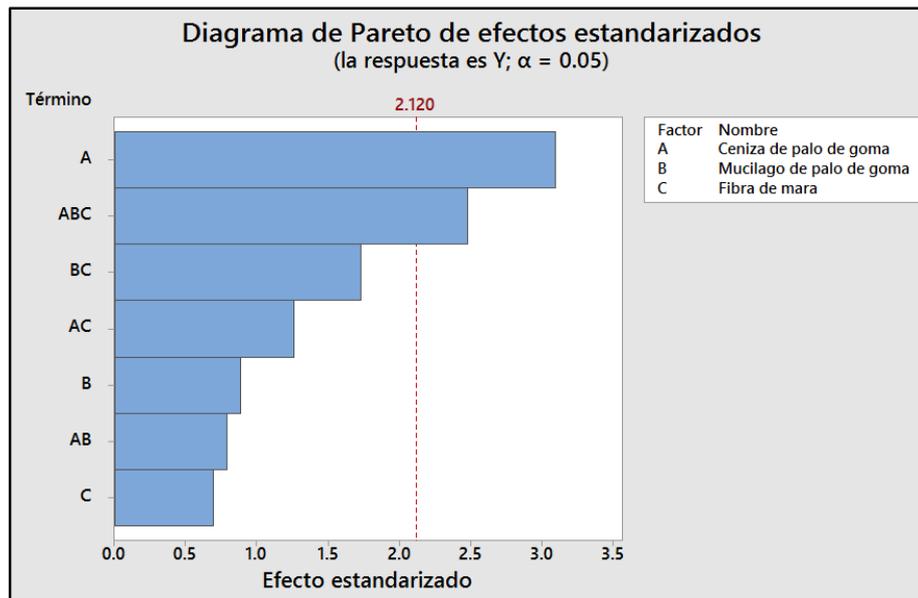


Figura 32. Diagrama de Pareto para el OCH.

La ilustración 32 presenta el diagrama de Pareto el cual muestra diferentes barras correspondientes a cada aditivo y a la mezcla entre ellos. De acuerdo al diagrama se manifiesta que la ceniza de palo de goma aporta es la que influye de manera directa en el OCH, también se visualiza que la mezcla de los 3 aditivos (CPG, MPG y FM) aportan significativamente en el OCH, los que no generan un efecto un positivo son el MPG y FM.

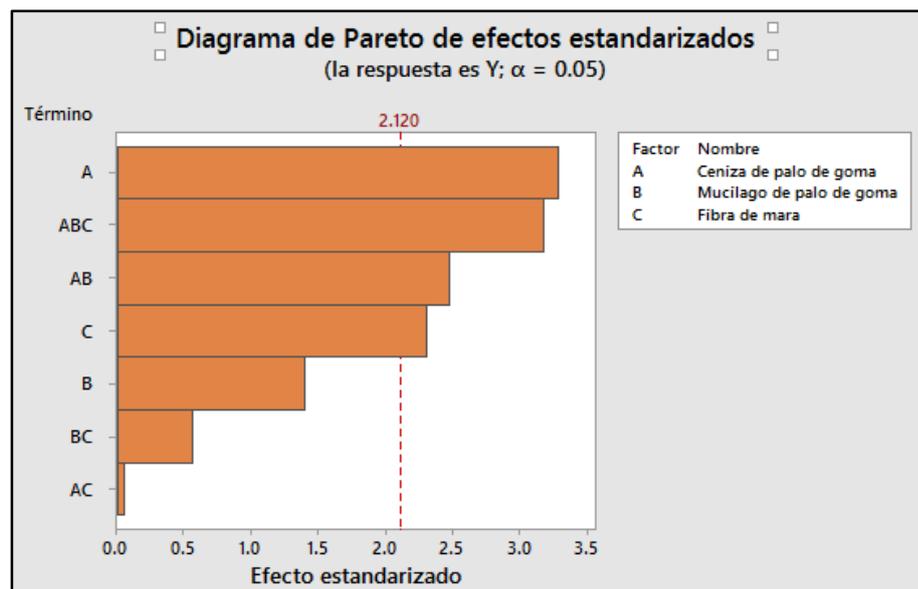


Figura 33. Diagrama de Pareto para la MDS.

La representación 33 presenta los efectos que ejercen cada uno de los aditivos en la MDS, el aditivo que tiene más efecto en la MDS es la ceniza de palo de

goma, al incluir la mezcla de los 3 aditivos juntos en la MDS logran contribuir de manera positiva. Mientras que el mucilago de palo de goma genera un impacto negativo.

### Contrastación de hipótesis específico N° 3

#### Prueba de normalidad según Anderson Darling para el CBR (%).

La prueba se desarrolla con el fin de evaluar si la incorporación de CPG, MPG y FM en porcentajes concretos incrementa el CBR, mediante los resultados obtenidos se verificó la distribución de los datos, para afirmar que la distribución es normal se cumplió que el (Valor P debe ser  $> 0.01$ ), si en caso el resultado de valor P es  $\leq 0.01$  se confirma que los datos no son normalmente distribuidos.

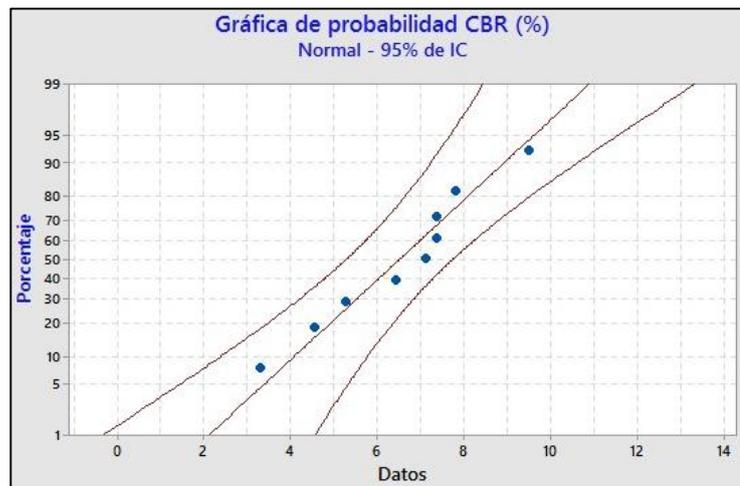


Figura 34. Diagrama de Normalidad - CBR

Tabla 21. Resultados del PV

<b>Media:</b>	6.508
<b>D.E:</b>	1.881
<b>N:</b>	9
<b>AD:</b>	0.256
<b>VP:</b>	0.630

Tras realizar la prueba de normalidad de datos para el CBR, en la figura 34 y en el cuadro 21 visualizamos el resultado del valor P (0.630), el cual es mayor a 0.01, esto quiere decir que los datos de los 8 grupos experimentales son normales.

### **Análisis de varianza (ANOVA) correspondiente al CBR**

**Ho:** Una proporción establecida de ceniza y mucílago de palo goma con fibras no incrementa el CBR de subrasantes arcillosas. (**P > 0.05**)

**H1:** Una proporción establecida de ceniza y mucílago de palo goma con fibras incrementa el CBR de subrasantes arcillosas. (**P ≤ 0.05**)

**Tabla 22.** Estadística ANOVA para el CBR

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	71.6492	10.2356	16.13	0.000
Lineal	3	61.2095	20.4032	32.16	0.000
Ceniza de palo de goma	1	24.1603	24.1603	38.08	0.000
Mucílago de palo de goma	1	33.7488	33.7488	53.20	0.000
Fibra de mara	1	3.3004	3.3004	5.20	0.037
Interacciones de 2 términos	3	3.2674	1.0891	1.72	0.204
Ceniza de palo de goma*Mucílago de palo de goma	1	2.1600	2.1600	3.40	0.084
Ceniza de palo de goma*Fibra de mara	1	0.8214	0.8214	1.29	0.272
Mucílago de palo de goma*Fibra de mara	1	0.2860	0.2860	0.45	0.512
Interacciones de 3 términos	1	7.1723	7.1723	11.31	0.004
Ceniza de palo de goma*Mucílago de palo de goma*Fibra de mara	1	7.1723	7.1723	11.31	0.004
Error	16	10.1506	0.6344		
Total	23	81.7998			

Respecto al análisis de varianza del CBR en la imagen 22 se aprecia el Valor P (0.004), el cual es menor a 0.05. El valor P se obtuvo al realizar las interacciones de las 3 variables (CPG, MPG y FM).

**Determinación:** Aplicando el método ANOVA se procede a contrastar la hipótesis, en este el resultado del valor P es 0.004 indicando que es ≤ a 0.05. Por consiguiente se procede a validar la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula.

**Resolución:** Se afirma que al incorporar una proporción establecida de ceniza y mucílago de palo goma con fibras incrementa el CBR de subrasantes arcillosas.

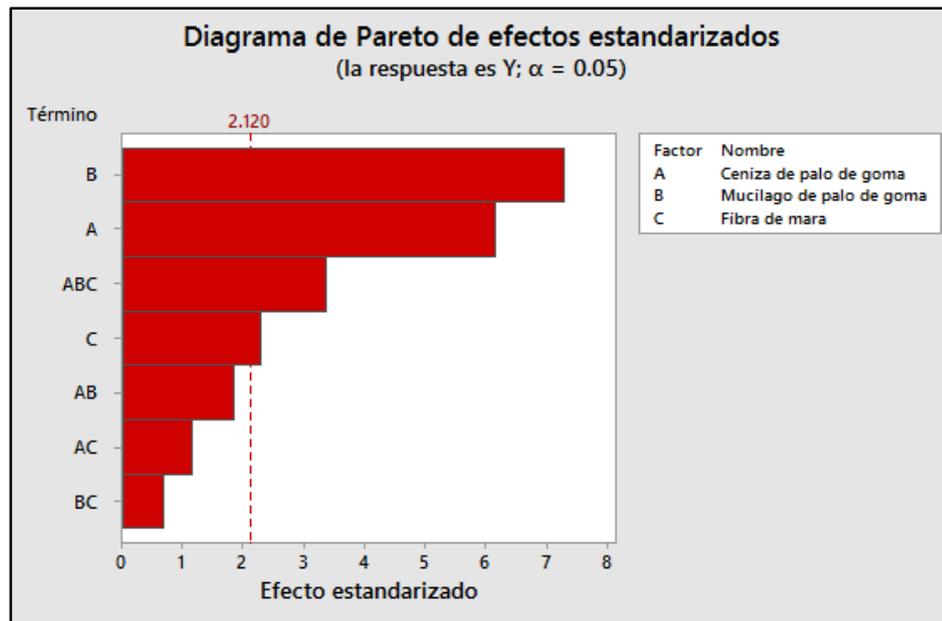


Figura 35. Gráfico de Pareto - CBR

Se detecta en la representación 35 el gráfico de Pareto concerniente a la aportación que proporciona cada aditivo tanto solo y mezclados. El aditivo que aporta notablemente en el incremento del CBR de forma individual es el mucilago de palo de goma, seguidamente se tiene a la ceniza de palo de goma, la mezcla de los 3 aditivos también generan un impacto positivo en el incremento del CBR.

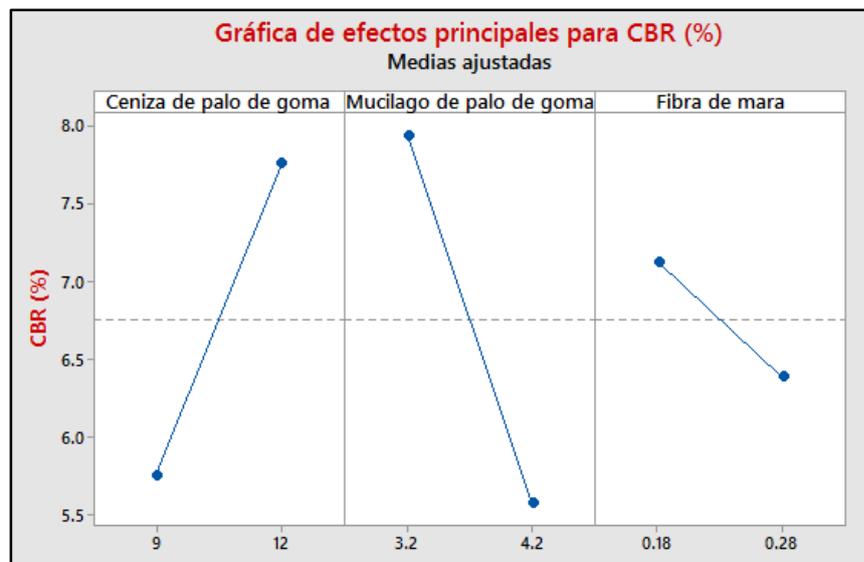


Figura 36. Grafica de efectos para el CBR

En la representación 36 tenemos la grafica de los efectos, observamos los 3 aditivos planteados, cada una de ellas cuenta con un porcentaje mínimo y un

máximo, según la gráfica respecto al ceniza de palo de goma el porcentaje que aporta notablemente en el incremento del CBR es el 12%, para el mucilago de palo de goma el porcentaje que aporta positivamente en el incremento del CBR es 3.2 % y para la fibra de mara el porcentaje más notable es el 0.18%, mientras que un 9% de ceniza, 4.2% de mucilago y fibra de 0.28 influye regularmente en el incremento del CBR%

### Correlación de Pearson

La clasificación de Pearson es muy importante en el ámbito académico, ya que analiza la relación que tienen las variables propuestas, especialmente esta clasificación se encarga de medir la fuerza y dirección de relación lineal entre las variables como se visualiza en anexo 11.

#### 1. Correlación de Pearson para el índice de plasticidad

**Tabla 23.** Coeficiente de correlación para el IP

VARIABLES	MUESTRA 1	"r"	NIVEL DE CORRELACION
A) Ceniza de palo de goma	IP	-0.582	Correlación negativa moderada
B) Mucílago de palo de goma	IP	0.454	Correlación positiva débil
C)Fibra de mara	IP	-0.272	Correlación negativa débil

En el cuadro de datos 23, tras obtener el valor "r" de cada aditivo se identificó la correlación de cada una de ellas, para la ceniza de palo de goma el nivel de correlación es negativa moderada, el mucilago de palo de goma tiene una correlación positiva débil y la fibra de mara resultó tener una correlación negativa débil.

#### 2. Correlación de Pearson para el proctor modificado

**Tabla 24.** Coeficiente de correlación para el OCH

VARIABLES	MUESTRA 1	"r"	NIVEL DE CORRELACION
A) Ceniza de palo de goma	OCH	-0.501	Correlación negativa moderada
B) Mucílago de palo de goma	OCH	0.144	Correlación positiva débil
C)Fibra de mara	OCH	-0.113	Correlación negativa débil

En el cuadro de datos 24, tras obtener el valor “r” de cada aditivo se identificó la correlación de cada una de ellas, para la ceniza de palo de goma el nivel de correlación negativa moderada, el mucilago de palo de goma tiene una correlación positiva débil y la fibra de mara resultó tener una correlación negativa débil.

**Tabla 25. Coeficiente de correlación para la MDS**

VARIABLES	MUESTRA 1	“r”	NIVEL DE CORRELACION
A) Ceniza de palo de goma	MDS	0.436	Correlación positiva débil
B) Mucílago de palo de goma	MDS	-0.218	Correlación negativa fuerte
C)Fibra de mara	MDS	0.245	Correlación positiva débil

En el cuadro de datos 25, tras obtener el valor “r” de cada aditivo se identificó la correlación de cada una de ellas, para la ceniza de palo de goma el nivel de correlación es positiva débil, el mucilago de palo de goma tiene una correlación negativa fuerte y la fibra de mara resultó tener una correlación positiva débil.

### 3. Correlación de Pearson para el CBR

**Tabla 26. Coeficiente de correlación para el CBR**

VARIABLES	MUESTRA 1	“r”	NIVEL DE CORRELACION
A) Ceniza de palo de goma	CBR	0.543	Correlación positiva moderada
B) Mucílago de palo de goma	CBR	-0.642	Correlación negativa moderada
C)Fibra de mara	CBR	-0.201	Correlación negativa débil

En el cuadro de datos 26, tras obtener el valor “r” de cada aditivo se identificó la correlación de cada una de ellas, para la ceniza de palo de goma el nivel de correlación es positiva moderada, el mucilago de palo de goma tiene una correlación negativa moderada y la fibra de mara resultó tener una correlación negativa débil.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Discusión general**

Mejorar las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas mediante la mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras.

Al desarrollar mi investigación se obtuvo como resultado inicial las características de la subrasante de estudio en estado natural, el cual tiene como valor de soporte un 4.527%, dicho subrasante tiene una plasticidad de 14.559% y un contenido de humedad de 12.193 %. Al elaborar los 8 diseños experimentales incluyendo los aditivos (ceniza y mucílago de palo de goma con fibras), los grupos que mejoraron fueron el (1, 2, 4, 5 y 8), el que tuvo mayor impacto entre todos fue el grupo 6 el cual logró mejorar el valor de soporte a un 7.87 %, el OCH a un 11.158% y el índice de plasticidad a un 13.263%. Dicho grupo cuenta con una dosificación óptima de (12% de CPG, 3.2% de MPG y 0.28 % de FM), el aditivo que tuvo mayor influencia fue la ceniza de palo de goma. Concuero con el autor Bazairwe, et al, (2021) que la ceniza influye favorablemente en la mejora de subrasantes arcillosas aumentando notablemente la capacidad de carga y reduciendo la plasticidad con una dosificación de 12 %.

### **Discusión específica 1**

Optimizar el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas a través de una proporción definida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras.

Conforme a los hallazgos adquiridos, el suelo sin aditivos cuenta con un IP de 14.559%, fue categorizado como un suelo de plasticidad baja. Tras desarrollar los 8 diseños experimentales el que contribuyó de manera notable en la optimización del IP fue el grupo 6 ya que ahí se ve obtuvo un resultado óptimo, el cual fue de 13.263 IP, logrando así reducir la plasticidad que presenta el suelo arcilloso con una dosificación de (12.0% CPG, 3.20% CPG y 0.28% FM), el aditivo que tuvo mayor impacto fue la ceniza de palo de goma, también la mezcla de los 3 aditivos juntos. De acuerdo a los hallazgos de mi investigación concuerdo con el autor Goñas y Saldaña (2020), quien utilizó la ceniza como

un agente que ayuda a la reducción del IP, su suelo natural tenía un 24% de IP y al ir añadiendo ceniza en dosificaciones diferentes, su IP fue reduciendo llegando a un 16%.

### **Discusión específica 2**

Alterar el proctor modificado de subrasantes arcillosas por medio de un porcentaje establecido de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras.

Según los resultados la subrasante en estado natural registró una MDS de 1.941 gr/cm<sup>3</sup> y un OCH de 12.193%, el cual es muy elevado y dificulta la compactación, por ello se desarrolló los 8 diseños experimentales con la presencia de aditivos (CPG, MPG y FM), al ir añadiendo los aditivos en los diferentes grupos (1, 2, 4, 5 y 8) se observó la mejoría. Por ende el que tuvo mayor impacto fue el grupo 6 mediante la incorporación de 3 aditivos como (CPG 12%, MPG 3.20% y FM 0.28%), el cual nos dio como resultado un OCH de 11.158% y una MDS de 1.971. Estos descubrimientos concuerdan con el estudio de Chirinos et al (2021), ya que su suelo de estudio en estado natural tuvo una MDS de 15.47gr/cm<sup>3</sup> y un 18.38% de OCH, tras añadir ceniza de cáscara de arroz en una cantidad de 6% se obtuvo resultados favorables en el OCH reduciendo a un 15% y resultados desfavorables en la MDS disminuyendo a un 1.37%.

### **Discusión específica 3**

Incrementar el CBR de subrasantes arcillosas a través de una proporción establecida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras.

Basados en los resultados, tras llevarse a cabo la investigación la subrasante arcillosa resultó tener un CBR de 4.527% es cual necesita ser mejorado para realizar cualquier construcción sobre ella, por ende, se propusieron 8 grupos experimentales con 3 aditivos para incrementar el CBR. Desarrollándose así, los grupos (1, 2, 4, 5 y 8) dieron resultados favorables el cual sobrepasa el 6%, mientras que los grupos (3 y 7) dieron resultados bajos. El grupo 6 brindó el mejor resultado de un 7.87% de CBR con las dosificaciones de (12% de CPG,

3.2% de MPG y 0.28% FM), el cual se obtuvo mediante la realización del diseño factorial. Este hallazgo se asemeja con la investigación del autor Jeremias, et al, (2024), ya que el suelo natural de estudio resultó tener un 3.38% de CBR y al agregar la sustancia de geopolímeros el valor del CBR incrementó a un 9.38%, considerando que la ceniza contribuye al mejoramiento de suelos arcillosos, ya que cuenta con diversos componentes que influyen de manera positiva.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Desenlace general**

Se consiguió mejorar los atributos físico - mecánicas de la subrasante arcillosa, por medio de la utilización de técnicas experimentales. Los grupos (G1, G2, G4, G5 y G8) incidieron de manera positiva, mientras que los grupos (G3 y G7) no proporcionaron efectos positivos. La muestra patrón tuvo un resultado inicial de (14.559% de IP, 12.193% de OCH, 1.941 de MDS y un 4.527 % de CBR). El resultado que tuvo mayor impacto fue el grupo 6 logrando mejorar las cualidades del suelo a un (13.263% de IP, 11.158% de OCH, 1.941gr/cm<sup>3</sup> de MDS y un 7.870% de CBR), teniendo como dosificaciones de (12.0% de CPG, 3.2% de MPG y 0.28% FM), el aditivo que influyó notablemente fue la ceniza de palo de goma superando la línea punteada del diagrama de Pareto, seguidamente se tiene al mucilago de palo de goma y la fibra quienes aportaron regularmente.

