



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco - 2021

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

**Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Mollo Onofre, Victoria (ORCID: 0000-0002-5606-2222)

**ASESOR:**

Dr. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre DONATA, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, siempre confió en mí y nunca me abandonó. A mi hija DAENERYS KHALEESY quien es el motor y motivo para seguir por mis sueños y metas, finalmente dedico a mis abuelitos Mariano, Tomasa y Andrea quienes son las personas a quienes más extraño desde que partieron, siempre los llevo en mi corazón y sé que desde donde estén siempre guiaran mi andar en este arduo camino.

## **Agradecimiento**

Escribo estas líneas principalmente para agradecer a dios por darme vida, salud, fuerzas y sabiduría para poder hacer realidad mis sueños, así mismo quiero agradecer a mis padres, a mi amor Mervyn, a mis hermanos y a todas las personas que me brindaron su apoyo en el transcurso de mis estudios y finalmente agradecer a mi asesor por la enseñanza y su paciencia.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización: .....	15
3.3. Población, muestra y muestreo .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	16
3.5. Procedimientos:.....	17
3.6. Método de análisis de datos:.....	21
3.7. Aspectos éticos: .....	21
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: La Clasificación de suelos con respecto a la plasticidad.....	13
Tabla 2: Clasificación de suelo C-01 y C-03.....	21
Tabla 3: De limite liquido, limite plástico e indice de pasticidad .....	24
Tabla 4: De optimo contenido de humedad (OCH) y máxima densidad seca (MDS) .....	26
Tabla 5: C.B.R Adicionando ceniza de hojas de eucalipto .....	29
Tabla 6: Prueba de normalidad de plasticidad .....	30
Tabla 7: Correlación de la plasticidad .....	31
Tabla 8: Correlación de compactación (optimo contenido de humedad).....	32
Tabla 9: Correlación de compactación (MDS).....	33
Tabla 10: Correlación de resistencia .....	34

## Índice de figuras

Figura 1: Distribuciones de plantaciones de eucaliptus.....	8
Figura 2: Especies forestales de la sierra .....	9
Figura 3: Carretera no pavimentada.....	10
Figura 4: La fórmula de la plasticidad del suelo .....	11
Figura 5: Curva granulométrica y límites de la especificación técnica.....	13
Figura 6: Reconocimiento de la subrasante en la calle Luceros de Francia .....	18
Figura 7: Ubicación de zona de recolección de hojas de eucalipto .....	18
Figura 8: Recolección de hojas de eucalipto para su posterior incineración .....	18
Figura 9: Ceniza de eucalipto.....	18
Figura 10: Ensayo de pérdida de masa – Análisis termo gravimétrico.....	19
Figura 11: Ensayo de temperatura de calcinación – curva clorimétrica ATD .....	19
Figura 12: Calicata excavada.....	20
Figura 13: Profundidad de la excavación de la calicata .....	20
Figura 14: Muestra de las tres calicatas.....	20
Figura 15: Mapa político del Perú.....	22
Figura 16: Mapa político del departamento de Cusco.....	22
Figura 17: Mapa de la provincial del Cusco .....	23
Figura 18: Mapa del distrito de San Sebastián.....	23
Figura 19: Ensayo de límite plástico con la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto.....	24
Figura 20: Ensayo de límite líquido con incorporación de 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto .....	24
Figura 21: Índice de plasticidad.....	25

Figura 22: Ensayo de proctor modificado con incorporación de 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto .....	25
Figura 23: Muestras resultante de suelo patrón con incorporación de 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto .....	26
Figura 24: Valores de optimo contenido de humedad incorporando 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto .....	27
Figura 25: Valores de máxima densidad seca incorporando 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto .....	27
Figura 26: Ensayos de muestras de CBR con incorporación de 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto .....	28
Figura 27: Ensayo de CBR con incorporación de 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto .....	28
Figura 28:Valores de CBR incorporando 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto .....	29
Figura 29: Contenido de humedad – Máxima densidad seca.....	36
Figura 30: Contenido de humedad de Apolinarez .....	37
Figura 31: CBR al 95% MDS.....	38
Figura 32: CBR al 95% MDS, Guia (2021) .....	38

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo demostrar la influencia de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, para tal fin se aplicó la dosificación de 3%, 7% y 11% con la finalidad de proporcionar una alternativa de solución al problema de inestabilidad del suelo y de esta manera mejorar las propiedades mecánicas para la estabilización de la subrasante. Es una investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental-cuasi experimental y de nivel explicativo. La población y muestra es la calle de Luceros de Francia, muestreo no probabilístico, técnica observación e instrumento ficha técnica.