### **Desenlace específico 1**

Se optimizó el índice de plasticidad mediante la implementación de diseños experimentales, los grupos que dieron el impacto positivo fueron (G1, G2, G4, G5 y G8) de acuerdo a la muestra patrón que es (14.559% de IP), el grupo 6 tuvo el mejor resultado ya que logró reducir el IP a un 13.263%. El aditivo que proporcionó mayor efecto es la CPG, seguidamente se tiene al MPG, el que aportó regularmente fue la fibra.

### **Desenlace específico 2**

En cuanto a la realización del proctor modificado se tuvo como resultado que la capacidad de compactación fue mejorando en algunos grupos experimentales tales como (G1, G2, G4, G5 y G8), respecto a la muestra patrón el cual tuvo un resultado de 12.193% de OCH y 1.941 gr/cm<sup>3</sup> de MDS. El grupo 6 tuvo el mejor resultado alterando de manera significativa el OCH con un resultado de 11.158% y la MDS con 1.971gr/cm<sup>3</sup>, dicho resultado se logró con la dosificación de (12% CPG, 3.2% MPG y 0.28% FM), el aditivo que tuvo mayor impacto en dicho ensayo fue la ceniza de palo de goma.

### **Desenlace específico 3**

Se logró incrementar el CBR en los siguientes grupos experimentales como (G1, G2, G4, G5 y G8), respecto a la muestra natural el cual tuvo un 4.527% de CBR, mientras que el grupo 3 no supero a la muestra patrón, y el grupo 7 supero en una pequeña cantidad el cual su resultado fue (4.673% de CBR). El resultado más significativo se dio en el grupo 6 con un CBR de 7.87% superando a la muestra patrón y al valor que proporciona la norma (MTC E132), la dosificación utilizada fue de (12% de MPG, 3.2% de CPG, 0.28% FM), los aditivos que tuvieron efectos significativos fueron el mucilago y la ceniza de palo de goma.

## VII. RECOMENDACIONES

Conforme a los estudios realizados sobre la realización de la mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar las deficiencias que presenta la subrasantes arcillosa se brindan las siguientes recomendaciones.

- Si los investigadores desean utilizar fibra de mara se recomienda realizar un pre experimento para cada ensayo, con el propósito de definir la medida adecuada de la fibra de mara, para evitar complicaciones al momento de realizar las pruebas.
- Se recomienda a los futuros tesisistas si llegan a utilizar el mucilago de palo de goma o cualquier otro mucílago, tener en cuenta que dicho aditivo depende del agua, por lo tanto al momento de agregar un porcentaje de agua a sus ensayos tienen que restar el total de su porcentaje con la cantidad del mucilago, para así evitar complicaciones y conseguir resultados certeros.
- Se propone utilizar el modelo factorial  $2^k$  en vista que a través de ello se logra obtener diversos resultados, de esa manera tenemos la oportunidad de seleccionar los resultados más confiables con sus respectivas dosificaciones.
- Se recomienda usar porcentajes menores de 4.20% de mucilago y 0.28% de fibras debido a que no contribuyen de manera favorable en la subrasante arcillosa.

## REFERENCIAS

AMENA, Shelema. Utilizing solid plastic wastes in subgrade pavement layers to reduce plastic environmental pollution. Magazine etíope of the faculty of engineering [online]. February 2022. [Consultation date: 06 of may of 2023].

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100438>

ISSN: 26667908

AMRISHA, Khandelwal, ROOP, Kishor y VISHWAJEET, Pratap. Sustainable utilization of sugarcane bagasse ash in highway subgrde. Magazine indio of the department of Civil Engineering [online]. November 2022. [Consultation date: 06 of may of 2023].

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.310>

ARIAS, José. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. Perú: Enfoques Consulting Eirl, 2021 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2023].

Disponible en <http://bitly.ws/L9Xd>

ISSN: 978-612-48444-2-3

BAVARESCO, Aura. Proceso metodológico en la investigación [en línea]. 6. ed. Venezuela: ImprentaInternacional, CA Maracaibo-Zurlia, 2013 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]

Disponible en <http://bitly.ws/Ljpd>

ISBN: 9789801267584

BAIG, Arif. Estimating the strength of soil stabilized with cement and lime at optimal compaction using ensemble – based multiple machine learning [online] july 2024 [Consultation date: 06 of may of 2023].

DOI: 10.1038/s41598-024-66295-4

ISSN: 20452322

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica [en línea].4. ed. Mexico: Cengage Learning, 2015 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2023].

Disponible en <http://bitly.ws/LjRL>

ISBN: 9781111576752

CHIRINOS, Enrique, RODRIGUEZ, Ernesto y MUÑOZ, Sócrates. Métodos de estabilización de suelos arcillosos para mejorar el CBR con fines de pavimentación. Revista colombiana de ingeniería civil [en línea]. Julio 202. [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2023].

DOI: 10.47864/SE(51)2021p77-92\_129

ISSN: 05625351

CONDORI, Porfirio. Universo, población y muestra. Curso taller [online]. 2020. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2023].

Disponible en <http://bitly.ws/yzDH>

ESCOBAR, Piter y BILBAO, Jorge. Investigación y educación superior [en línea]. 2. ed. Estados Unidos: Lulu.com, 2020 [fecha de consulta: 10 de mayo 2023].

Disponible en: <http://bitly.ws/LiVE>

ISBN: 9781678103903

ESPINOZA, Eduardo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. Febrero – Julio 2019, n. 6. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2023].

Disponible en <http://bitly.ws/Lk7R>

ISSN: 19908644

FERREYRA, Adriana. Metodología de la investigación II [en línea]. Córdoba: Encuentro Grupo Editor, 2014 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2023].

Disponible en <http://bitly.ws/Ljzk>

ISBN: 9789871325339

FLOREZ, Jairo. Estabilización de suelos con biocemento [en línea]. Santa fe de Bogotá 17 de enero de 2006. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2023].

Disponible en <http://bitly.ws/Lkke>

GUERRA, Kehila y MOSQUEIRA, Miguel. Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages. Magazine of education [online]. July, 2020. [Consultation date: 23 of april 2024].

DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCE12020.1.1.541>

ISSN: 2414-6390

GOÑAS, Olger y SALDAÑA, Jhon. Stabilization of soils with coal ashes for use as an improved subgrade. Rev. of Natural Sciences and Engineering [online]. January-february 2022. [Consultation date: 06 of may of 2023].

DOI: <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3il.589>

ISSN: 25200356

GUARMIS, Joel. Propiedades de la subrasante [en línea]. Perú 2019 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2023].

Disponibile en <http://bitly.ws/L9ZF>

HERNÁNDEZ, Sandra y DUANA, Danae. Data collection techniques and instruments. Magazine Scientific bulletin of administrative economic sciences of the ICEA [online]. January – may 2020 n.º17. [Consultation date: 10 of may 2023].

Available in <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>

ISSN: 2007-4913

JUÁREZ, Eulalio. Mecánica de suelos: Fundamentos de la Mecánica de suelos [en línea]. México: Limusa, 2005 [fecha de consulta: 10 de mayo del 2023].

Disponibile en: <http://bitly.ws/LmzR>

ISBN: 9681800699

MARIN, Luis. Mecánica de Suelos [en línea]. Guayaquil: Galo Terranova García, 1991 [fecha de consulta: 10 de mayo del 2023].

Disponibile en: <http://bitly.ws/LmyV>

ISBN: 9978590013

MILLONES, Mario, MUÑOZ, Sócrates y VILLANUEVA, Cristian. Sugarcane bagasse ash as a stabilizing additive in clay soils for paving purposes. Magazine peruana of Engineering [online]. Septiembre 2022. [Consultation date: 06 of may of 2023].

DOI: 10.25100/iyc.v25i1.11801

MEDINA, María y VERDEJO, Ada. Validity and reliability in student learning evaluation throughout active methodologies. Magazine ecuatoriana of educación [online]. June – december 2006 n. °2. [Consultation date: 10 of may 2023].

DOI: <https://doi.org/10.17163/alt.v15n2.2020.10>

ISSN: 1390-8642

MONTEJO, Ramal, RAYMUNDO, José y CHÁVEZ, Jhonatan. Alternative materials for stabilizing soils: The use of rice cascara de rice on low-transit roads of Piura. Rev.Tzhoeoen. January – march 2020. Vol. 12. [Consultation date: 06 of may of 2023].

DOI: <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1251>

ISSN: 19978731

MUCHA, Luis [et al]. Evaluation of procedures used to determine the population and sample in postgraduate research words. Scientific journal of social sciences and humanities [online]. September- december 2020. [Consultation date: 10 of may 2023].

DOI: <https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.121.253>

ISSN: 2307-6100

MONTALVO, Marco. Diseño estructural de pavimentos hidráulicos y asfálticos [en línea]. Perú, 2017 [fecha de consulta: 10 of may of 2023].

Disponible en: <http://bitly.ws/L9E4>

LOPEZ, Johan. Adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco – 2022. Tesis para obtener el Título Ingeniero Civil. Lima: Universidad César Vallejo, 2022.

Disponible en el repositorio de la Universidad César Vallejo

NOMAN, A, RATON, M y RAHMAN, K. The application of rice husk ash and lime as a stabilizer for constriction purposes. Magazine Geotechnical Engineering [online]. Marzo 2023. [Consultation date: 10 of may of 2023].

Available in <http://bitly.ws/L8wr>

ISSN: 00465828

NUJID, M [et al]. Correlation between california bearing ratio (CBR) with plasticity index of marime stabilizes soil with cockle shell poder. Journal of Physics [online]. 2019. [Consultation date: 10 of may of 2023].

DOI: 10.1088/1742-6596/1349/1/012036

OSPINA, Miguel, CHAVES, Saieth y JIMÉNEZ, Luis. Improvement of clayey subgrades through the addition of Steel waste. Magazine colombiana de civil engineering [online]. July 2020. [Consultation date: 06 of may of 2023].

DOI: <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>

ISSN: 2389-9417

TAMAYO, Carla y SILVA, Irene. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. [En línea]. 2012. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]

Disponible en <http://bitly.ws/Ljj8>

TORRES, Mariela y Paz, Karim. Métodos de recolección de datos para una investigación. Boletín electrónico [en línea]. 2019, n.º3. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023].

Disponible en <http://bitly.ws/Ljek>

POLONÍA, Claudia [et, al]. Metodología de investigación Cuantitativa y Cualitativa [en línea]. Santiago de Cali: Institución Universitaria Antonio José Camacho, 2020 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]

Disponible en: <https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/596>

ISBN: 9789588292991

Real Academia Española. (204). Diccionario de la lengua española (23ªed.).  
Disponibile en <https://dle.rae.es/ceniza>

RUCKS, L. Propiedades físicas del suelo [en línea]. Uruguay, 2004 [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2023].  
Disponibile en <http://bitly.ws/LjB7>

QUISPE, Y. y VENERO, R. (2021). Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando Cemento portland, en Distrito Inkawasi– Cusco – 2021. Tesis de pregrado. Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 85pp.  
Disponibile en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85694>

WEI, Haibin [et al]. Engineering and environmental evaluation of silty clay modified by waste fly ash and oil shale ash as a road subgrade material. Magazine china of Engineering [online]. October 2018. [Consultation date: 06 of may of 2023].  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.060>

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista educación [en línea]. Noviembre 2008 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2023].  
Disponibile en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>  
ISSN: 22152644

VILLASÍS, Miguel [et al]. Research protocol VII. Validity and reliability of the measurements. Rev Alerg Mex [online]. October 2018. [Consultation date: 10 of may 2023].  
DOI: <https://doi.org/10.29262/ram.v65i4.560>  
ISSN: 24489190

ZALWANGO, Teddy, BAZAIRWE, Annette y SAFIKI, Ainomugisha. Blending Lime with Sugarcane Bagasse Ash for Stabilizing Expansive Clay Soils in Subgrade. Magazine of Engineering, Design, Art and Technology [online]. February – may 2021. [Consultation date: 06 of may of 2023].

DOI: 10.5614/j.eng.technol.sci.2021.53.5.10

ISSN: 23375779

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco - 2024						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>Problema general</b> ¿Cómo la mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras podría mejorar las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas?	<b>Objetivo general</b> Mejorar las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas mediante la mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras.	<b>Hipótesis general</b> La mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras mejoran las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas.	<b>VARIABLES independientes</b> Cenizas y mucilago de palo de goma con fibras	Característica	Composición química	<b>Método de investigación:</b> Científico hipotético deductivo <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada. <b>Diseño de investigación:</b> Experimental. G. E: O1 → X → O2 G. C: O1 → - → O2 Ge adicionando ceniza y mucilago de palo de goma con fibras. Gc sin adicionar ceniza y mucilago de palo de goma con fibras. <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo. <b>Población:</b> Suelos del distrito de Paucartambo - Pasco. <b>Muestra:</b> Suelos de una subrasante arcillosa. <b>Muestreo:</b> No probabilístico. <b>Instrumentos:</b> Formatos de los ensayos.
				Dosificación	Porcentaje (%)	
<b>Problema específico 1</b> ¿Con una proporción definida de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras se podría optimizar el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas?	<b>Objetivo específico 1</b> Optimizar el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas a través de una proporción definida de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras.	<b>Hipótesis específico 1</b> Una proporción definida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras optimiza el índice de plasticidad de subrasantes arcillosas.	<b>Variable dependiente</b>	Propiedades físicas	Límites Atterberg	
				<b>Problema específico 2</b> ¿Con un porcentaje establecido de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras se podría alterar el proctor modificado de subrasantes arcillosas?	<b>Objetivo específico 2</b> Alterar el proctor modificado de subrasantes arcillosas por medio de un porcentaje establecido de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras.	
<b>Problema específico 3</b> ¿Con una proporción establecida de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras se podría incrementar el CBR de subrasantes arcillosas?	<b>Objetivo específico 3</b> Incrementar el CBR de subrasantes arcillosas a través de una proporción establecida de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras.	<b>Hipótesis específico 3</b> Una proporción establecida de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras incrementa el CBR de subrasantes arcillosas.				CBR %

## Anexo 2: Operacionalización de Variables

<b>Título:</b> Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024					
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA/ UNIDAD</b>
<b>Variabes independientes:</b> Ceniza y mucilago de palo de goma con fibras	Polvo de color gris claro que queda después de una combustión completa, y está formado, generalmente, por sales alcalinas y térreas, sílice y óxidos metálicos (RAE, 2022).	Los aditivos se adicionarán en porcentajes de (9.0% - 12.0%) de ceniza, (3.2% - 4.2%) de mucílago y (0.18% - 0.28%) de fibras con el fin de determinar la incidencia que tiene al actuar en la subrasante arcillosa.	Característica	Composición química	Razón
			Dosificación	Porcentaje (%)	Proporción
<b>Variable dependiente:</b> Propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas	La subrasante es una superficie natural que se encarga de soportar el peso de la estructura del pavimento, sus propiedades son importantes porque nos permiten seleccionar materiales y seguir un control de calidad para la realización de cualquier infraestructura vial (Montalvo, 2017).	Se realizarán ensayos en propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa, con el objetivo de controlar dichas propiedades.	Propiedades físicas	Límites de Atterberg	Proporción
			Propiedades mecánicas	Proctor Modificado	Razón
				CBR %	Proporción

Anexo 3: Cuestionario de validación de instrumentos

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Luis J. Clemente Condori..... CIP N° 92196..., como profesional en carrera de ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y efectos de su aplicación por los investigadores, para la elaboración de la tesis titulada: **"Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024"**. Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el cuadro.

TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Investigador: Huaroc Tumialan, Ruth Kary	D.N.I. N°: 74721441
Título de la investigación: "Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024"	
Universidad: Universidad César Vallejo	
Experto: <u>Luis J. Clemente Condori</u>	D.N.I. N°: <u>09937407</u>
Grado académico: Doctor ( ) Magister (X) Otros ( ) Especifique:	
Institución donde labora: <u>Universidad Cesar Vallejo</u>	

Criterios	Indicadores	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE					
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible													
2	OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos													
3	ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades de la investigación													
4	ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													
5	SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6	INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis													
7	CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnico y/o científicos													
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores													
9	METODOLÓGICA	La estrategia responde una metodología y diseños aplicados para lograr probar las hipótesis													
10	PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													

PROMEDIO DE VALORACIÓN

  
**Luis J. Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL REGISTRADO  
 CIP. N° 92196  
 FIRMA DEL EXPERTO

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo Luis V. Requis Carbajal..... CIP N° 76748..., como profesional en carrera de ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y efectos de su aplicación por los investigadores, para la elaboración de la tesis titulada: "Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024". Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el cuadro.

**TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Investigador: Huaroc Tumialan, Ruth Kary	D.N.I. N°: 74721441
Título de la investigación: "Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024"	
Universidad: Universidad César Vallejo	
Experto: <u>Luis V. Requis Carbajal</u>	D.N.I. N°: <u>04067813</u>
Grado académico: Doctor <input checked="" type="checkbox"/> Magister ( ) Otros ( ) Especifique:	
Institución donde labora: <u>Universidad César Vallejo</u>	

Criterios	Indicadores	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible													
2	OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos													
3	ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades de la investigación													
4	ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													
5	SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6	INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis													
7	CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnico y/o científicos													
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores													
9	METODOLÓGICA	La estrategia responde una metodología y diseños aplicados para lograr probar las hipótesis													
10	PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													

PROMEDIO DE VALORACIÓN

  
 Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 FIRMA DEL EXPERTO

Anexo 4: validación de juicios de expertos

Investigador: Huaroc Tumialan, Ruth Kary	D.N.I. N°: 74721441
Título de la investigación: "Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024"	
Universidad: Universidad César Vallejo	
Experto: <i>Luis J. Clemente Condori</i>	D.N.I. N°: <i>09957407</i>
Grado académico: Doctor ( ) Magister (x) Otros ( ) Especifique:	
Institución donde labora: <i>Universidad Cesar Vallejo</i>	
Fecha:	Día: <i>01</i> Mes: <i>07</i> Año: <i>2024</i>

Variables	Dimensiones	Indicadores	Aspectos por Evaluar Ítem/Pregunta	Escala	Opinión del experto					
					PUNTUACIÓN					Observaciones/Sugerencias
					1	2	3	4	5	
Ceniza y mucilago de palo de goma con fibras	Dosificación	Ceniza de palo de goma (Min - Máx) 9.0% - 12.0%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que tiene efectos favorables al adicionar ceniza de palo de goma en las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas?	Proporción			X			
	Dosificación	Mucilago de palo de goma (Min - Máx) 3.2% - 4.2%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que tiene efectos favorables al adicionar mucilago de palo de goma en las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas?					X		
	Dosificación	Fibras de mara (Min - Máx) 0.18% - 0.28%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que tiene efectos favorables al adicionar fibras de mara en las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas?				X			
Propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas	Propiedades físicas	Límites de Atterberg	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que el ensayo de límites de Atterbeg nos permitirá evaluar la consistencia del suelo?	Razón				X		
	Propiedades mecánicas	Proctor Modificado	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que el ensayo proctor modificado nos permitirá mejorar la compactación de la subrasante?	Razón				X		
		CBR %	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que el ensayo CBR permitirá mejorar la capacidad de soporte del suelo?	Proporción				X		

  
  
**FIRMA DEL EXPERTO**

Investigador: Huaroc Tumialan, Ruth Kary	D.N.I. N°: 74721441
Título de la investigación: "Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024"	
Universidad: Universidad César Vallejo	
Experto: Luis V. Requis Carbajal	D.N.I. N°: 04067813
Grado académico: Doctor (X) Magister ( ) Otros ( ) Especifique:	
Institución donde labora: Universidad César Vallejo	
Fecha:	Día: 04 Mes: 07 Año: 2024

Variables	Dimensiones	Indicadores	Aspectos por Evaluar Item/Pregunta	Escala	Opinión del experto					
					PUNTUACIÓN					Observaciones/Sugerencias
					1	2	3	4	5	
Ceniza y mucilago de palo de goma con fibras	Dosificación	Ceniza de palo de goma (Min - Máx) 9.0% - 12.0%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que tiene efectos favorables al adicionar ceniza de palo de goma en las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas?	Proporción			X			
	Dosificación	Mucilago de palo de goma (Min - Máx) 3.2% - 4.2%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que tiene efectos favorables al adicionar mucilago de palo de goma en las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas?					X		
	Dosificación	Fibras de mara (Min - Máx) 0.18% - 0.28%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que tiene efectos favorables al adicionar fibras de mara en las propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas?					X		
Propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas	Propiedades físicas	Límites de Atterberg	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que el ensayo de límites de Atterberg nos permitirá evaluar la consistencia del suelo?	Razón					X	
	Propiedades mecánicas	Proctor Modificado	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que el ensayo proctor modificado nos permitirá mejorar la compactación de la subrasante?	Razón		X				
		CBR %	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que el ensayo CBR permitirá mejorar la capacidad de soporte del suelo?	Proporción			X			

Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



FIRMA DEL EXPERTO

Anexo 5. Certificado de Acreditación por el Instituto Nacional de Calidad

**Certificado**



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.**

**Laboratorio de Ensayo**

En su sede ubicada en: Calle 22 Mz E Lt 7 Urbanización Vipol de Naranjal, distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo

Fecha de Acreditación: 21 de julio de 2023  
Fecha de Vencimiento: 20 de julio de 2026



Firmado digitalmente por AGUILAR RODRIGUEZ Lidia Patricia FAU  
20600283015 soft  
Fecha: 2023-08-18 08:52:23  
Motivo: Soy el Autor del Documento

**PATRICIA AGUILAR RODRÍGUEZ**  
Directora (d.t.), Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 15 de agosto de 2023



Cédula N°: 228-2023-INACAL/DA  
Contrato N°: 039-2023/INACAL-DA  
Registro N°: LE - 211

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web: [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditada](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditada), y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MRA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 03

## Anexo 6. Certificados de calibración

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-006	Termómetro Multifuncional con incertidumbre "U" de 0,082 °C a 3,9 °C	LTA-0248-2023



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO  
#6032.01 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTCA-0355-2023

Página 1 de 4

**Expediente:** 002295

**Fecha de emisión:** 2023-11-21

**1. Solicitante :** SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS S.A.C.  
**Dirección :** CAL.22 MZA. E LOTE. 07 URB. VIPOL NARANJAL LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**2. Instrumento calibrado :** MUFLA

Marca : DAHIAN SCIENTIFIC  
Modelo : FHX-05  
N° de serie : 1000247190U001  
Código : LAB-52

**Indicador :** DIGITAL  
Alcance del indicador : 300°C a 1000°C  
Resolución del indicador : 1 °C

**Selector :** DIGITAL  
Alcance del selector : 300°C a 1000°C  
Resolución del selector : 1 °C

Carga : 2 CRISOLES  
Porcentaje de carga : 40%  
Tipo de ventilación : NATURAL

Ubicación : SALA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS  
Temperaturas de Trabajo : 550°C ± 50°C

**3. Lugar de calibración :** Instalaciones de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS S.A.C.

**4. Fecha de calibración :** 2023-11-13

**5. Método de calibración :**

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el PC-018 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición. 2009 INDECOP/VSNM.

**6. Trazabilidad**

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-006	Termómetro Multifuncional con incertidumbre "U" de 0,082 °C a 3,9 °C	LTA-0248-2023

**7. Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental	Inicial	Final	Voltaje	Inicial	Final
	23,7 °C	24,3 °C		224 V	224 V
Humedad relativa	53,0 %	53,5 %			

Sebastián A. Efllo Espinoza  
Responsable de Laboratorio

SEDE PRINCIPAL  
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

www.alab.com.pe

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

8. Resultados de la calibración

Tiempo de calibración del equipo = 60 minutos  
Tiempo de precalentamiento y estabilización = 120 minutos

Temperatura de seteo = 550 °C

Para la temperatura de 550 °C ± 50 °C

Tiempo (min)	Temp. Ind. (°C)	MEDICIONES DE PATRONES (°C)										Temp. Promedio (°C)	T <sub>max</sub> -T <sub>min</sub> (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	550	522.04	586.34	577.42	525.83	581.32	583.21	585.30	530.74	538.03	592.04	587.35	70.00
02	550	522.89	586.40	577.47	525.88	581.36	583.45	585.56	530.72	538.09	592.84	587.45	70.15
04	550	522.72	586.45	577.52	525.93	581.40	584.26	585.06	530.71	538.13	593.22	587.54	70.49
06	550	522.79	586.49	577.57	526.01	581.47	583.54	585.72	530.73	538.28	593.19	587.58	70.39
08	550	522.84	586.53	577.61	526.06	581.50	583.67	585.53	530.73	538.23	593.62	587.65	70.97
10	550	522.78	586.48	577.57	526.04	581.46	583.15	586.35	530.75	538.19	592.67	587.54	69.88
12	550	522.78	586.48	577.58	526.06	581.47	583.21	586.14	530.73	538.23	592.50	587.52	69.71
14	550	522.84	586.53	577.63	526.10	581.52	583.84	585.81	530.76	538.28	592.08	587.60	69.83
16	550	522.89	586.58	577.68	526.13	581.56	583.87	585.39	530.74	538.29	592.71	587.68	69.82
18	550	522.93	586.61	577.70	526.15	581.57	583.86	585.39	530.75	538.33	593.20	587.65	70.27
20	550	522.98	586.64	577.74	526.18	581.59	583.58	585.85	530.77	538.34	593.03	587.67	70.06
22	550	522.91	586.52	577.63	526.11	581.51	583.58	585.57	530.76	538.27	593.10	587.60	70.19
24	550	522.88	586.50	577.62	526.09	581.50	584.13	585.67	530.74	538.26	593.29	587.67	70.41
26	550	522.95	586.59	577.69	526.15	581.56	583.72	585.74	530.76	538.43	593.78	587.74	70.83
28	550	522.97	586.57	577.67	526.15	581.54	583.59	586.04	530.78	538.42	593.62	587.74	70.66
30	550	523.05	586.65	577.76	526.21	581.60	583.98	585.89	530.81	538.49	593.54	587.80	70.50
32	550	523.04	586.62	577.71	526.20	581.58	583.97	585.88	530.82	538.38	593.33	587.75	70.29
34	550	523.04	586.61	577.71	526.20	581.57	583.77	585.96	530.83	538.39	592.89	587.70	69.86
36	550	523.04	586.65	577.76	526.21	581.60	584.15	585.71	530.80	538.39	592.98	587.73	69.95
38	550	523.11	586.72	577.83	526.28	581.67	584.20	585.50	530.81	538.47	593.41	587.80	70.30
40	550	523.13	586.71	577.84	526.30	581.70	583.97	586.09	530.82	538.50	593.04	587.81	69.92
42	550	523.15	586.73	577.85	526.32	581.71	583.85	586.13	530.81	538.54	593.63	587.87	70.49
44	550	523.21	586.80	577.92	526.40	581.80	584.21	586.03	530.79	538.54	593.93	587.96	70.72
46	550	523.20	586.76	577.89	526.40	581.80	583.76	586.48	530.76	538.54	593.29	587.89	70.09
48	550	523.25	586.84	577.98	526.46	581.86	584.11	586.20	530.74	538.62	593.51	587.96	70.26
50	550	523.29	586.88	578.01	526.49	581.91	583.92	586.24	530.71	538.58	593.70	587.97	70.42
52	550	523.28	586.85	577.99	526.49	581.91	583.88	586.23	530.69	538.61	593.63	587.96	70.35
54	550	523.21	586.75	577.89	526.42	581.84	584.23	586.97	530.67	538.57	593.39	587.89	70.18
56	550	523.16	586.68	577.84	526.37	581.78	584.18	586.09	530.65	538.42	593.00	587.82	69.93
58	550	523.20	586.75	577.91	526.41	581.83	584.10	586.10	530.63	538.49	593.28	587.87	70.08
60	550	523.21	586.75	577.91	526.42	581.82	584.08	586.27	530.62	538.52	593.20	587.88	69.99
T.PROM	550	523.00	586.63	577.74	526.21	581.62	583.84	585.87	530.75	538.38	593.23	587.73	70.23
T.MAX.	550	523.29	586.88	578.01	526.49	581.91	584.26	586.48	530.83	538.62	593.93	587.97	70.97
T.MIN.	550	522.64	586.34	577.42	525.83	581.32	583.15	585.06	530.62	538.03	592.50	587.35	69.71
DTT	0.00	0.65	0.54	0.59	0.66	0.59	1.11	1.41	0.21	0.59	1.43	0.63	1.26

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	593.93	3.96
Mínima Temperatura medida	522.64	3.97
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.43	0.01
Desviación de Temperatura en el Espacio	70.23	0.07
Estabilidad medida (±)	0.72	0.01
Uniformidad	70.97	0.06

Durante la calibración y bajo las condiciones en las que esta ha sido realizada: el medio isotermo CUMPLE con los límites especificados de temperatura. La incertidumbre debida a la resolución del indicador es de 0.58 °C

Nomenclatura

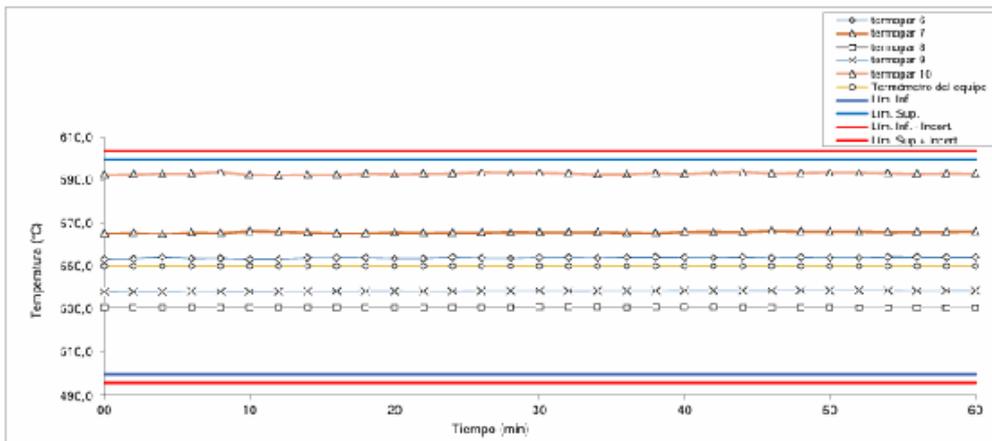
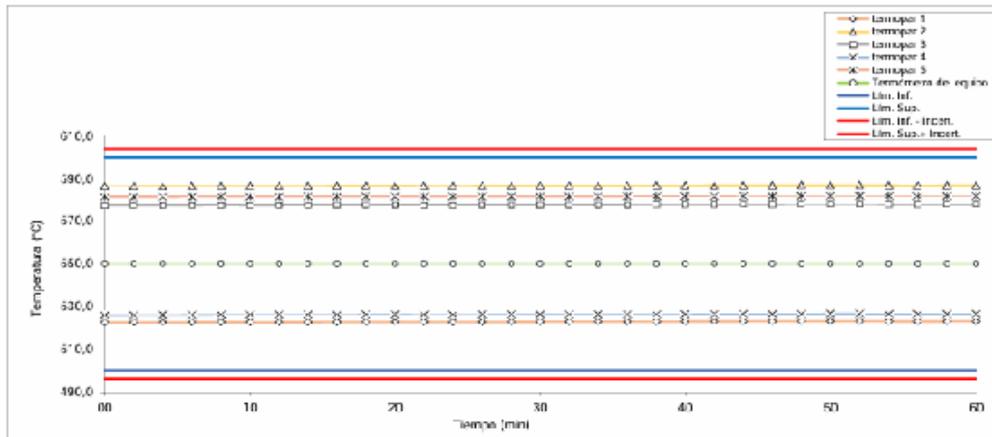
- T. prom : Promedio de las indicaciones de todos los sensores de temperatura para un instante dado.
- T<sub>max</sub>-T<sub>min</sub> : Diferencia entre la máxima y la mínima indicación de temperatura para un mismo instante de tiempo.
- T. PROM : Promedio de las indicaciones de un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MAX : Indicación máxima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MIN : Indicación mínima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

SEDE PRINCIPAL

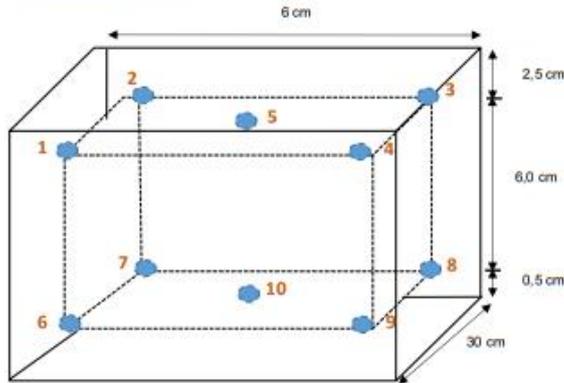
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

www.alab.com.pe

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 550 °C ± 50 °C



Distribución de Sensores



Fotografía de distribución de carga



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 8 al 9 se colocaron a 0,6 cm de las paredes laterales, y también a 2,5 cm del fondo y frente del medio isotermo.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6 cm por encima de la base del medio isotermo.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 0,5 cm por encima de la base del medio isotermo.

#### 9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"; N°: **EM-00735**.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

# Certificado de Calibración

## Calibration Certificate

**N° BD23-C-0965**

<b>Cliente:</b> <i>Customer</i>	<b>SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS S.A.</b>	<p>Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). KOSSODO METROLOGIA S.A.C. mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la cadena de trazabilidad de las mediciones que realiza, así mismo realiza certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados y brinda asistencia técnica en temas relacionados al campo de la metrología en la industria peruana.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p><i>This Calibration Certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). KOSSODO METROLOGIA S.A.C. supports and calibrates his standards of reference to guarantee the chain of traceability of the measurements realized, as well as the metrological certifications realized at the request of the interested parties and offers technical assistance in topics related to the metrology field in the Peruvian industry.</i></p> <p><i>In order to assure the quality of measurements the user should recalibrate his instruments at appropriate intervals.</i></p>
<b>Dirección:</b> <i>Address</i>	Cal. 22 Mza. E Lote 07 Urb. Vipol Naranjal (Lima/Lima/San Martín de Porres)	
<b>Instrumento de medición:</b> <i>Measuring instrument</i>	<b>Balanza Electrónica</b>	
<b>Marca:</b> <i>Brand</i>	PRECIX WEIGHT	
<b>Modelo:</b> <i>Model</i>	BSM 420.3	
<b>Número de Serie:</b> <i>Serial Number</i>	F1020510242739	
<b>Identificación:</b> <i>Identification</i>	LAB-10 (*)	
<b>Lugar de Calibración:</b> <i>Place of Calibration</i>	Sala de balanzas	
<b>Orden de Trabajo:</b> <i>Service Work</i>	OT-02302831	
<b>Fecha de Calibración:</b> <i>Date of Calibration</i>	2023-11-02	
<b>Fecha de Emisión:</b> <i>Date of Issue</i>	2023-11-03	

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO**
*Technical characteristics of the calibrated object*

<b>Capacidad Máxima (Max):</b> <i>Maximum Capacity</i>	420 g	<b>Cap. Mínima (Min):</b> <i>Minimum load</i>	0,2 g (*)	<b>Número de Divisiones (n):</b> <i>Number of Scale Intervals</i>	42000
<b>División de escala real (d):</b> <i>Division from real scale</i>	0,001 g	<b>División de verificación de escala (e):</b> <i>Division verification of scale</i>	0,01 g (*)	<b>Clase de Exactitud:</b> <i>Accuracy Class</i>	I (*)

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
*Calibration Method*

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo el procedimiento P-CAL-01 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático"(Versión 02); este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la recomendación internacional OIML-R-76:2006.

*Calibration was performed by direct comparison between the indications of the scale reading and the loads applied by standard weights, following the procedure P-CAL-01 "Calibration Procedure non-automatic scales" (Version 02), this procedure meets the tests performed on non-automatic scales agree to the international recommendation OIML-R-76 : 2006.*


**Jefe de Laboratorio**  
*Laboratory Boss*


Olga Toro Sayas

**Supervisor de Laboratorio**  
*Laboratory Supervisor*


Jano Ahumada M.

FO-LAB-2-3

Versión: 4

Aprobado el 2023-06-05

Página 1 de 4

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Kossodo Metrología S.A.C. Este documento carece de validez sin sellos y firmas correspondientes  
 partial or total reproduction of this document is prohibited without authorization of Kossodo Metrología S.A.C. This document is not valid without the respective stamp and signature  
 Dirección: Jr. Chota 1161 - Lima - Perú | Teléfonos: (+ (51-1) 619-8400 | Anexo Ventas: 1414 | Anexo Laboratorio: 1406 | E-mail: metrologia@kossomet.com | www.kossomet.com

N° BD23-C-0965

**PATRONES UTILIZADOS**

Standards Used

Nombre del Patrón Standard name	Código y/o serie del Patrón Pattern code and/or series	N° de Certificado certificate number	Trazabilidad Traceability
Juego de pesas de 1 mg a 200 g / E2	PTB-STE2-15 / G2138308	PE23-C-0015	KOSSODO METROLOGIA S.A.C.

**INSPECCIÓN VISUAL**

Visual inspection

Nivelación: Leveling	Tiene	Plataforma: Plate	Tiene	Oscilación libre : Free oscillation	Tiene	Display	Tiene
Ajuste de cero: Zero Adjust	Tiene	Sistema de traba: locking system	No tiene	Escala: Scale	No tiene	Cursor:	No tiene

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

measurement results

**RESULTADOS ANTES DEL AJUSTE**

Results before adjust

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga.

Before the adjust of the instrument, it was found the following results for two loads values.

Valor Nominal Nominal value (g)	Carga load (g)	Indicación indication (g)
Aprox. al 50 % de la cap. max.	199,9999	200,007
Aprox. al 100 % de la cap. max.	400,0000	400,014

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Repeatability Test

Temperatura Inicial: Initial Temperature	20,2 °C	Humedad Inicial: Initial Humidity	50 %
Temperatura Final: Final Temperature	19,8 °C	Humedad Final: Final Humidity	50 %

Serie 1-Aproximadamente 50% Máx . Series 1 - Approximately 50% Max.		Carga Aplicada L Load Applied L	
		199,9999 g	
N° Pesada Weighing N°	Indicación / Indication / g	ΔL ΔL g	E E g
1	200,000	-	0,0001
2	200,000	-	0,0001
3	200,000	-	0,0001
4	200,000	-	0,0001
5	200,000	-	0,0001
6	200,000	-	0,0001
7	200,000	-	0,0001
8	200,000	-	0,0001
9	200,000	-	0,0001
10	200,000	-	0,0001
Diferencia Máxima Encontrada Maximum Difference Found		0,0000 g	
E.M.P E.M.P		0,01 g	

Serie 2-Aproximadamente 100% Máx . Series 2 - Approximately 100% Max.		Carga Aplicada L Load Applied L	
		400,0000 g	
N° Pesada Weighing N°	Indicación / Indication / g	ΔL ΔL g	E E g
1	400,000	-	0,0000
2	400,000	-	0,0000
3	400,000	-	0,0000
4	400,000	-	0,0000
5	400,000	-	0,0000
6	400,000	-	0,0000
7	400,000	-	0,0000
8	400,000	-	0,0000
9	400,000	-	0,0000
10	400,000	-	0,0000
Diferencia Máxima Encontrada Maximum Difference Found		0,0000 g	
E.M.P E.M.P		0,01 g	

**N° BD23-C-0965**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

*Test Eccentricity*

Temperatura Inicial: 19,8 °C

*Initial Temperature*

Temperatura Final: 20,1 °C

*Final Temperature*

Humedad Inicial: 50 %

*Initial Humidity*

Humedad Final: 61 %

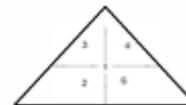
*Final Humidity*



Circular



Rectangular



Triangular

Posición	Carga	Indicación	ΔL	E	Carga	Indicación	ΔL	E	Ec
<i>Location</i>	<i>Load</i>	<i>Indication</i>	<i>ΔL</i>	<i>E</i>	<i>Load</i>	<i>Indication</i>	<i>ΔL</i>	<i>E</i>	<i>Ec</i>
N°	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1		0,100	-	0,0000	150,000	150,000	-	-0,0001	-0,0001
2		0,100	-	0,0000	150,000	150,000	-	-0,0001	-0,0001
3	0,1000	0,100	-	0,0000	150,0001	150,000	-	-0,0001	-0,0001
4		0,100	-	0,0000	150,000	150,000	-	-0,0001	-0,0001
5		0,100	-	0,0000	150,000	150,000	-	-0,0001	-0,0001
<i>E.M.P</i>									0,01 g
<i>E.M.P</i>									

**ENSAYO DE PESAJE**

*Weighing test*

Temperatura Inicial: 20,2 °C

*Initial Temperature*

Temperatura Final: 20,5 °C

*Final Temperature*

Humedad Inicial: 62 %

*Initial Humidity*

Humedad Final: 68 %

*Final Humidity*

Carga (L)	Indicación I	ΔL	E	Ec	Indicación	ΔL	E	Ec	E.M.P
<i>Load (L)</i>	<i>Indication I</i>	<i>ΔL</i>	<i>E</i>	<i>Ec</i>	<i>Indication</i>	<i>ΔL</i>	<i>E</i>	<i>Ec</i>	<i>E.M.P</i>
g	g	g	g	g	g	g	g	g	<i>E.M.P</i>
0,1000	0,100	-	0,0000						0,01 g
0,2000	0,200	-	0,0000	0,0000	0,201	-	0,0010	0,0010	0,01 g
0,5000	0,500	-	0,0000	0,0000	0,501	-	0,0010	0,0010	0,01 g
1,0000	1,000	-	0,0000	0,0000	1,001	-	0,0010	0,0010	0,01 g
10,0000	10,000	-	0,0000	0,0000	10,001	-	0,0010	0,0010	0,01 g
50,0000	50,000	-	0,0000	0,0000	50,001	-	0,0010	0,0010	0,01 g
100,0001	100,000	-	-0,0001	-0,0001	100,001	-	0,0009	0,0009	0,01 g
150,0001	150,000	-	-0,0001	-0,0001	150,001	-	0,0009	0,0009	0,01 g
199,9999	200,000	-	0,0001	0,0001	200,002	-	0,0021	0,0021	0,01 g
300,0000	300,001	-	0,0010	0,0010	300,001	-	0,0010	0,0010	0,01 g
420,0000	420,001	-	0,0010	0,0010	420,001	-	0,0010	0,0010	0,01 g

L Carga colocada sobre la balanza  
*L Load placed on the balance*

I Indicación de la balanza  
*I Balance display*

E Error encontrado  
*E Error found*

Ec Error Corregido  
*Ec Error corrected*

ΔL Carga incrementada  
*ΔL Increased load*

E.M.P Error Máximo Permitido  
*E.M.P Maximum Error Permitted*

N° BD23-C-0965

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Expanded uncertainty and corrected reading

Incetidumbre expandida de  
medición  
Expanded measurement uncertainty

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,00000050 \text{ g}^2 + 0,000000017 \text{ R}^2}$$

Lectura Corregida  
Corrected reading

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000020 \text{ R}$$

R : Indicación de lectura de la balanza (g)  
R : Reading indication of the balance

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Measurement Uncertainty

La incertidumbre de medición calculada ( $U$ ), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95%.