Se determinaron los resultados, según el primer objetivo específico disminuyó el índice de plasticidad en 37% con respecto al suelo patrón, en el segundo objetivo específico en la compactación, el contenido de humedad disminuye y la densidad máxima aumenta con respecto al suelo patrón, en el tercer objetivo específico la resistencia mejora en un 65% con respecto al suelo patrón. En conclusión, la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en proporción de 3%, 7% y 11% son idóneos para la estabilización de la subrasante ya que estas mejoran las propiedades mecánicas de suelo.

**Palabras clave:** CBR, Estabilización, Ceniza, Eucalipto, Subrasante.



## **Abstract**

Your present investigation as an objective demonstrates the influence of the incorporation of the eucalyptus oyster's censorship before the establishment of the subcontractor in the Cali Luceros of France, before applying the 3%, 7% and 11% dossier with the final to proportion Alize an alternative solution to the problem of cell instability and in this way master the mechanical properties before the subsoil establishment. It is an investigation of application type, quantitative information, experimental-quasi-experimental design and explicit level. The population and sample is the color of the Lucerne of France, probabilistic sample, technical observation and technical instrument.

Determining the results, because the specific objective is determined by the index of plasticity of 37% with respect to the pattern itself, in the second specific objective in the compaction, the content of humidity dissipated and subject to density the third specific objective is the best resistance at 65% with respect to the same pattern. In conclusion, the incorporation of the eucalyptus oyster body in a proportion of 3%, 7% and 11% are ideas for the establishment of the subcontractor which are the best mechanical properties of the plant.

**Keywords:** CBR, Stabilization, Ash, Eucalyptus, Subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, en las regiones como Bogotá en Colombia, los suelos a veces no presentan características óptimas para ser utilizada en los diferentes proyectos de ingeniería, puesto que estas tienen una pésima resistencia y sufren deformaciones y con el pasar del tiempo se deterioran de manera negativa y son causadas por agentes atmosféricos. Por todo esto es necesario adicionar ciertos procesos que permitan optimizar las características del suelo y de este modo obtener superficies más duraderas, sólidas y con capacidad de soportar las condiciones más críticas tales con transporte o climáticos. [1].

En el Perú específicamente en la región Junín se ha visto problemas como la inestabilidad del suelo, ya que estas presentan deterioros, asentamientos y ondulaciones en el pavimento, a causa de la fragilidad de los materiales componentes de la sub-rasante y, por ende, inestables. Como una alternativa se propone la aplicación de ceniza vegetal procedente de los hornos de las ladrilleras artesanales para la estabilización de la subrasante. [2].

En la región de Cusco en la actualidad vemos inmigrantes de las de las 13 provincias y con esta la aparición o creación de las A.P.V, pueblos jóvenes y asentamientos humanos y están ejercen mayor importancia sobre la transitabilidad vial puesto que por el momento solo se cuenta con vías de tierra natural y trochas carro sables que se encuentran en estado deplorable y por todas estas razones se presentan problemas como la inestabilidad del suelo, debido a que los suelos no presentan una adecuada plasticidad, compactación y resistencia, por esta razón es que se necesitan estabilizadores de suelo. Entre las diferentes causas que pueden estar originando la inestabilidad del suelo, hemos detectado las siguientes; menor resistencia al movimiento, tipos del material del terreno, baja capacidad portante, índice de plasticidad pero la causa que escogí es el tipo de suelo(arcilla, diatomita combinado con arena) y de esta forma también tenemos las consecuencias que puede traer la inestabilidad del suelo o de la subrasante son muchas, entre las que hemos destacado son las siguientes: Desprendimientos, deslizamientos y entre otros pero la que hemos escogido es hundimiento; por estas razones la presente

investigación pretende mejorar las características de la subrasante a través de incorporación de ceniza de hojas de eucalipto y para ello emplearemos ensayo de laboratorio que demuestren la mejora en la características del suelo y que ratifiquen el buen resultado.

El problema general de la presente investigación será ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021?; así como también se está considerando tres problemas específicos: i) ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la plasticidad de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021?, ii) ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la compactación de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021? y iii) ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la resistencia de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021?