The calculated uncertainty of measurement ( $U$ ), it has been determined from the combined Standard Uncertainty of Measurement multiplied by the coverage factor  $k=2$ . This value has been calculated for a confidence level approximate of 95 %.

OBSERVACIONES

Notes

(\*) El valor de "e", capacidad mínima y clase de exactitud están indicadas en la balanza

(\*) The value of "e", minimum capacity and accuracy class are indicated on the balance

(\*\*) Código indicado en la balanza.

(\*\*) Code indicated in the balance.

Se ha considerado el coeficiente de variación térmica 0,000 01 °C<sup>-1</sup> según el PC-011 "Procedimiento de Calibración de Balanzas Clase I y II" SNM-INDECOPI.

It was considered the thermal variation coefficient 0,000 01 °C<sup>-1</sup> according to the PC-011 "Scale Calibration Procedure Class I and II" SNM-INDECOPI.

La variación de temperatura 2 °C ha sido proporcionada por el cliente.

The temperature variation 2 °C has been provided by the client.

El valor de deriva del instrumento de medición es 0,03 g, el cual ha sido proporcionado por el cliente.

The drift value of the measuring instrument is 0,03 g, which has been provided by the customer.

NOTAS

Notes

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

The values indicated in this document are only valid for the conditions of the instrument during calibration. KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. takes no responsibility for any damages caused by bad use of the calibrated object.

Los resultados declarados en el presente documento se relacionan solamente con el ítem sometido a calibración indicado en la página 1 de este documento.

The results declared in this document relate only to the item undergoing calibration indicated on page 1 of this document.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

A copy of this document will be kept in electronic device in the laboratory for 4 years at least.

La versión en inglés de este documento es una traducción relativa. En caso de duda, es válida la versión original en español.

The version in english of this document is not a binding translation. If any controversy arises, the original version in spanish must be considered.

El cliente es responsable de toda la información proporcionada durante el servicio y que puedan afectar a la validez de los resultados.

The client is responsible for all information provided during the service that may affect the validity of results.

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

DIRECCIÓN : Km 8,2 ATE CARRETERA CENTRAL

EQUIPO : PRENSA CBR

MARCA : QTKF

MODELO : QC-46000

Nº DE SERIE : 13006453

PROCEDENCIA : PERU

TIPO : ANALOGO

ANILLO DE CARGA

MARCA : NO INDICA

MODELO : T1009

SERIE : 13006453

CAPACIDAD : 50 KN

RELOJ COMPARADOR / DIAL

MARCA : CONTROLS

SERIE : DA855959

ALCANCE : 200 mm

RESOLUCIÓN : 0,001 mm

CODIGO DE ID. : D80004356

NORMA UTILIZADA : ASTM E4 - ISO 7500-1

#### FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se realizó el 23 de Octubre del 2023 en las instalaciones de la Universidad Cesar Vallejo

#### RESULTADOS

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura: Inicial: 23.2 °C Final: 23.4 °C

Humedad Relativa: Inicial: 61 % Final: 62%

#### MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN

Fuerza Indicada Constante.

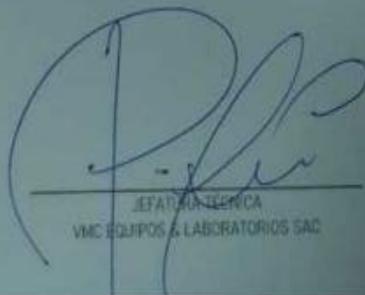
Patron utilizado tipo S, CODIGO FXH-A. Con certificado de calibración N° INF-LE-708-30C PUCP

Tomando como referencia Sistema Internacional de Unidades (SI)

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del medio de medición.



JEFATURA TÉCNICA  
VMC EQUIPOS & LABORATORIOS SAC



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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos

7. DATOS DE CALIBRACIÓN

Lectura	Indicación de la Maquina (mm)	Indicaciones del Patron (series de medicaciones)				
		L1 (Kgf)	L2 (Kgf)	L3 (Kgf)	PROMEDIO	REPETITIVIDAD
1	80	489,4	490,6	489,0	489,7	0,95
2	170	957,6	959,2	957,6	958,1	0,32
3	250	1415,8	1419,6	1419,0	1418,1	0,18
4	330	1860,00	1872,8	1870,8	1867,9	0,16
5	410	2323,00	2327,8	2325,6	2325,5	0,08
6	490	2772,00	2727,00	3273,4	2924,1	0,12
7	570	3223,0	3227,2	3224,6	3224,9	0,11
8	650	3670,6	3674,8	3672,2	3672,5	0,10
9	720	4115,4	4146,0	4115,2	4125,5	0,07
10	800	4570,6	4570,6	4568,3	4569,8	0,40

Carga (kgf) =  $A_0 + A_1 \cdot X + A_2 \cdot X^2 + A_3 \cdot X^3$  ; X = lectura del dial (°)  
 $A_0 = 0.06681$  ;  $A_1 = 2.155256$  ;  $A_2 = 0.00065906$  ;  $A_3 = 0.000000E+00$   
 Desvío estándar del ajuste: 1.07 kgf

**Carga en kgf**

Lectura (mm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	489.0	493.0	492.0	491.0	489.5	490.5	490.8	491.3	492.1	490.8
90	548.4	552.4	551.4	550.4	548.9	549.9	550.2	550.7	551.5	550.2
100	602.1	606.1	605.1	604.1	602.6	603.6	603.9	604.4	605.2	603.9
110	654.2	658.2	657.2	656.2	654.7	655.7	656.0	656.5	657.3	656.0
120	708.4	712.4	711.4	710.4	708.9	709.9	710.2	710.7	711.5	710.2
130	760.8	764.8	763.8	762.8	761.3	762.3	762.6	763.1	763.9	762.6
140	802.6	806.6	805.6	804.6	803.1	804.1	804.4	804.9	805.7	804.4
150	859.2	863.2	862.2	861.2	859.7	860.7	861.0	861.5	862.3	861.0
160	903.4	907.4	906.4	905.4	903.9	904.9	905.2	905.7	906.5	905.2
170	957.6	961.6	960.6	959.6	958.1	959.1	959.4	959.9	960.7	959.4
180	998.4	1002.4	1001.4	1000.4	998.9	999.9	1000.2	1000.7	1001.5	1000.2
190	1114.2	1118.2	1117.2	1116.2	1114.7	1115.7	1116.0	1116.5	1117.3	1116.0
200	1158.2	1162.2	1161.2	1160.2	1158.7	1159.7	1160.0	1160.5	1161.3	1160.0
210	1204.5	1208.5	1207.5	1206.5	1205.0	1206.0	1206.3	1206.8	1207.6	1206.3
220	1254.6	1258.6	1257.6	1256.6	1255.1	1256.1	1256.4	1256.9	1257.7	1256.4
230	1308.8	1312.8	1311.8	1310.8	1309.3	1310.3	1310.6	1311.1	1311.9	1310.6
240	1355.8	1359.8	1358.8	1357.8	1356.3	1357.3	1357.6	1358.1	1358.9	1357.6
250	1419.0	1423.0	1422.0	1421.0	1419.5	1420.5	1420.8	1421.3	1422.1	1420.8
260	1457.2	1461.2	1460.2	1459.2	1457.7	1458.7	1459.0	1459.5	1460.3	1459.0
270	1503.4	1507.4	1506.4	1505.4	1503.9	1504.9	1505.2	1505.7	1506.5	1505.2
280	1564.9	1568.9	1567.9	1566.9	1565.4	1566.4	1566.7	1567.2	1568.0	1566.7
290	1612.4	1616.4	1615.4	1614.4	1612.9	1613.9	1614.2	1614.7	1615.5	1614.2
300	1667.2	1671.2	1670.2	1669.2	1667.7	1668.7	1669.0	1669.5	1670.3	1669.0
310	1742.6	1746.6	1745.6	1744.6	1743.1	1744.1	1744.4	1744.9	1745.7	1744.4
320	1798.5	1802.5	1801.5	1800.5	1799.0	1800.0	1800.3	1800.8	1801.6	1800.3
330	1870.8	1874.8	1873.8	1872.8	1871.3	1872.3	1872.6	1873.1	1873.9	1872.6
340	1934.1	1938.1	1937.1	1936.1	1934.6	1935.6	1935.9	1936.4	1937.2	1935.9
350	2026.7	2030.7	2029.7	2028.7	2027.2	2028.2	2028.5	2029.0	2029.8	2028.5
360	2108.6	2112.6	2111.6	2110.6	2109.1	2110.1	2110.4	2110.9	2111.7	2110.4
370	2178.3	2182.3	2181.3	2180.3	2178.8	2179.8	2180.1	2180.6	2181.4	2180.1



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE VMC EQUILAB S.A.C.

Cel.: 992 175 679 / 955 423 790 / 993 348 343

ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe

400	2 232.7	2 233.8	2 237.8	2 241.8	2 245.8	2 250.8	2 257.8	2 263.8	2 267.8	2 270.8
410	2 325.8	2 326.7	2 330.7	2 334.7	2 338.7	2 343.7	2 350.7	2 356.7	2 360.7	2 363.7
420	2 349.4	2 350.3	2 354.3	2 358.3	2 362.3	2 367.3	2 374.3	2 380.3	2 384.3	2 387.3
430	2 412.7	2 413.8	2 417.8	2 421.8	2 425.8	2 430.8	2 437.8	2 443.8	2 447.8	2 450.8
440	2 468.3	2 469.4	2 473.4	2 477.4	2 481.4	2 486.4	2 493.4	2 499.4	2 503.4	2 506.4
450	2 514.2	2 515.3	2 519.3	2 523.3	2 527.3	2 532.3	2 539.3	2 545.3	2 549.3	2 552.3
460	2 561.7	2 562.8	2 566.8	2 570.8	2 574.8	2 579.8	2 586.8	2 592.8	2 596.8	2 599.8
470	2 612.9	2 614.0	2 618.0	2 622.0	2 626.0	2 631.0	2 638.0	2 644.0	2 648.0	2 651.0
480	2 686.4	2 689.5	2 693.5	2 697.5	2 701.5	2 706.5	2 713.5	2 719.5	2 723.5	2 726.5
490	2 773.4	2 774.5	2 778.5	2 782.5	2 786.5	2 791.5	2 798.5	2 804.5	2 808.5	2 811.5
500	2 798.1	2 798.4	2 802.4	2 806.4	2 810.4	2 815.4	2 822.4	2 828.4	2 832.4	2 835.4
510	2 856.4	2 856.7	2 860.7	2 864.7	2 868.7	2 873.7	2 880.7	2 886.7	2 890.7	2 893.7
520	2 905.8	2 905.9	2 909.9	2 913.9	2 917.9	2 922.9	2 929.9	2 935.9	2 939.9	2 942.9
530	2 964.1	2 964.4	2 968.4	2 972.4	2 976.4	2 981.4	2 988.4	2 994.4	2 998.4	3 001.4
540	3 010.7	3 011.0	3 015.0	3 019.0	3 023.0	3 028.0	3 035.0	3 041.0	3 045.0	3 048.0
550	3 074.6	3 074.9	3 078.9	3 082.9	3 086.9	3 091.9	3 098.9	3 104.9	3 108.9	3 111.9
560	3 145.2	3 145.5	3 149.5	3 153.5	3 157.5	3 162.5	3 169.5	3 175.5	3 179.5	3 182.5
570	3 224.6	3 224.9	3 228.9	3 232.9	3 236.9	3 241.9	3 248.9	3 254.9	3 258.9	3 261.9
580	3 258.7	3 257.0	3 261.0	3 265.0	3 269.0	3 274.0	3 281.0	3 287.0	3 291.0	3 294.0
590	3 297.5	3 297.8	3 301.8	3 305.8	3 309.8	3 314.8	3 321.8	3 327.8	3 331.8	3 334.8
600	3 348.6	3 348.9	3 352.9	3 356.9	3 360.9	3 365.9	3 372.9	3 378.9	3 382.9	3 385.9
610	3 416.7	3 417.0	3 421.0	3 425.0	3 429.0	3 434.0	3 441.0	3 447.0	3 451.0	3 454.0
620	3 478.0	3 478.3	3 482.3	3 486.3	3 490.3	3 495.3	3 502.3	3 508.3	3 512.3	3 515.3
630	3 538.7	3 539.0	3 543.0	3 547.0	3 551.0	3 556.0	3 563.0	3 569.0	3 573.0	3 576.0
640	3 591.5	3 591.8	3 595.8	3 599.8	3 603.8	3 608.8	3 615.8	3 621.8	3 625.8	3 628.8
650	3 672.2	3 672.5	3 676.5	3 680.5	3 684.5	3 689.5	3 696.5	3 702.5	3 706.5	3 709.5
660	3 710.2	3 710.5	3 714.5	3 718.5	3 722.5	3 727.5	3 734.5	3 740.5	3 744.5	3 747.5
670	3 769.5	3 769.8	3 773.8	3 777.8	3 781.8	3 786.8	3 793.8	3 799.8	3 803.8	3 806.8
680	3 829.6	3 829.9	3 833.9	3 837.9	3 841.9	3 846.9	3 853.9	3 859.9	3 863.9	3 866.9
690	3 875.2	3 875.5	3 879.5	3 883.5	3 887.5	3 892.5	3 899.5	3 905.5	3 909.5	3 912.5
700	3 928.4	3 929.7	3 933.7	3 937.7	3 941.7	3 946.7	3 953.7	3 959.7	3 963.7	3 966.7
710	4 059.2	4 059.5	4 063.5	4 067.5	4 071.5	4 076.5	4 083.5	4 089.5	4 093.5	4 096.5
720	4 115.2	4 115.5	4 119.5	4 123.5	4 127.5	4 132.5	4 139.5	4 145.5	4 149.5	4 152.5
730	4 164.2	4 164.5	4 168.5	4 172.5	4 176.5	4 181.5	4 188.5	4 194.5	4 198.5	4 201.5
740	4 213.9	4 214.2	4 218.2	4 222.2	4 226.2	4 231.2	4 238.2	4 244.2	4 248.2	4 251.2
750	4 267.4	4 267.7	4 271.7	4 275.7	4 279.7	4 284.7	4 291.7	4 297.7	4 301.7	4 304.7
760	4 346.6	4 346.8	4 350.8	4 354.8	4 358.8	4 363.8	4 370.8	4 376.8	4 380.8	4 383.8
770	4 412.6	4 412.9	4 416.9	4 420.9	4 424.9	4 429.9	4 436.9	4 442.9	4 446.9	4 449.9
780	4 485.9	4 486.2	4 490.2	4 494.2	4 498.2	4 503.2	4 510.2	4 516.2	4 520.2	4 523.2
800	4 570.6	4 570.9	4 574.9	4 578.9	4 582.9	4 587.9	4 594.9	4 600.9	4 604.9	4 607.9



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE VMC EQUILAB S.A.C.

Cel.: 992 175 679 / 955 423 790 / 993 348 343

ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe

## Anexo 7. Panel fotográfico

### ADITIVOS



**Imagen 1.** Recolección y quema de palo de goma



**Imagen 2.** Ceniza de palo de goma



**Imagen 3.** Recolección de la mara en estado seco



**Imagen 4.** Remojo y lavado de la mara



**Imagen 5.** Obtención de la fibra de mara



**Imagen 6.** Escobillado del cascarn del palo de goma



**Imagen 7.** Remojo de palo de goma.



**Imagen 8.** Obtención de los 3 aditivos.

## ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



**Imagen 1.** Cuarteo de la muestra.



**Imagen 2.** Selección de la muestra.



**Imagen 3.** Tamizado de la muestra.



**Imagen 4.** Partículas retenidas en cada tamiz.



**Imagen 5.** Peso de las partículas retenidas en cada tamiz.

## ENSAYO – LÍMITES DE ATTERBERG



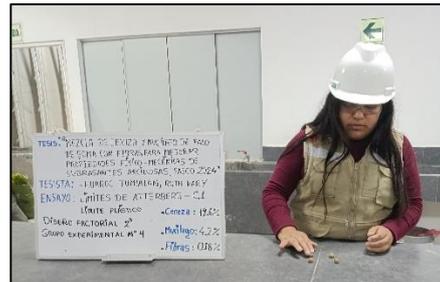
**Imagen 1.** Colocación de la muestra hacia la copa de Casagrande.



**Imagen 2.** Realización de los golpes para verificar la abertura.



**Imagen 3.** Recolección de la muestra.



**Imagen 4.** Realización de las esferas para el límite plástico.



**Imagen 5.** Realización de rollitos.



**Imagen 6.** Secado de las muestras a través del horno.

## ENSAYO – PROCTOR MODIFICADO



**Imagen 1.** Proceso de mezclado.



**Imagen 2.** División de la muestra.



**Imagen 3.** Llenado de muestra al molde.



**Imagen 4.** Compactación de las capas.



**Imagen 5.** Muestra compactada, luego se procede a retirar el collarín.



**Imagen 6.** Nivelación de la muestra compactada sin el collarín.

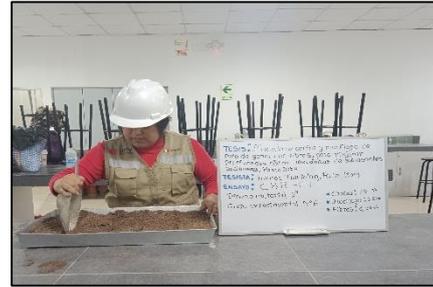


**Imagen 7.** Muestra ingresando al horno.

## ENSAYO - CBR



**Imagen 1.** Mezcla de los aditivos con la muestra.



**Imagen 2.** División de la muestra en 5 partes iguales.



**Imagen 3.** Colocación del papel filtro.



**Imagen 4.** Llenado de muestra al molde.



**Imagen 5.** Compactación de las capas.



**Imagen 6.** Remojo de 4 días.



**Imagen 7.** Lectura de los diales – esfuerzo.

## Anexo 8. Reporte Turnitin



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas,  
Pasco 2024

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

**AUTORA:**  
Huarc Tumlialan, Ruth Kary (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)

**ASESOR:**  
M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy (<https://orcid.org/0000-0002-0250-4363>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**  
Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

**Resumen de coincidencias**

**8 %**

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés](#)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
5	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
6	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.unsaac.edu... Fuente de Internet	<1 %
8	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
9	Entregado a uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
10	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

## Anexo 9. Formatos de ensayo



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

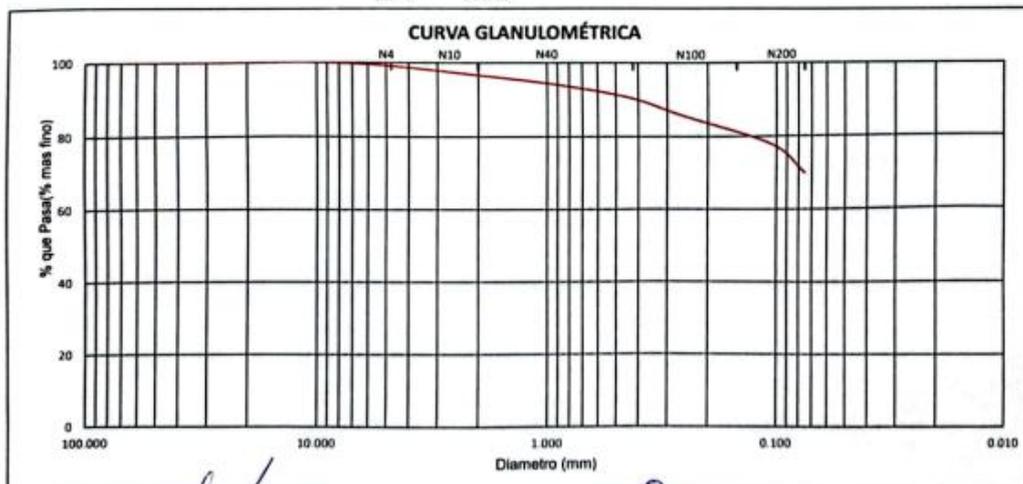
### INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y nucleado de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
 ENSAYO : GRANULOMETRICO - MTC - E 107

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DENOMINACION	ABERTURA(mm)	Masa Retenida (g)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	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"	19.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.520	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N4	4.750	8.50	0.99%	0.99%	99.01%
N10	2.000	20.60	2.40%	3.39%	96.61%
N20	0.840	24.60	2.86%	6.25%	93.75%
N40	0.425	28.80	3.35%	9.60%	90.40%
N60	0.260	39.80	4.63%	14.23%	85.77%
N140	0.106	67.80	7.89%	22.11%	77.89%
N200	0.075	69.50	8.09%	30.20%	69.80%
BASE		600.00	69.80%	100.00%	0.00%
		859.6	100.00		

%GRAVA	0.99
%ARENA	29.21
%FINOS	69.80%



**Luis J. Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92198

**Dr. Luis Y Requis Carbajal**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETOS  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

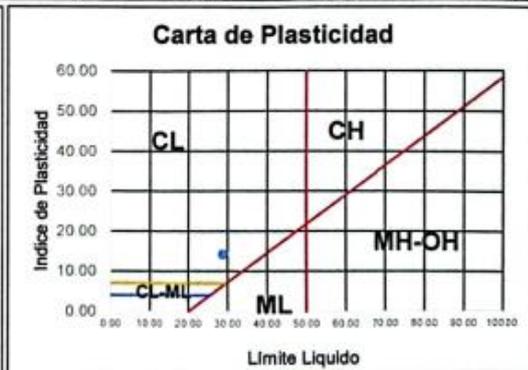
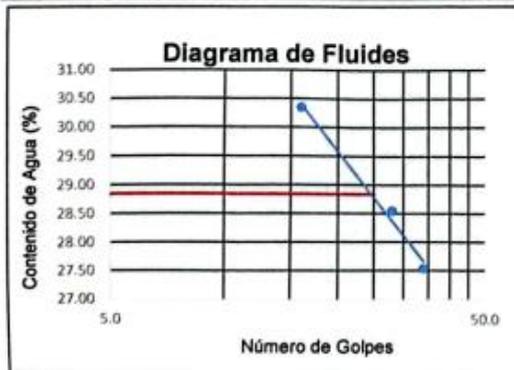
PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y muclago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades fisico-mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : PATRÓN  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 110) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.03	21.74	24.17
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.00	19.59	21.76
PESO DEL AGUA (gr)	2.03	2.15	2.41
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.37	7.53	7.94
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.54	28.55	30.35
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.39	21.85	21.61
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.38	20.97	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	1.01	0.88	0.98
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.10	6.27	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	14.23	14.04	15.36
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	15.0



LL=28.84  
LP=14.54  
IP=14.30

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD ( CL)

**Luis Clemente Condori**  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.I.P. N° 92198

**Dr. Luis Requís Carbajal**  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

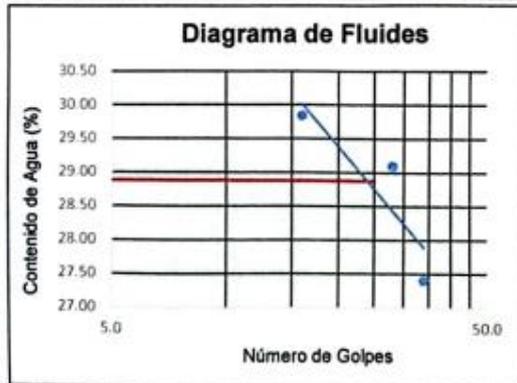
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°1  
 CALICATA : C3 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
 ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 110) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.02	21.73	24.13
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.00	19.55	21.76
PESO DEL AGUA (gr)	2.02	2.18	2.37
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.37	7.49	7.94
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.41	29.11	29.85
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.32	21.83	21.65
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.32	20.97	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	1.00	0.86	1.02
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.04	6.27	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	14.20	13.72	15.99
NUMERO DE GOLPES	35.0	24.0	15.0



LL=28.88  
 LP=14.64  
 IP=14.25

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD ( CL)

Luis Clemente Condori  
 INGENIERO CIVIL  
 INGENIERO DE LABORATORIO

Dr. Luis V Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

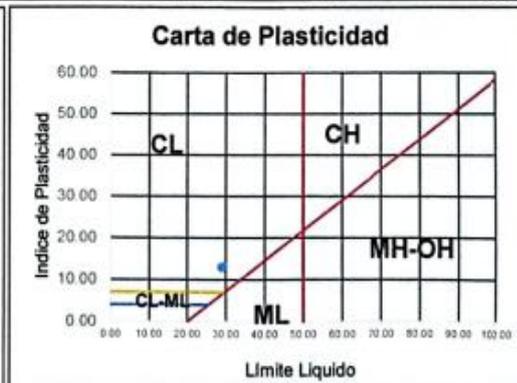
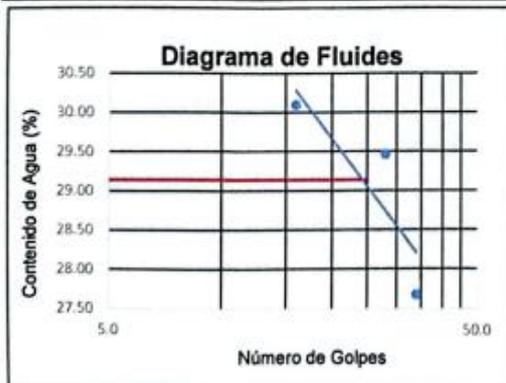
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°2  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 110) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.04	21.77	24.15
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.00	19.56	21.76
PESO DEL AGUA (gr)	2.04	2.21	2.39
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.37	7.50	7.94
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.68	29.47	30.10
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.22	21.90	21.61
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.00	20.98	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	1.22	0.92	0.98
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	6.72	6.28	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	18.18	14.65	15.36
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0



LL=29.14  
LP=16.06  
IP=13.08

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD ( CL)

**Luis J. Clemente Condori**  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.I.P. N° 92196

Dr. Luis V. Requis Carbajal  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

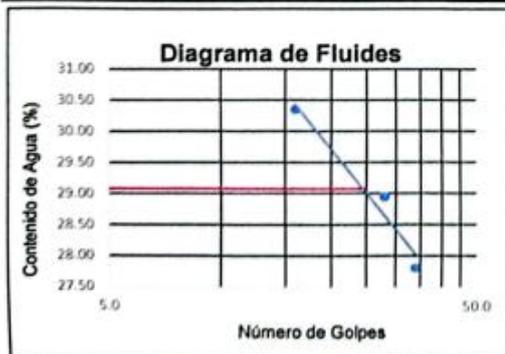
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°3  
 CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
 ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 110) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.05	21.77	24.17
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.00	19.59	21.76
PESO DEL AGUA (gr)	2.05	2.18	2.41
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.37	7.53	7.94
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.82	28.95	30.35
NÚMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.35	21.65	21.61
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.38	20.97	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	0.97	0.68	0.98
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.10	6.27	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	13.66	10.85	15.36
NÚMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0



LL=29.08  
 LP=13.29  
 IP=15.79

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD ( CL)

**Luis J. Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 CIP. N° 92196

Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y muclago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico-mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

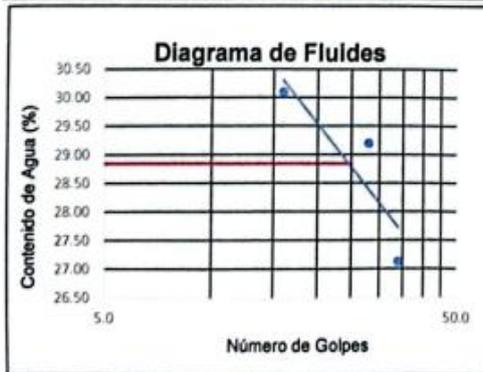
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°4  
 CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
 ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 110) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.00	21.75	24.15
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.00	19.56	21.76
PESO DEL AGUA (gr)	2.00	2.19	2.39
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.37	7.50	7.94
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.14	29.20	30.10
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.23	21.90	21.61
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.00	20.98	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	1.23	0.92	0.98
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	6.72	6.28	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	18.30	14.65	15.36
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0



LL=28.84  
 LP=16.10  
 IP=12.74

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD (CL)

Luis A. Cevallos Condori  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA,  
 C.I.P. N° 92196

Dr. Luis Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4200>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico-mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

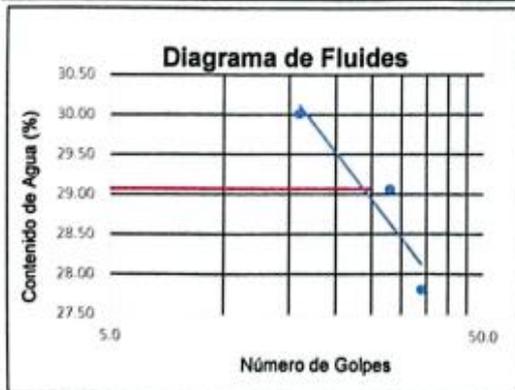
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO, DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°5  
 CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
 ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 110) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.05	21.74	24.13
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.00	19.56	21.75
PESO DEL AGUA (gr)	2.05	2.18	2.38
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.37	7.50	7.93
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.82	29.07	30.01
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.23	21.90	21.61
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.00	20.98	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	1.23	0.92	0.98
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	6.72	6.28	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	18.30	14.65	15.36
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0



LL=29.07  
 LP=16.10  
 IP=12.97

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD (CL)

**Luis Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA,  
 C.I.P. N° 92196

Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETOS  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

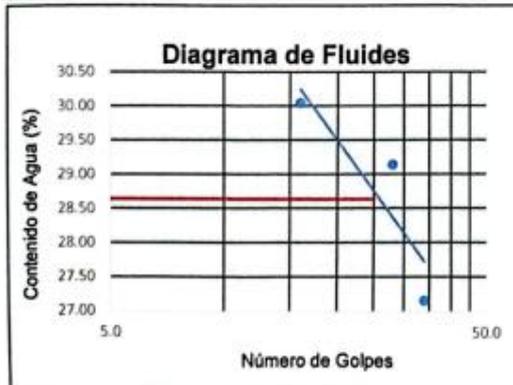
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°6  
 CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
 ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 110) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.04	21.73	24.12
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.03	19.55	21.74
PESO DEL AGUA (gr)	2.01	2.18	2.38
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.40	7.49	7.92
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.16	29.15	30.05
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.23	21.90	21.61
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.00	20.98	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	1.23	0.92	0.98
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	6.72	6.28	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	18.30	14.65	15.36
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0



LL=28.64  
 LP=16.10  
 IP=12.54

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD ( CL)

CIP. N° 92196

Dr. Luis V Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico-mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

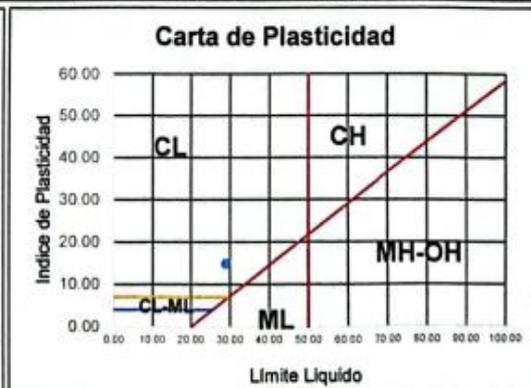
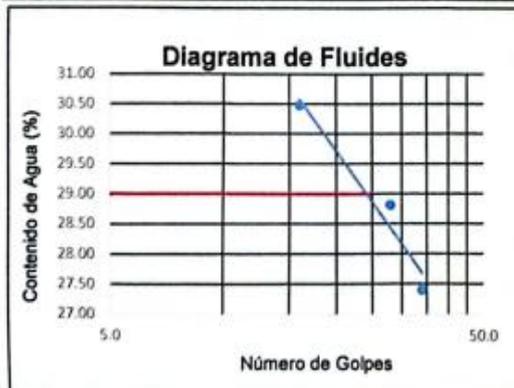
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO, DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°7  
 CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
 ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 119) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.02	21.76	24.18
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.00	19.59	21.76
PESO DEL AGUA (gr)	2.02	2.17	2.42
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.37	7.53	7.94
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.41	28.82	30.48
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.33	21.80	21.62
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.38	20.97	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	0.95	0.83	0.99
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.10	6.27	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	13.38	13.24	15.52
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0



LL=29.00  
 LP=14.05  
 IP=14.95

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD ( CL )

**Luis Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA,  
 C.I.P. N° 92190

**Dr. Luis V. Requis Carbajal**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucílago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico-mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

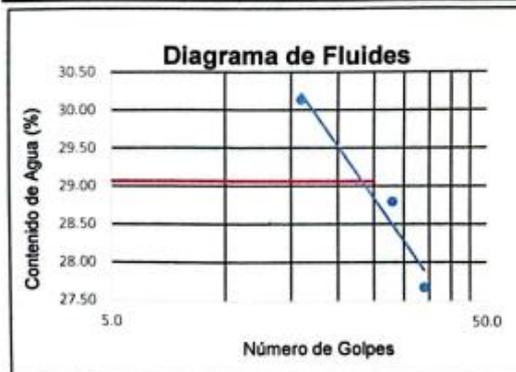
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO, DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°8  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO ( MTC E 110) - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ( MTC E 111)

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	23.04	21.72	24.14
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	21.00	19.56	21.75
PESO DEL AGUA (gr)	2.04	2.16	2.39
PESO DE LA TARA (gr)	13.63	12.06	13.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	7.37	7.50	7.93
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	27.68	28.80	30.14
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0

TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO		
	T1	T2	T3
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	21.22	22.00	21.54
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	20.00	20.98	20.63
PESO DEL AGUA (gr)	1.22	1.02	0.91
PESO DE LA TARA (gr)	13.28	14.70	14.25
PESO DEL SUELO SECO (gr)	6.72	6.28	6.38
% DE CONTENIDO HUMEDAD (%)	18.15	16.24	14.26
NUMERO DE GOLPES	34.0	28.0	16.0



LL=29.06  
LP=16.22  
IP=12.84

NOMBRE DEL GRUPO : ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD ( CL)

**Luis J. Clemente Condori**  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.I.P. N° 92196

**Dr. Luis Y. Requis Carbajal**  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : PATRÓN

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

MÉTODO A

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5762	5815	5826	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3717	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2045	2095	2106	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.167	2.220	2.232	2.149
<b>TARA N°</b>				
	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1609.00	1391.50	1436.50	1877.50
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1482.51	1259.35	1281.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	126.49	132.15	154.55	250.23
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1367.51	1144.35	1166.95	1512.27
<b>CONTENIDO DE AGUA (%)</b>				
	9.25	11.55	13.24	16.55
<b>PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm<sup>3</sup>)</b>				
	1.984	1.990	1.971	1.844



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

1.990

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

11.55

Luis J. Clemente Condor  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92186

Dr. Luis V. Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748

UCV



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO, DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°1

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

MÉTODO A

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5764	5819	5830	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2044	2099	2110	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.166	2.224	2.238	2.149

TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1595.00	1375.50	1445.00	1895.00
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1482.51	1259.35	1281.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	112.49	116.15	163.05	267.73
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1367.51	1144.35	1166.95	1512.27

CONTENIDO DE AGUA (%)	8.23	10.15	13.97	17.70
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.001	2.019	1.962	1.826



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

2.019

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

10.15

*[Firma]*  
 Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748 UCV

*[Firma]*  
 Luis J. Clemente Condori  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 021100



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°2

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/ft<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

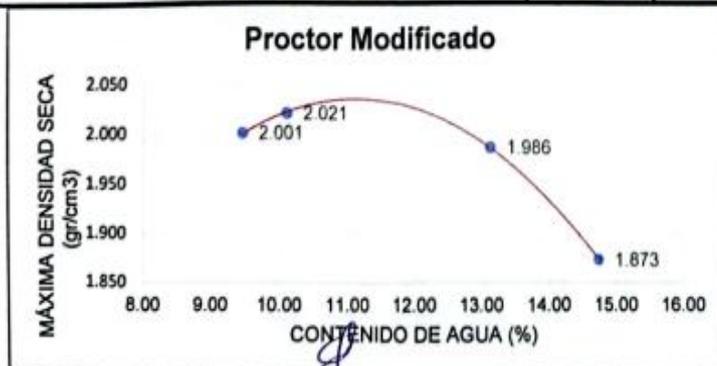
MÉTODO A

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5787	5820	5840	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2067	2100	2120	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.190	2.225	2.246	2.149

TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1593.00	1370.50	1435.00	1850.00
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1465.51	1255.35	1281.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	127.49	115.15	153.05	222.73
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1350.51	1140.35	1166.95	1512.27

CONTENIDO DE AGUA (%)	9.44	10.10	13.12	14.73
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.001	2.021	1.986	1.873



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

2.030

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

10.50

Dr. Luis Requís Carr...  
JEFE DE LABORATORIO...  
SUELOS Y CONCRETO...  
C.I.P. N° 76748

Luis K. Clemente Condori  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.I.R. N° 02106



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosos, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°3

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 R-lbf/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

MÉTODO A

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5766	5820	5826	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3717	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2049	2100	2106	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.171	2.225	2.232	2.149

TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1619.00	1395.50	1440.50	1884.50
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1484.51	1261.35	1285.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	134.49	134.15	154.55	257.23
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1369.51	1146.35	1170.95	1512.27

CONTENIDO DE AGUA (%)	9.82	11.70	13.20	17.01
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.977	1.992	1.971	1.837



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

1.992

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

11.70

**Luis J. Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL MEDIANERÍA  
 C.I.P. N° 92106

**Dr. Luis V. Requis Carvajal**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y muclago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°4

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

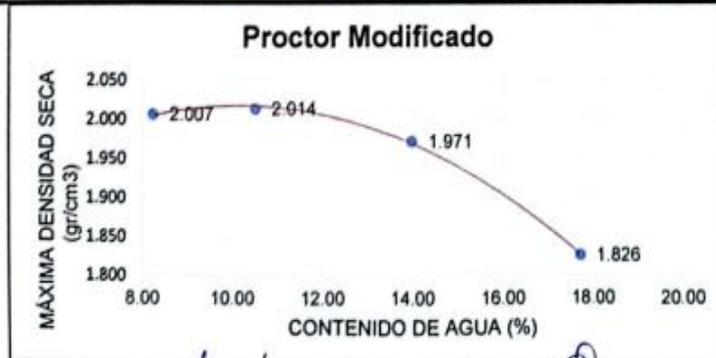
MÉTODO A

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5770	5820	5840	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2050	2100	2120	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.172	2.225	2.246	2.149

TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1595.00	1390.50	1445.00	1895.00
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1482.51	1289.35	1281.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	112.49	121.15	163.05	267.73
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1367.51	1154.35	1166.95	1512.27

CONTENIDO DE AGUA (%)	8.23	10.50	13.97	17.70
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.007	2.014	1.971	1.826



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

2.014

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

10.50

Luis V Requís Carbajal  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92196

Dr. Luis V Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°5

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-n/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

MÉTODO A

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5790	5820	5840	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2070	2100	2120	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.194	2.225	2.246	2.149

TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1834.00	1387.50	1445.00	1896.00
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1495.51	1260.35	1281.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	138.49	127.15	163.05	267.73
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1390.51	1145.35	1168.95	1512.27

CONTENIDO DE AGUA (%)	10.03	11.10	13.97	17.70
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.994	2.003	1.971	1.826



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

2.003

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

11.10

**Luis Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALIZADO EN  
 C.I.P. N° 92100

**Dr. Luis V. Requis Carbajal**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUIAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@uovirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y muelle de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosos, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°6

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

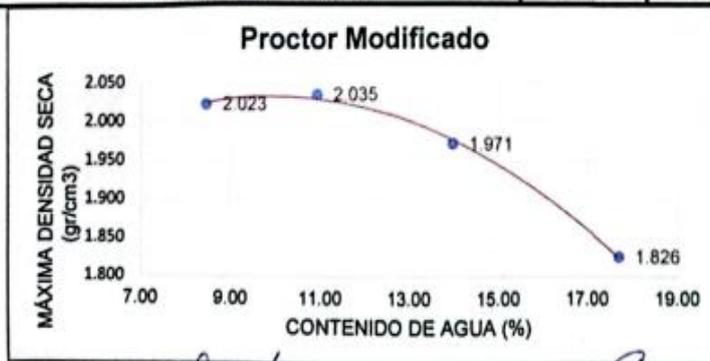
MÉTODO A

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5790	5850	5840	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2070	2130	2120	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.194	2.257	2.246	2.149

TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1623.00	1390.00	1445.00	1895.00
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1505.51	1264.35	1281.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	117.49	125.65	163.05	267.73
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1390.51	1149.35	1166.95	1512.27

CONTENIDO DE AGUA (%)	8.45	10.93	13.97	17.70
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.023	2.035	1.971	1.826



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

2.035

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

10.93

**Luis Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL MEDALISTA  
 C.I.P. N° 92196

Dr. Luis V. Carbajal  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y muclago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°7

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lb/ft<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

MÉTODO A

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5762	5815	5826	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3717	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2045	2095	2106	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.167	2.220	2.232	2.149

TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1609.00	1388.50	1436.50	1877.50
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1482.51	1259.35	1281.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	126.49	129.15	154.55	250.23
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1367.51	1144.35	1166.95	1512.27

CONTENIDO DE AGUA (%)	9.25	11.29	13.24	16.56
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.984	1.995	1.971	1.844



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

1.995

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

11.29

**Luis Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.R. N° 92198

**Dr. Luis Y Requis Carbajal**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°8

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/ft<sup>3</sup>))

NORMA : ASTM D1557-2012 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>) 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)

MTC E 115

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

MÉTODO A

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)	5790	5820	5840	5748
PESO DEL MOLDE (gr)	3720	3720	3720	3720
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	2070	2100	2120	2028
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm <sup>3</sup> )	2.194	2.225	2.246	2.149

TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1630.00	1382.50	1435.00	1865.00
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	1486.51	1259.35	1281.95	1627.27
PESO DE LA TARA (gr)	115.00	115.00	115.00	115.00
PESO DEL AGUA (gr)	134.49	123.15	153.05	237.73
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1380.51	1144.35	1166.95	1512.27

CONTENIDO DE AGUA (%)	9.74	10.76	13.12	16.72
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.999	2.009	1.986	1.857



MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)

2.009

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

10.76

**Luis J. Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92196

**Dr. Luis V. Requis Carbajal**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - PATRON  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m  
ENSAYO : CBR - MTC E 132  
**CBR - MTC E 132**

### ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO

contenido de agua %	9.25	11.55	13.24	16.55
peso volumetrico seco g/cm <sup>3</sup>	1.984	1.99	1.971	1.844

### ETAPA DE COMPACTACION

IDENTIFICACION DE MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
GOLPES POR CAPA	12	26	55

MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
Masa del molde + suelo húmedo	9112	9400	9675
Masa del molde	4603.0	4587.0	4509.0
Masa del suelo húmedo	4509.0	4813.0	5166.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad húmeda	1.947	2.078	2.231
% de humedad	11.55	11.55	11.55
Densidad seca	1.738	1.862	1.992
Tara N	1	2	3
Tara + suelo húmedo	720.00	785.00	972.42
Tara + suelo seco	653.90	713.8	877.19
Masa del agua	66.10	71.2	95.23
Masa de la tara	104.00	102.00	83.48
Masa del suelo seco	549.90	611.80	793.71
% de humedad	12.02	11.64	12.00

CBR AL 100% DE LA M.D.S	3.60 %
CBR AL 95% DE LA M.D.S	2.42 %
MDS	1.99 gr/cm <sup>3</sup>
OCH	11.55 %

  
**Luis J. Clemente Condori**  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
CIP. N° 92196

  
Dr. Luis V. Requis Carbajal  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748 



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

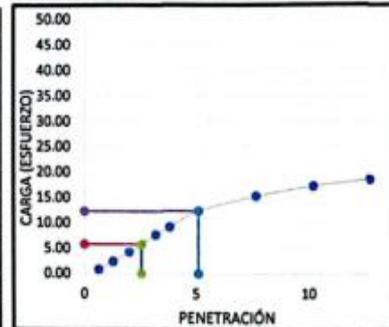
PETICIONARIO  
 ATENCIÓN  
 CORREO DEL PETICIONARIO

: HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

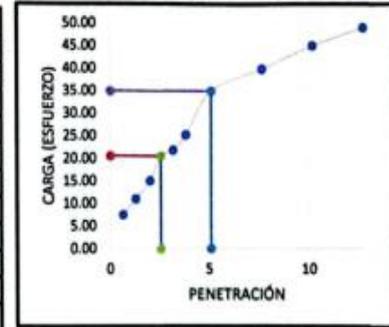
PROYECTO  
 UBICACIÓN  
 FECHA DE RECEPCIÓN  
 FECHA DE EMISIÓN  
 GRUPOS EXPERIMENTALES

: PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 : GRUPO - PATRON

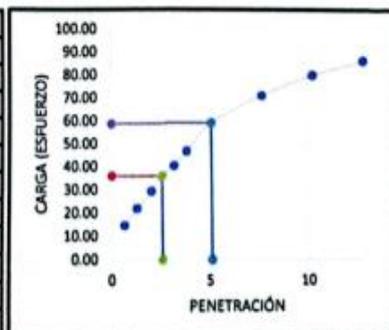
ESPECIMEN I -12 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	2.47	3	0.82	0.63
0.050	7.19	3	2.40	1.27
0.075	12.81	3	4.27	1.99
0.100	17.31	3	5.77	2.54
0.125	22.93	3	7.64	3.17
0.150	27.43	3	9.14	3.81
0.200	36.87	3	12.29	5.08
0.300	45.64	3	15.21	7.62
0.400	51.71	3	17.24	10.16
0.500	55.75	3	18.58	12.7



ESPECIMEN II -25 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	22.69	3	7.56	0.63
0.050	33.27	3	11.09	1.27
0.075	45.41	3	15.14	1.99
0.100	61.82	3	20.61	2.54
0.125	65.64	3	21.88	3.17
0.150	75.99	3	25.33	3.81
0.200	104.99	3	35.00	5.08
0.300	119.37	3	39.79	7.62
0.400	134.66	3	44.89	10.16
0.500	146.80	3	48.93	12.7



ESPECIMEN III -56 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	43.82	3	14.61	0.63
0.050	65.94	3	21.98	1.27
0.075	88.13	3	29.38	1.99
0.100	108.13	3	36.04	2.54
0.125	120.95	3	40.32	3.17
0.150	139.61	3	46.54	3.81
0.200	176.25	3	58.75	5.08
0.300	212.22	3	70.74	7.62
0.400	240.10	3	80.03	10.16
0.500	259.66	3	86.55	12.7



Luis J. Clemente Condori  
 INGENIERO CIVIL  
 3

Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 78748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosos, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - PATRON

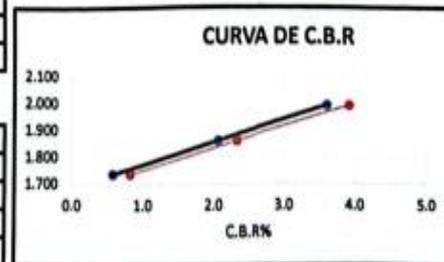
ESPECIMEN I - 12 GOLPES			
PENETRACIÓN - PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	2.47	0.82
0.050	60 s	7.19	2.40
0.075	90 s	12.81	4.27
0.100	120 s	17.31	5.77
0.125	150 s	22.93	7.64
0.150	180 s	27.43	9.14
0.200	240 s	36.87	12.29
0.300	360 s	45.64	15.21
0.400	480 s	51.71	17.24
0.500	600 s	55.75	18.58

C.H.	DENS.SECA
9.25	1.984
11.55	1.99
13.24	1.971
16.55	1.844



ESPECIMEN II - 25 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	22.69	7.56
0.050	60 s	33.27	11.09
0.075	90 s	45.41	15.14
0.100	120 s	61.82	20.61
0.125	150 s	65.64	21.88
0.150	180 s	75.99	25.33
0.200	240 s	104.99	35.00
0.300	360 s	119.37	39.79
0.400	480 s	134.66	44.89
0.500	600 s	146.80	48.93

N GOLPES	%CBR(0.1)	%CBR(0.2)	D.S
12.00	0.6	0.8	1.738
26.00	2.1	2.3	1.862
55.00	3.6	3.9	1.992



ESPECIMEN III - 56 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	43.82	14.61
0.050	60 s	65.94	21.98
0.075	90 s	88.13	29.38
0.100	120 s	108.13	36.04
0.125	150 s	120.95	40.32
0.150	180 s	139.61	46.54
0.200	240 s	176.25	58.75
0.300	360 s	212.22	70.74
0.400	480 s	240.10	80.03
0.500	600 s	259.66	86.55

MDS	124.33	1.992
95%MDS	118.1	1.892

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	3.60	3.92
CBR AL 95%	2.42	2.70

**Luis Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92190

**Dr. Luis Reguis Cartajal**  
 JEFE DEL LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°1  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m  
ENSAYO : CBR - MTC E 132

### CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua %	8.23	10.16	13.97	17.7
peso volumetrico seco g/cm <sup>3</sup>	2.001	2.019	1.962	1.826

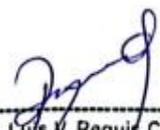
### ETAPA DE COMPACTACION

IDENTIFICACION DE MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
GOLPES POR CAPA	12	26	55

MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
Masa del molde + suelo húmedo	8710	8900	9100
Masa del molde	4560.0	4560.0	4560.0
Masa del suelo húmedo	4150.0	4340.0	4540.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad húmeda	1.792	1.874	1.960
% de humedad	10.16	10.16	10.16
Densidad seca	1.600	1.679	1.750
Tara N	1	2	3
Tara + suelo húmedo	720.00	785.00	972.42
Tara + suelo seco	653.90	713.8	877.19
Masa del agua	66.10	71.2	95.23
Masa de la tara	104.00	102.00	83.48
Masa del suelo seco	549.90	611.80	793.71
% de humedad	12.02	11.64	12.00

CBR AL 100% DE LA M.D.S	11.99 %
CBR AL 95% DE LA M.D.S	7.11 %
MDS	1.75 gr/cm <sup>3</sup>
OCH	10.16 %

  
**Lito Clemente Condori**  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.I.P. N° 92196

  
Dr. Luis Requís Carbajal  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748 



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO  
 ATENCIÓN  
 CORREO DEL PETICIONARIO

: HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe

PROYECTO

: Mezcla de ceniza y muelago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024

UBICACIÓN

: PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO

FECHA DE RECEPCIÓN

: 29 DE ABRIL DEL 2024

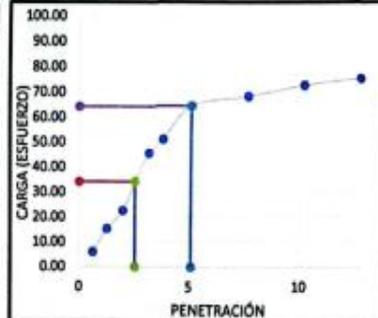
FECHA DE EMISIÓN

: 20 DE JUNIO DEL 2024

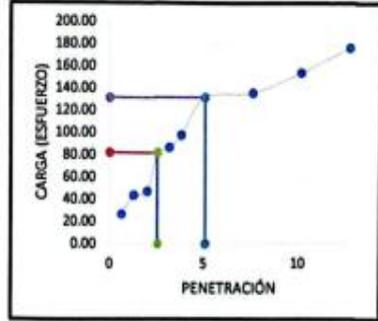
GRUPOS EXPERIMENTALES

: GRUPO - N°1

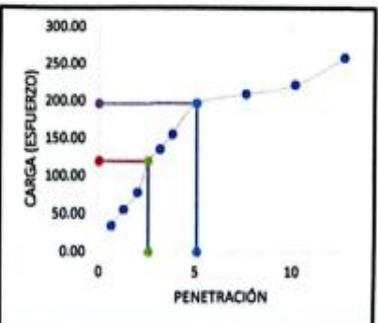
ESPECIMEN I -12 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	17.98	3	5.99	0.63
0 050	46.09	3	15.36	1.27
0 075	67.44	3	22.48	1.99
0 100	102.51	3	34.17	2.54
0 125	136.46	3	45.49	3.17
0 150	152.42	3	50.81	3.81
0 200	192.44	3	64.15	5.08
0 300	203.90	3	67.97	7.62
0 400	217.39	3	72.46	10.16
0 500	225.93	3	75.31	12.7



ESPECIMEN II -25 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	80.67	3	26.89	0.63
0 050	131.74	3	43.91	1.27
0 075	142.53	3	47.51	1.99
0 100	246.62	3	82.21	2.54
0 125	260.55	3	86.85	3.17
0 150	294.05	3	98.02	3.81
0 200	394.77	3	131.59	5.08
0 300	406.68	3	135.56	7.62
0 400	462.21	3	154.07	10.16
0 500	530.10	3	176.70	12.7



ESPECIMEN III - 56 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	103.14	3	34.38	0.63
0 050	168.16	3	56.05	1.27
0 075	234.70	3	78.23	1.99
0 100	359.70	3	119.90	2.54
0 125	405.56	3	135.19	3.17
0 150	465.58	3	155.19	3.81
0 200	589.45	3	196.48	5.08
0 300	628.12	3	209.37	7.62
0 400	666.11	3	222.04	10.16
0 500	777.39	3	259.13	12.7



**Luis J. Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92196

Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 BUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y muclago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°1

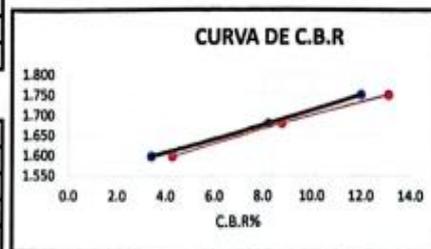
ESPECIMEN I - 12 GOLPES			
PENETRACIÓN - PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LB5/PUL 2
0.025	30 s	17.98	5.99
0.050	60 s	46.09	15.36
0.075	90 s	67.44	22.48
0.100	120 s	102.51	34.17
0.125	150 s	136.46	45.49
0.150	180 s	152.42	50.81
0.200	240 s	192.44	64.15
0.300	360 s	203.90	67.97
0.400	480 s	217.39	72.46
0.500	600 s	225.93	75.31

C.H.	DENS.SECA
8.23	2.001
10.16	2.019
13.97	1.962
17.7	1.826



ESPECIMEN II - 25 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LB5/PUL 2
0.025	30 s	80.67	26.89
0.050	60 s	131.74	43.91
0.075	90 s	142.53	47.51
0.100	120 s	246.62	82.21
0.125	150 s	260.55	86.85
0.150	180 s	294.05	98.02
0.200	240 s	394.77	131.59
0.300	360 s	406.68	135.56
0.400	480 s	462.21	154.07
0.500	600 s	530.10	176.70

N GOLPES	%CBR(0.1)	%CBR(0.2)	D.S
12.00	3.4	4.3	1.600
26.00	8.2	8.8	1.679
55.00	12.0	13.1	1.750



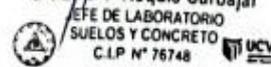
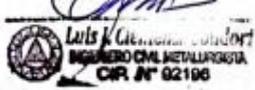
ESPECIMEN III - 56 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LB5/PUL 2
0.025	30 s	103.14	34.38
0.050	60 s	168.16	56.05
0.075	90 s	234.70	78.23
0.100	120 s	359.70	119.90
0.125	150 s	405.56	135.19
0.150	180 s	465.58	155.19
0.200	240 s	589.45	196.48
0.300	360 s	628.12	209.37
0.400	480 s	666.11	222.04
0.500	600 s	777.39	259.13

MDS	109.27	1.750
95%MDS	103.8	1.663

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	12.0	13.1
CBR AL 95%	7.1	7.9

*[Signature]*  
 Luis V. Requís Carbajal  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92106

*[Signature]*  
 Dr. Luis V. Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°2  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m  
ENSAYO : CBR - MTC E 132  
CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua %	9.44	11.5	14.8	17.06
peso volumetrico seco g/cm <sup>3</sup>	1.867	1.935	1.895	1.79

### ETAPA DE COMPACTACION

IDENTIFICACION DE MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
GOLPES POR CAPA	12	26	55

MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
Masa del molde + suelo húmedo	8700	8980	9000
Masa del molde	4155.0	3895.0	3815.0
Masa del suelo húmedo	4545.0	5085.0	5185.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad húmeda	1.962	2.196	2.239
% de humedad	11.40	11.40	11.40
Densidad seca	1.729	1.914	1.982
Tara N	1	2	3
Tara + suelo húmedo	810.00	972.00	961.40
Tara + suelo seco	726.00	860.50	860.84
Masa del agua	84.00	111.5	100.56
Masa de la tara	104.00	102.00	83.48
Masa del suelo seco	622.00	758.50	777.36
% de humedad	13.50	14.70	12.94

CBR AL 100% DE LA M.D.S	9.89 %
CBR AL 95% DE LA M.D.S	7.52 %
MDS	1.98 gr/cm <sup>3</sup>
OCH	11.50 %

  
 Luis Clemente Condori  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.R. N° 92198

  
Dr. Luis V. Requis Carbajal  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748 

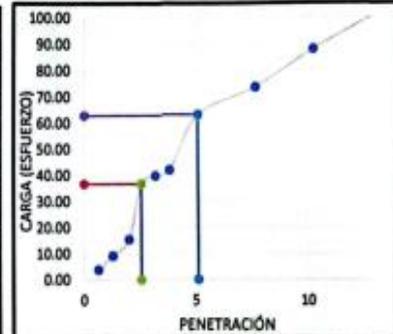


# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

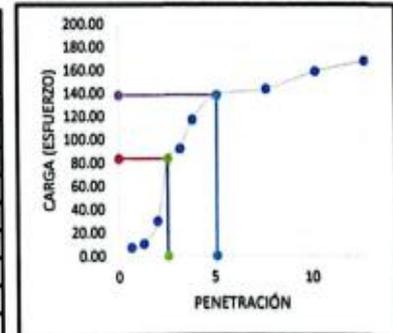
## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°2

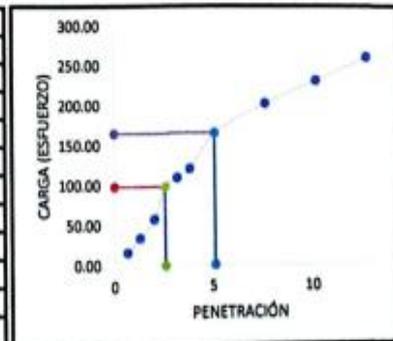
ESPECIMEN I -12 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA( LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	11.69	3	3.90	0.63
0.050	27.65	3	9.22	1.27
0.075	46.54	3	15.51	1.99
0.100	110.16	3	36.72	2.54
0.125	119.60	3	39.87	3.17
0.150	125.22	3	41.74	3.81
0.200	188.84	3	62.95	5.08
0.300	220.31	3	73.44	7.62
0.400	263.70	3	87.90	10.16
0.500	300.57	3	100.19	12.7



ESPECIMEN II -25 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA( LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	22.92	3	7.64	0.63
0.050	32.15	3	10.72	1.27
0.075	91.05	3	30.35	1.99
0.100	251.79	3	83.93	2.54
0.125	277.42	3	92.47	3.17
0.150	352.28	3	117.43	3.81
0.200	415.90	3	138.63	5.08
0.300	431.86	3	143.95	7.62
0.400	476.82	3	158.94	10.16
0.500	503.80	3	167.93	12.7



ESPECIMEN III -56 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA( LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	49.88	3	16.63	0.63
0.050	103.64	3	34.55	1.27
0.075	174.45	3	58.15	1.99
0.100	296.75	3	98.92	2.54
0.125	328.67	3	109.56	3.17
0.150	362.17	3	120.72	3.81
0.200	496.83	3	165.61	5.08
0.300	608.34	3	202.78	7.62
0.400	696.24	3	232.08	10.16
0.500	783.91	3	261.30	12.7



**Luis Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92196

Dr. Luis Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



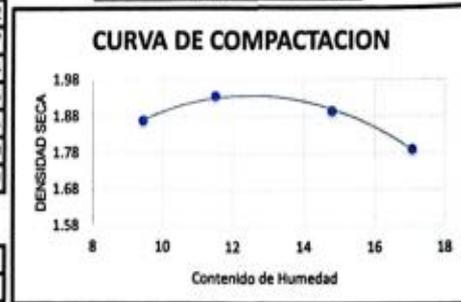
# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°2

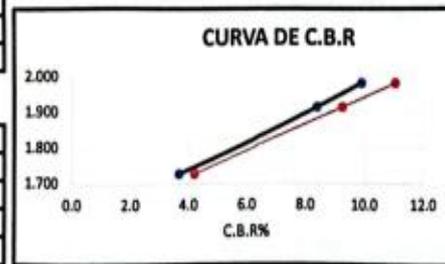
ESPECIMEN I - 12 GOLPES			
PENETRACIÓN - PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	11.69	3.90
0.050	60 s	27.65	9.22
0.075	90 s	46.54	15.51
0.100	120 s	110.16	36.72
0.125	150 s	119.60	39.87
0.150	180 s	125.22	41.74
0.200	240 s	188.84	62.95
0.300	360 s	220.31	73.44
0.400	480 s	263.70	87.90
0.500	600 s	300.57	100.19

C.H.	DENS.SECA
9.44	1.867
11.5	1.935
14.8	1.895
17.06	1.79



ESPECIMEN II - 25 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	22.92	7.64
0.050	60 s	32.15	10.72
0.075	90 s	91.05	30.35
0.100	120 s	251.79	83.93
0.125	150 s	277.42	92.47
0.150	180 s	352.28	117.43
0.200	240 s	415.90	138.63
0.300	360 s	431.86	143.95
0.400	480 s	476.82	158.94
0.500	600 s	503.80	167.93

N GOLPES	%CBR(0.1)	%CBR(0.2)	D.S
12.00	3.7	4.2	1.729
26.00	8.4	9.2	1.914
55.00	9.9	11.0	1.982



ESPECIMEN III - 56 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	49.88	16.63
0.050	60 s	103.64	34.55
0.075	90 s	174.45	58.15
0.100	120 s	296.75	98.92
0.125	150 s	328.67	109.56
0.150	180 s	362.17	120.72
0.200	240 s	496.83	165.61
0.300	360 s	608.34	202.78
0.400	480 s	696.24	232.08
0.500	600 s	783.91	261.30

MDS	123.75	1.982
95%MDS	117.6	1.883

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	9.9	11.0
CBR AL 95%	7.52	8.38

*[Signature]*  
 Lucha S. Clavero  
 INGENIERO CIVIL METALURGIA  
 C.R. N° 92190

*[Signature]*  
 Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748 UCV



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**INFORME DE ENSAYO**  
PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°3  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m  
ENSAYO : CBR - MTC E 132  
CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua %	9.62	12.42	13.2	17.7
peso volumetrico seco g/cm <sup>3</sup>	1.981	1.979	1.971	1.837

ETAPA DE COMPACTACION			
IDENTIFICACION DE MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
GOLPES POR CAPA	12	26	55

MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
Masa del molde + suelo húmedo	9150	9410	9680
Masa del molde	4603.0	4587.0	4509.0
Masa del suelo húmedo	4547.0	4823.0	5171.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad húmeda	1.963	2.082	2.233
% de humedad	7.97	10.96	10.96
Densidad seca	1.753	1.865	1.994
Tara N	1	2	3
Tara + suelo húmedo	720.00	785.00	972.42
Tara + suelo seco	653.90	713.8	877.19
Masa del agua	66.10	71.2	95.23
Masa de la tara	104.00	102.00	83.48
Masa del suelo seco	549.90	611.80	793.71
% de humedad	12.02	11.64	12.00

CBR AL 100% DE LA M.D.S	3.60 %
CBR AL 95% DE LA M.D.S	2.42 %
MDS	1.99 gr/cm <sup>3</sup>
OCH	12.42 %



Dr. Luis V Requis Carbajal  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748

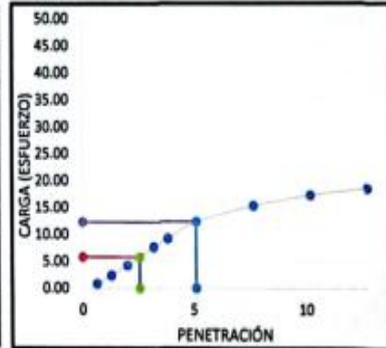


# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

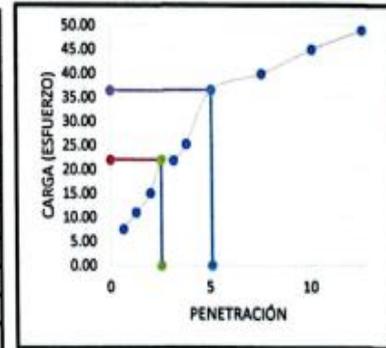
## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-6429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°3

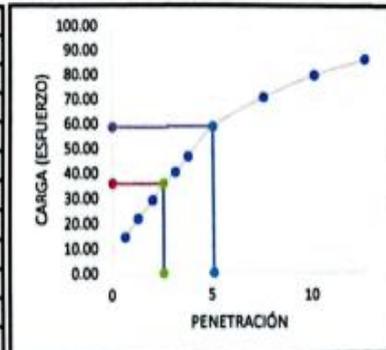
ESPÉCIMEN I -12 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	2.47	3	0.82	0.63
0 050	7.19	3	2.40	1.27
0 075	12.81	3	4.27	1.99
0 100	17.31	3	5.77	2.54
0 125	22.93	3	7.64	3.17
0 150	27.43	3	9.14	3.81
0 200	36.87	3	12.29	5.08
0 300	45.64	3	15.21	7.62
0 400	51.71	3	17.24	10.16
0 500	55.75	3	18.58	12.7



ESPÉCIMEN II -25 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	22.69	3	7.56	0.63
0 050	33.27	3	11.09	1.27
0 075	45.41	3	15.14	1.99
0 100	66.32	3	22.11	2.54
0 125	65.64	3	21.88	3.17
0 150	75.99	3	25.33	3.81
0 200	109.48	3	36.49	5.08
0 300	119.37	3	39.79	7.62
0 400	134.66	3	44.89	10.16
0 500	146.80	3	48.93	12.7



ESPÉCIMEN III -56 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	43.82	3	14.61	0.63
0 050	65.94	3	21.98	1.27
0 075	88.13	3	29.38	1.99
0 100	108.13	3	36.04	2.54
0 125	120.95	3	40.32	3.17
0 150	139.61	3	46.54	3.81
0 200	176.25	3	58.75	5.08
0 300	212.22	3	70.74	7.62
0 400	240.10	3	80.03	10.16
0 500	259.66	3	86.55	12.7



**Luis J. Clemente Condori**  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.R. N° 02106

**Dr. Luis V. Requis Carbajal**  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.L.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°3

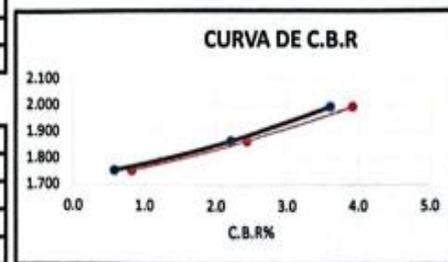
ESPECIMEN I - 12 GOLPES			
PENETRACIÓN - PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	2.47	0.82
0.050	60 s	7.19	2.40
0.075	90 s	12.81	4.27
0.100	120 s	17.31	5.77
0.125	150 s	22.93	7.64
0.150	180 s	27.43	9.14
0.200	240 s	36.87	12.29
0.300	360 s	45.64	15.21
0.400	480 s	51.71	17.24
0.500	600 s	55.75	18.58

C.H.	DENS.SECA
9.62	1.981
12.42	1.979
13.2	1.971
17.7	1.837



ESPECIMEN II - 25 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	22.69	7.56
0.050	60 s	33.27	11.09
0.075	90 s	45.41	15.14
0.100	120 s	66.32	22.11
0.125	150 s	65.64	21.88
0.150	180 s	75.99	25.33
0.200	240 s	109.48	36.49
0.300	360 s	119.37	39.79
0.400	480 s	134.66	44.89
0.500	600 s	146.80	48.93

N GOLPES	%CBR(0.1)	%CBR(0.2)	D.S
12.00	0.6	0.8	1.753
26.00	2.2	2.4	1.865
55.00	3.6	3.9	1.994



ESPECIMEN III - 56 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	43.82	14.61
0.050	60 s	65.94	21.98
0.075	90 s	88.13	29.38
0.100	120 s	108.13	36.04
0.125	150 s	120.95	40.32
0.150	180 s	139.61	46.54
0.200	240 s	176.25	58.75
0.300	360 s	212.22	70.74
0.400	480 s	240.10	80.03
0.500	600 s	259.66	86.55

MDS	124.45	1.994
95%MDS	118.2	1.894

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	3.60	3.92
CBR AL 95%	2.42	2.69

**Luis Clemente Condori**  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 CIP. N° 92196

**Dr. Luis Requis Carabajal**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y muclago de pelo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°5

CALICATA : C1 PROFUNDIDAD: 1.50 m

ENSAYO : CBR - MTC E 132

**CBR - MTC E 132**

### ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO

contenido de agua %	10.03	11.10	13.97	17.70
peso volumetrico seco g/cm <sup>3</sup>	1.994	2.003	1.971	1.826

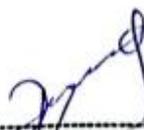
### ETAPA DE COMPACTACION

IDENTIFICACION DE MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
GOLPES POR CAPA	12	26	55

MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
Masa del molde + suelo húmedo	8710	8900	9100
Masa del molde	4560.0	4560.0	4560.0
Masa del suelo húmedo	4150.0	4340.0	4540.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad húmeda	1.792	1.874	1.960
% de humedad	11.10	11.10	11.10
Densidad seca	1.600	1.679	1.750
Tara N	1	2	3
Tara + suelo húmedo	720.00	785.00	972.42
Tara + suelo seco	653.90	713.8	877.19
Masa del agua	66.10	71.2	95.23
Masa de la tara	104.00	102.00	83.48
Masa del suelo seco	549.90	611.80	793.71
% de humedad	12.02	11.64	12.00

CBR AL 100% DE LA M.D.S	12.02 %
CBR AL 95% DE LA M.D.S	7.18 %
MDS	1.75 gr/cm <sup>3</sup>
OCH	11.10 %

  
  
Luis J. Clemente Condori  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
CIP. N° 92190

  
Dr. Luis V. Requis Carbajal  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748 

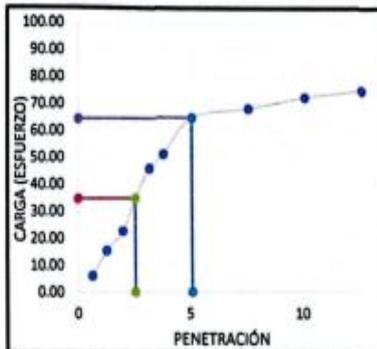


# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

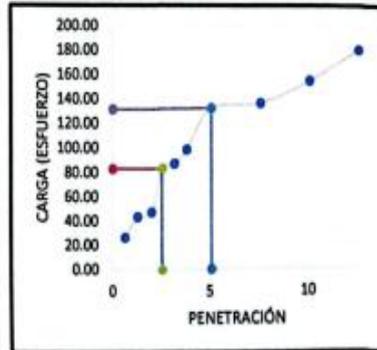
## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc1@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y muclago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°5

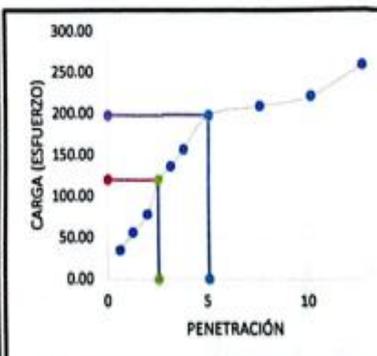
ESPECIMEN I -12 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA (LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	18.01	3	6.00	0.63
0 050	46.00	3	15.33	1.27
0 075	67.50	3	22.50	1.99
0 100	104.00	3	34.67	2.54
0 125	137.00	3	45.67	3.17
0 150	152.00	3	50.67	3.81
0 200	193.00	3	64.33	5.08
0 300	204.50	3	68.17	7.62
0 400	218.30	3	72.77	10.16
0 500	226.00	3	75.33	12.7



ESPECIMEN II -25 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA (LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	81.00	3	27.00	0.63
0 050	132.00	3	44.00	1.27
0 075	143.50	3	47.83	1.99
0 100	250.00	3	83.33	2.54
0 125	261.00	3	87.00	3.17
0 150	295.00	3	98.33	3.81
0 200	395.00	3	131.67	5.08
0 300	407.00	3	135.67	7.62
0 400	463.00	3	154.33	10.16
0 500	540.00	3	180.00	12.7



ESPECIMEN III -56 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA (LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0 025	104.00	3	34.67	0.63
0 050	169.00	3	56.33	1.27
0 075	235.00	3	78.33	1.99
0 100	360.50	3	120.17	2.54
0 125	408.00	3	136.00	3.17
0 150	469.00	3	156.33	3.81
0 200	594.00	3	198.00	5.08
0 300	630.00	3	210.00	7.62
0 400	667.00	3	222.33	10.16
0 500	778.00	3	259.33	12.7



Luis V. Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748

Dr. Luis V. Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°5

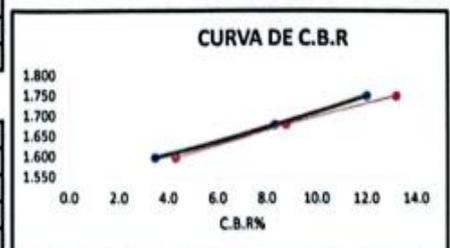
ESPECIMEN I - 12 GOLPES			
PENETRACIÓN - PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0 025	30 s	18.01	6.00
0 050	60 s	46.00	15.33
0 075	90 s	67.50	22.50
0 100	120 s	104.00	34.67
0 125	150 s	137.00	45.67
0 150	180 s	152.00	50.67
0 200	240 s	193.00	64.33
0 300	360 s	204.50	68.17
0 400	480 s	218.30	72.77
0 500	600 s	226.00	75.33

C.H.	DENS.SECA
10.03	1.994
11.1	2.003
13.97	1.971
17.7	1.826



ESPECIMEN II - 25 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0 025	30 s	81.00	27.00
0 050	60 s	132.00	44.00
0 075	90 s	143.50	47.83
0 100	120 s	250.00	83.33
0 125	150 s	261.00	87.00
0 150	180 s	295.00	98.33
0 200	240 s	395.00	131.67
0 300	360 s	407.00	135.67
0 400	480 s	463.00	154.33
0 500	600 s	540.00	180.00

N GOLPES	%CBR(0.1)	%CBR(0.2)	D.S
12.00	3.5	4.3	1.600
26.00	8.3	8.8	1.679
55.00	12.0	13.2	1.750

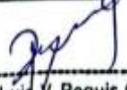


ESPECIMEN III - 56 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0 025	30 s	104.00	34.67
0 050	60 s	169.00	56.33
0 075	90 s	235.00	78.33
0 100	120 s	360.50	120.17
0 125	150 s	408.00	136.00
0 150	180 s	469.00	156.33
0 200	240 s	594.00	198.00
0 300	360 s	630.00	210.00
0 400	480 s	667.00	222.33
0 500	600 s	778.00	259.33

MDS	109.27	1.750
95%MDS	103.8	1.663

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	12.02	13.20
CBR AL 95%	7.18	7.96

  
**Luis J. Clemente Condon**  
 INGENIERO CIVIL METALURGIA  
 C.R.P. N° 92190

  
**Dr. Luis V. Requis Carbajal**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°6  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m  
ENSAYO : CBR - MTC E 132  
**CBR - MTC E 132**

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua %	8.45	10.93	13.97	17.70
peso volumetrico seco g/cm <sup>3</sup>	2.023	2.035	1.971	1.826

### ETAPA DE COMPACTACION

IDENTIFICACION DE MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
GOLPES POR CAPA	12	26	55

MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
Masa del molde + suelo húmedo	8700	8980	9000
Masa del molde	4155.0	3895.0	3815.0
Masa del suelo húmedo	4545.0	5085.0	5185.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad húmeda	1.962	2.196	2.239
% de humedad	11.40	11.40	11.40
Densidad seca	1.729	1.914	1.982
Tara N	1	2	3
Tara + suelo húmedo	810.00	972.00	961.40
Tara + suelo seco	726.00	860.50	860.84
Masa del agua	84.00	111.5	100.56
Masa de la tara	104.00	102.00	83.48
Masa del suelo seco	622.00	758.50	777.36
% de humedad	13.50	14.70	12.94

CBR AL 100% DE LA M.D.S	9.90 %
CBR AL 95% DE LA M.D.S	7.72 %
MDS	1.98 gr/cm <sup>3</sup>
OCH	10.93 %

  
**Luis J. Clemente Condori**  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.I.P. N° 92198

  
Dr. Luis V. Requis Carbajal  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748 

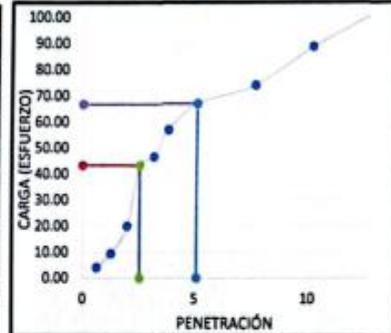


# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

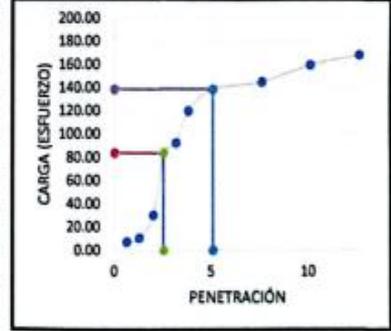
## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°6

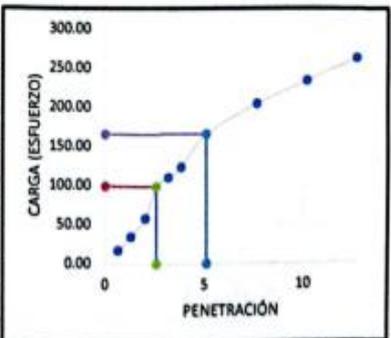
ESPECIMEN I -12 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA( LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	12.00	3	4.00	0.63
0.050	28.00	3	9.33	1.27
0.075	60.00	3	20.00	1.99
0.100	130.00	3	43.33	2.54
0.125	140.00	3	46.67	3.17
0.150	170.00	3	56.67	3.81
0.200	200.00	3	66.67	5.08
0.300	221.00	3	73.67	7.62
0.400	265.00	3	88.33	10.16
0.500	301.00	3	100.33	12.7



ESPECIMEN II -25 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA( LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	23.00	3	7.67	0.63
0.050	33.00	3	11.00	1.27
0.075	92.00	3	30.67	1.99
0.100	252.00	3	84.00	2.54
0.125	278.00	3	92.67	3.17
0.150	360.00	3	120.00	3.81
0.200	416.00	3	138.67	5.08
0.300	435.00	3	145.00	7.62
0.400	478.00	3	159.33	10.16
0.500	504.00	3	168.00	12.7



ESPECIMEN III -56 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA( LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	49.88	3	16.63	0.63
0.050	103.64	3	34.55	1.27
0.075	174.45	3	58.15	1.99
0.100	297.00	3	99.00	2.54
0.125	330.00	3	110.00	3.17
0.150	370.00	3	123.33	3.81
0.200	497.00	3	165.67	5.08
0.300	610.00	3	203.33	7.62
0.400	698.00	3	232.67	10.16
0.500	785.00	3	261.67	12.7



*[Handwritten Signature]*  
 ING. J. C. C. C.  
 INGENIERO CIVIL MECANICISTA  
 C.P. N° 82198

*[Handwritten Signature]*  
 Dr. Luis V Requís Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO  
 ATENCIÓN  
 CORREO DEL PETICIONARIO

: HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe

PROYECTO  
 UBICACIÓN  
 FECHA DE RECEPCIÓN  
 FECHA DE EMISIÓN  
 GRUPOS EXPERIMENTALES

: Mezcla de ceniza y mucilago de paio de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 : GRUPO - N°6

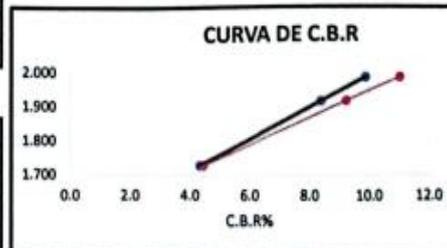
ESPECIMEN I - 12 GOLPES			
PENETRACIÓN - PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	12.00	4.00
0.050	60 s	28.00	9.33
0.075	90 s	60.00	20.00
0.100	120 s	130.00	43.33
0.125	150 s	140.00	46.67
0.150	180 s	170.00	56.67
0.200	240 s	200.00	66.67
0.300	360 s	221.00	73.67
0.400	480 s	265.00	88.33
0.500	600 s	301.00	100.33

C.H.	DENS.SECA
8.45	2.023
10.93	2.035
13.97	1.971
17.7	1.826



ESPECIMEN II - 25 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	23.00	7.67
0.050	60 s	33.00	11.00
0.075	90 s	92.00	30.67
0.100	120 s	252.00	84.00
0.125	150 s	278.00	92.67
0.150	180 s	360.00	120.00
0.200	240 s	416.00	138.67
0.300	360 s	435.00	145.00
0.400	480 s	478.00	159.33
0.500	600 s	504.00	168.00

N GOLPES	%CBR(0.1)	%CBR(0.2)	D.S
12.00	4.3	4.4	1.729
26.00	8.4	9.2	1.914
55.00	9.9	11.0	1.982



ESPECIMEN III - 56 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0.025	30 s	49.88	16.63
0.050	60 s	103.64	34.55
0.075	90 s	174.45	58.15
0.100	120 s	297.00	99.00
0.125	150 s	330.00	110.00
0.150	180 s	370.00	123.33
0.200	240 s	497.00	165.67
0.300	360 s	610.00	203.33
0.400	480 s	698.00	232.67
0.500	600 s	785.00	261.67

MDS	123.75	1.982
95%MDS	117.6	1.883

	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	9.9	11.0
CBR AL 95%	7.72	8.45

Luis J. Clemente Condori  
 INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
 C.I.P. N° 92196

Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucllago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°8  
CALICATA : C1 PROFUNDIDAD:1.50 m  
ENSAYO : CBR - MTC E 132  
CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO				
contenido de agua %	9.74	10.76	13.12	15.72
peso volumetrico seco g/cm <sup>3</sup>	1.999	2.009	1.986	1.857

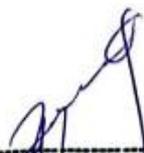
## ETAPA DE COMPACTACION

IDENTIFICACION DE MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
GOLPES POR CAPA	12	26	55

MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR
Masa del molde + suelo húmedo	8710	8900	9100
Masa del molde	4560.0	4560.0	4560.0
Masa del suelo húmedo	4150.0	4340.0	4540.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad húmeda	1.792	1.874	1.960
% de humedad	10.76	10.76	10.76
Densidad seca	1.600	1.679	1.750
Tara N	1	2	3
Tara + suelo húmedo	720.00	785.00	972.42
Tara + suelo seco	653.90	713.8	877.19
Masa del agua	66.10	71.2	95.23
Masa de la tara	104.00	102.00	83.48
Masa del suelo seco	549.90	611.80	793.71
% de humedad	12.02	11.64	12.00

CBR AL 100% DE LA M.D.S	12.02 %
CBR AL 95% DE LA M.D.S	7.30 %
MDS	1.75 gr/cm <sup>3</sup>
OCH	10.76 %

  
**Lab J. Clemente Condori**  
INGENIERO CIVIL METALURGISTA  
C.I.P. N° 92196

  
**Dr. Luis V. Requis Carbajal**  
JEFE DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONCRETO  
C.I.P. N° 76748 

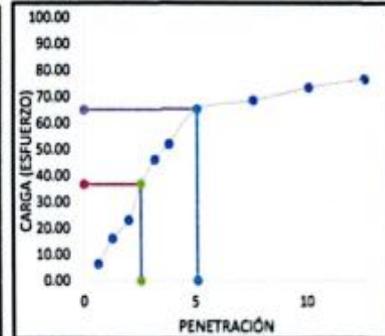


# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

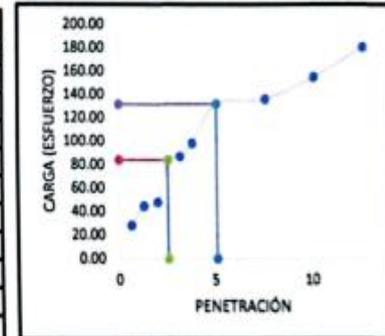
## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMIALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroc@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°8

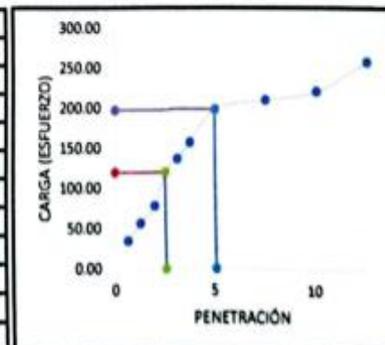
ESPECIMEN I -12 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	19.00	3	6.33	0.63
0.050	48.00	3	16.00	1.27
0.075	69.00	3	23.00	1.99
0.100	110.00	3	36.67	2.54
0.125	138.00	3	46.00	3.17
0.150	155.00	3	51.67	3.81
0.200	195.00	3	65.00	5.08
0.300	205.00	3	68.33	7.62
0.400	220.00	3	73.33	10.16
0.500	230.00	3	76.67	12.7



ESPECIMEN II -25 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	85.00	3	28.33	0.63
0.050	135.00	3	45.00	1.27
0.075	145.00	3	48.33	1.99
0.100	253.00	3	84.33	2.54
0.125	261.00	3	87.00	3.17
0.150	295.00	3	98.33	3.81
0.200	395.00	3	131.67	5.08
0.300	407.00	3	135.67	7.62
0.400	463.00	3	154.33	10.16
0.500	540.00	3	180.00	12.7



ESPECIMEN III -56 GOLPES				
PENETRACIÓN EN PULGADAS	LECTURA(LB)	ÁREA(PUL)	ESFUERZO	PEN. mm
0.025	105.00	3	35.00	0.63
0.050	170.00	3	56.67	1.27
0.075	235.00	3	78.33	1.99
0.100	360.50	3	120.17	2.54
0.125	408.00	3	136.00	3.17
0.150	469.00	3	156.33	3.81
0.200	594.00	3	198.00	5.08
0.300	630.00	3	210.00	7.62
0.400	667.00	3	222.33	10.16
0.500	778.00	3	259.33	12.7



Luis J. Clemente Condori  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALIDAD EN PAVIMENTOS  
 C.I.P. N° 02100

Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748



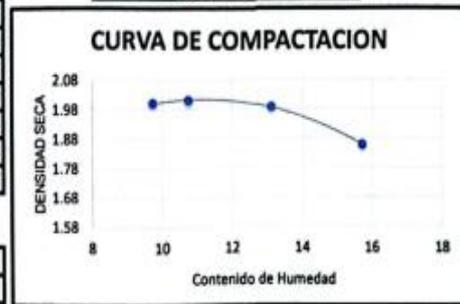
# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE ENSAYO

PETICIONARIO : HUAROC TUMALAN, RUTH KARY - (<https://orcid.org/0000-0002-8429-4290>)  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 CORREO DEL PETICIONARIO : rhuaroci@ucvvirtual.edu.pe  
 PROYECTO : Mezcla de ceniza y mucilago de palo de goma con fibras, para mejorar propiedades físico - mecánicas de subrasantes arcillosas, Pasco 2024  
 UBICACIÓN : PROVINCIA PASCO , DISTRITO PAUCARTAMBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE ABRIL DEL 2024  
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE JUNIO DEL 2024  
 GRUPOS EXPERIMENTALES : GRUPO - N°8

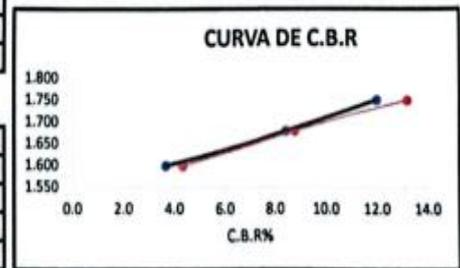
ESPECIMEN I - 12 GOLPES			
PENETRACIÓN - PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0 025	30 s	19.00	6.33
0 050	60 s	48.00	16.00
0 075	90 s	69.00	23.00
0 100	120 s	110.00	36.67
0 125	150 s	138.00	46.00
0 150	180 s	155.00	51.67
0 200	240 s	195.00	65.00
0 300	360 s	205.00	68.33
0 400	480 s	220.00	73.33
0 500	600 s	230.00	76.67

C.H.	DENS.SECA
9.74	1.999
10.76	2.009
13.12	1.986
15.72	1.857



ESPECIMEN II - 25 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0 025	30 s	85.00	28.33
0 050	60 s	135.00	45.00
0 075	90 s	145.00	48.33
0 100	120 s	253.00	84.33
0 125	150 s	261.00	87.00
0 150	180 s	295.00	98.33
0 200	240 s	395.00	131.67
0 300	360 s	407.00	135.67
0 400	480 s	463.00	154.33
0 500	600 s	540.00	180.00

N GOLPES	%CBR(0.1)	%CBR(0.2)	D.S
12.00	3.7	4.3	1.600
26.00	8.4	8.8	1.679
55.00	12.0	13.2	1.750



ESPECIMEN III - 56 GOLPES			
PENETRACIÓN EN PULGADAS	TIEMPO	LECTURA	LBS/PUL 2
0 025	30 s	105.00	35.00
0 050	60 s	170.00	56.67
0 075	90 s	235.00	78.33
0 100	120 s	360.50	120.17
0 125	150 s	408.00	136.00
0 150	180 s	469.00	156.33
0 200	240 s	594.00	198.00
0 300	360 s	630.00	210.00
0 400	480 s	667.00	222.33
0 500	600 s	778.00	259.33

MDS	109.27	1.750
95%MDS	103.8	1.663

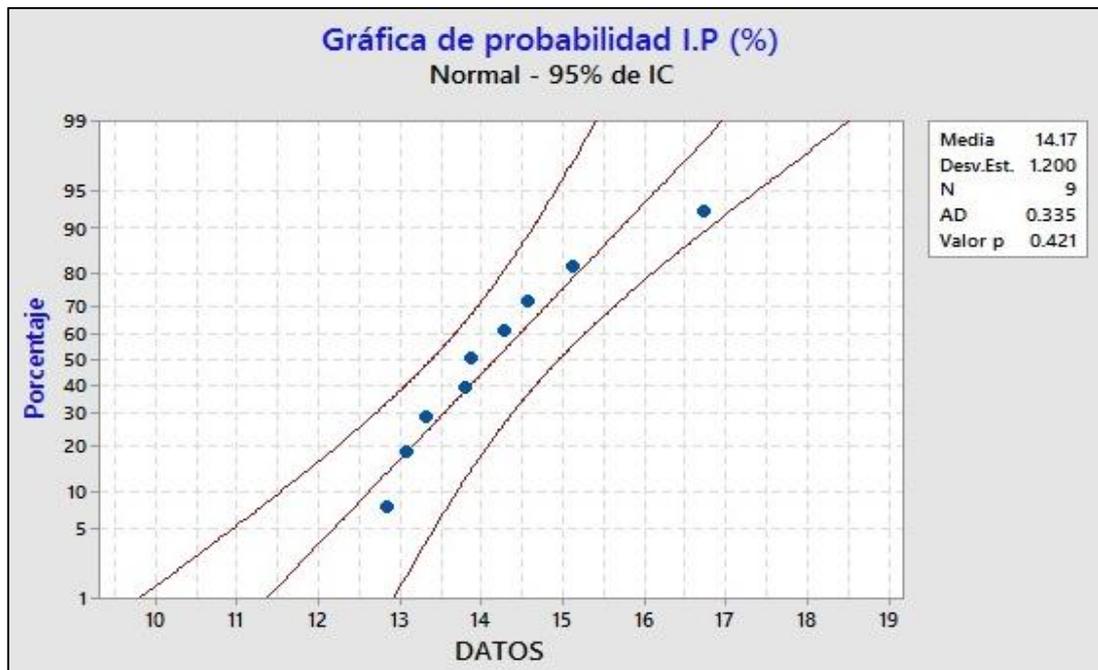
	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
CBR AL 100%	12.02	13.20
CBR AL 95%	7.30	7.98

Luis J. Clemente Condori  
 INGENIERO CIVIL MEDIANEROS  
 C.I.P. N° 02106

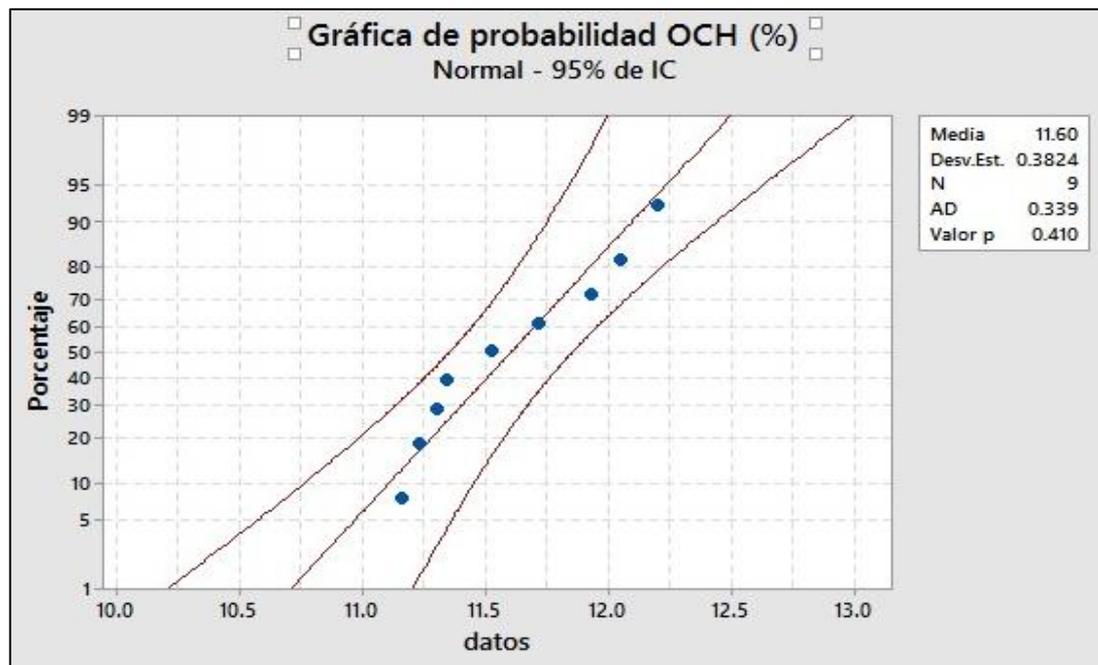
Dr. Luis V. Requis Carbajal  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO  
 C.I.P. N° 76748

## Anexo 10. Prueba de Normalidad de Datos

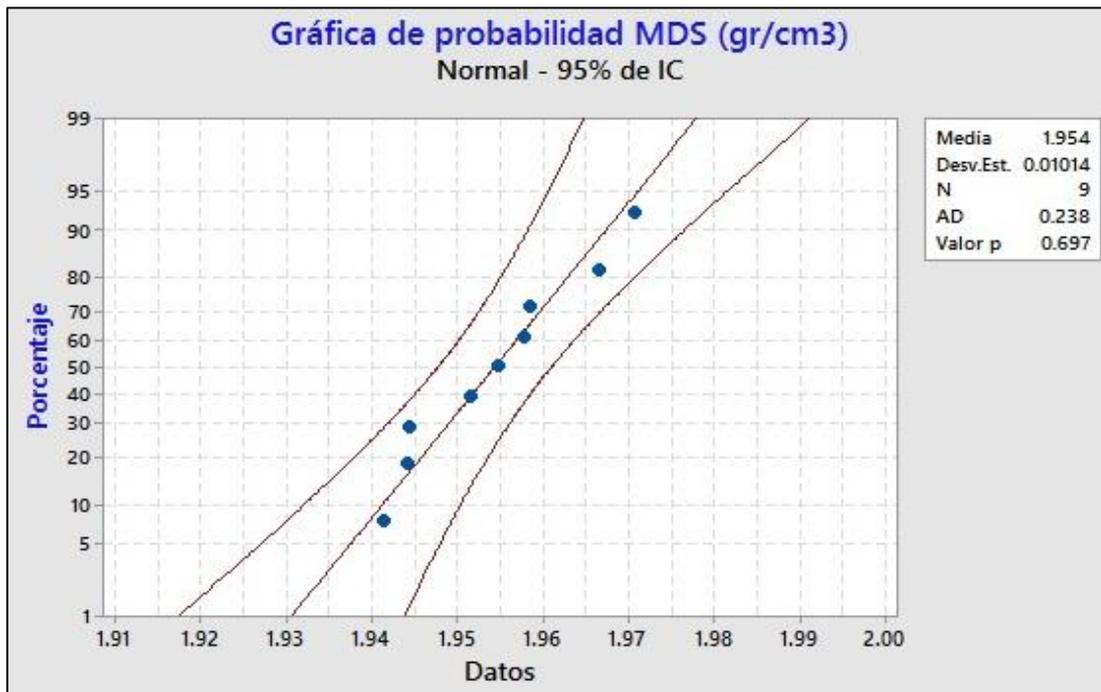
### Normalidad de datos para el Índice de plasticidad



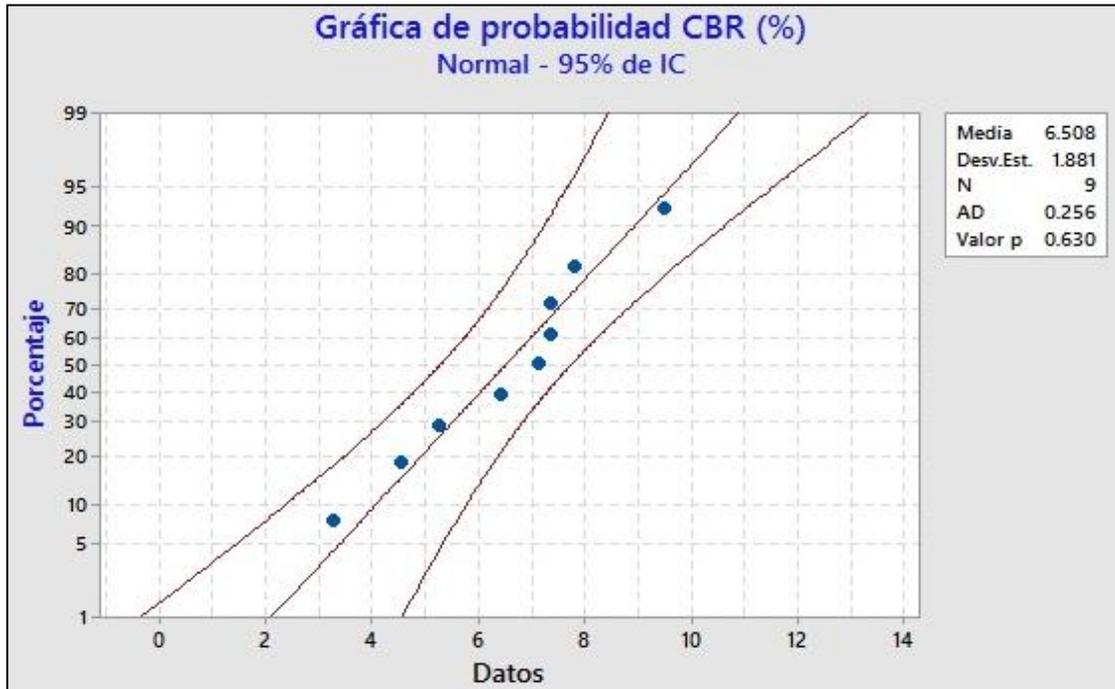
### Normalidad de datos para el Óptimo contenido de humedad



### Normalidad de datos para la Máxima Densidad Seca



### Normalidad de datos para el CBR



## Anexo 11. Resultado de Análisis de Varianza (ANOVA)

### Estadística ANOVA para el índice de plasticidad

<b>Análisis de Varianza</b>					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	34,0567	4,8652	20,78	0,000
Lineal	3	23,4181	7,8060	33,34	0,000
Ceniza de palo de goma	1	12,8188	12,8188	54,75	0,000
Mucilago de palo de goma	1	7,7976	7,7976	33,30	0,000
Fibra de mara	1	2,8017	2,8017	11,97	0,003
Interacciones de 2 términos	3	8,5145	2,8382	12,12	0,000
Ceniza de palo de goma*Mucilago de palo de goma	1	5,8608	5,8608	25,03	0,000
Ceniza de palo de goma*Fibra de mara	1	2,1720	2,1720	9,28	0,008
Mucilago de palo de goma*Fibra de mara	1	0,4817	0,4817	2,06	0,171
Interacciones de 3 términos	1	2,1242	2,1242	9,07	0,008
Ceniza de palo de goma*Mucilago de palo de goma*Fibra de mara	1	2,1242	2,1242	9,07	0,008
Error	16	3,7461	0,2341		
Total	23	37,8028			

### Estadística ANOVA para el óptimo contenido de humedad

<b>Análisis de Varianza</b>					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	5,3002	0,7572	3,17	0,026
Lineal	3	2,5903	0,8634	3,62	0,036
Ceniza de palo de goma	1	2,2860	2,2860	9,58	0,007
Mucilago de palo de goma	1	0,1885	0,1885	0,79	0,387
Fibra de mara	1	0,1158	0,1158	0,49	0,496
Interacciones de 2 términos	3	1,2432	0,4144	1,74	0,200
Ceniza de palo de goma*Mucilago de palo de goma	1	0,1484	0,1484	0,62	0,442
Ceniza de palo de goma*Fibra de mara	1	0,3783	0,3783	1,58	0,226
Mucilago de palo de goma*Fibra de mara	1	0,7166	0,7166	3,00	0,102
Interacciones de 3 términos	1	1,4667	1,4667	6,14	0,025
Ceniza de palo de goma*Mucilago de palo de goma*Fibra de mara	1	1,4667	1,4667	6,14	0,025
Error	16	3,8195	0,2387		
Total	23	9,1197			

## Estadística ANOVA para la máxima densidad seca

<b>Análisis de Varianza</b>					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	0.261457	0.037351	4.97	0.004
Lineal	3	0.136556	0.045519	6.05	0.006
Ceniza de palo de goma	1	0.081538	0.081538	10.84	0.005
Mucilago de palo de goma	1	0.014845	0.014845	1.97	0.179
Fibra de mara	1	0.040172	0.040172	5.34	0.034
Interacciones de 2 términos	3	0.048750	0.016250	2.16	0.133
Ceniza de palo de goma*Mucilago de palo de goma	1	0.046367	0.046367	6.16	0.025
Ceniza de palo de goma*Fibra de mara	1	0.000024	0.000024	0.00	0.955
Mucilago de palo de goma*Fibra de mara	1	0.002358	0.002358	0.31	0.583
Interacciones de 3 términos	1	0.076151	0.076151	10.13	0.006
Ceniza de palo de goma*Mucilago de palo de goma*Fibra de mara	1	0.076151	0.076151	10.13	0.006
Error	16	0.120337	0.007521		
Total	23	0.381794			

## Estadística ANOVA para el CBR

<b>Análisis de Varianza</b>					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	71.6492	10.2356	16.13	0.000
Lineal	3	61.2095	20.4032	32.16	0.000
Ceniza de palo de goma	1	24.1603	24.1603	38.08	0.000
Mucilago de palo de goma	1	33.7488	33.7488	53.20	0.000
Fibra de mara	1	3.3004	3.3004	5.20	0.037
Interacciones de 2 términos	3	3.2674	1.0891	1.72	0.204
Ceniza de palo de goma*Mucilago de palo de goma	1	2.1600	2.1600	3.40	0.084
Ceniza de palo de goma*Fibra de mara	1	0.8214	0.8214	1.29	0.272
Mucilago de palo de goma*Fibra de mara	1	0.2860	0.2860	0.45	0.512
Interacciones de 3 términos	1	7.1723	7.1723	11.31	0.004
Ceniza de palo de goma*Mucilago de palo de goma*Fibra de mara	1	7.1723	7.1723	11.31	0.004
Error	16	10.1506	0.6344		
Total	23	81.7998			

## Anexo 12. Correlación de Pearson

### Clasificación de Pearson



### Correlación de Pearson para el índice de plasticidad

Correlaciones en parejas de Pearson				
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para $\rho$
Ceniza de palo de goma	Índice de plasticidad	24	-0.582	(-0.798; -0.234)
Mucílago de palo de goma	Índice de plasticidad	24	0.454	(0.062; 0.725)
Fibra de mara	Índice de plasticidad	24	-0.272	(-0.609; 0.147)

### Correlación de Pearson para el óptimo contenido de humedad

Correlaciones en parejas de Pearson				
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para $\rho$
Ceniza de palo de goma	Óptimo contenido de humedad	24	-0.501	(-0.752; -0.122)
Mucílago de palo de goma	Óptimo contenido de humedad	24	0.144	(-0.276; 0.517)
Fibra de mara	Óptimo contenido de humedad	24	-0.113	(-0.494; 0.305)

### Correlación de Pearson para la máxima densidad seca

Correlaciones en parejas de Pearson				
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para $\rho$
Ceniza de palo de goma	Máxima densidad seca	24	0.436	(0.172, 0.535)
Mucílago de palo de goma	Máxima densidad seca	24	-0.218	(-0.301, 0.469)
Fibra de mara	Máxima densidad seca	24	0.245	(-0.285, 0.660)

### Correlación de Pearson para el CBR

Correlaciones en parejas de Pearson				
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para $\rho$
Ceniza de palo de goma	CBR	24	0.543	(0.179; 0.777)
Mucílago de palo de goma	CBR	24	-0.642	(-0.831; -0.322)
Fibra de mara	CBR	24	-0.201	(-0.559; 0.220)