En la justificación teórica se pretende adquirir nuevos conocimientos acerca de las propiedades de la plasticidad, compactación y resistencia de suelo al incorporarle ceniza de hojas de eucalipto, ya que esta constituye una variable de mucha importancia, en ese sentido la investigación aportará con el enriquecimiento de la bibliografía sobre este nuevo conocimiento, sobre todo se aplicara a una nueva población como es la subrasante de la calle Luceros de Francia y de igual forma la justificación metodológica plantea una nueva estrategia según los estándares metodológicos de la estabilización de la subrasante, con el propósito de llevar a cabo una investigación válida y confiable y de ese modo poner en práctica en los futuros proyectos de estabilización de suelos.

En la justificación técnica se busca incorporar la ceniza de hojas de eucalipto en la subrasante a evaluar con la finalidad de mejorar las propiedades de la plasticidad, compactación y resistencia, empleando los conceptos de estudio de suelos, normas CE0.10 Justificación social; el propósito de la presente investigación es contribuir a la sociedad conocimientos sobre la estabilización de la subrasante adicionando cenizas de hojas de eucalipto para mejorar las propiedades del suelo, así de esta

manera generar subrasante estables y duraderos con respecto a las cargas vehiculares, asimismo empleando las normas y parámetros ya establecidos.

El objetivo general de esta investigación será lo siguiente: Demostrar la influencia de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021 y de igual modo se considerará tres objetivos específicos: Demostrar la influencia de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la plasticidad de la subrasante en la calle de Luceros de Francia, Cusco, 2021. Demostrar la influencia de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la compactación de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021 y finalmente demostrar la influencia de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la resistencia de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021.

Y finalmente la autora plantea la hipótesis general de la siguiente investigación será; incorporación de ceniza de hojas de eucalipto influye en la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021; y de ese modo también se está considero tres hipótesis específicas; i)La incorporación de ceniza de hojas de eucalipto influye en la plasticidad de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021, ii) La incorporación de ceniza de hojas de eucalipto influye en la compactación en la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021 y iii) La incorporación de ceniza de hojas de eucalipto influye en la resistencia de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Apolinarez (2018), cuyo objetivo es demostrar las consecuencias en la estabilización de la subrasante al aplicar ceniza vegetal para la Av. Huarancayo, Jauja. Estudio de tipo aplicada, experimental y nivel explicativo. La población de estudio son todas las vías del barrio San Antonio, la muestra de la investigación es la Av. Huancayo desde la cuadra 6 al 11, y el muestreo es no probabilístico intencional. Los instrumentos son ensayos de laboratorio y fichas de dosificación. Los resultados obtenidos son: Al incorporar mayor porcentaje de ceniza disminuye la plasticidad, la humedad y máxima densidad seca, pero al momento de ser saturado la ceniza vegetal en agua reacciona químicamente, así obteniendo un CBR de 23.7 y 24.7% y se concluye que al aplicar el 35% de ceniza se logra la estabilización del material de la subrasante, y esto se logró con los parámetros de la norma, y cumpliendo con el manual de carreteras de bajo volumen de tránsito [3].

Guía (2021), tuvo como objetivo evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de quinua en la estabilización de la subrasante en la carretera PE-38B, Puno 2021. Tipo aplicada, cuantitativo, cuasi experimental y nivel explicativo, tuvo como población la subrasante de la carretera PE-38B, la muestra de investigación está conformada de tramo entre 08+000 y 09+000 de la subrasante de la carretera PE-38B, muestreo es de tipo no probabilístico y los instrumentos empleados son ensayos de laboratorio. Los principales resultados son: CBR al 100% con la incorporación de 4% de ceniza de quinua se obtuvo 21.2 % de CBR, CBR al 95% obtuvo 14.7 % de CBR, y se obtuvo una subrasante mayor a seis, de este modo cumpliendo con el manual de carretas –MTC. Se concluyó, al adicionar cenizas de quinua en porcentajes de 4, 6 y 8 se logró mejorar las características de la compactación y de esa manera se incrementó la densidad seca y aumentando la resistencia de la subrasante de la carretera PE38B, por tanto, se determina que la incorporación de las cenizas de quinua si influyo en la mejora de las propiedades la subrasante [4].

Hoyle y Rodríguez (2021), tuvieron como objetivo la estabilización de la trocha carrozable adicionando fibras de raquis de musa y ceniza de hoja de eucalipto de los caseríos, Ancash. Estudio de tipo experimental y cuasi experimental. Tuvo como población el suelo del tramo de los caseríos de Canchas hasta Colcap. La muestra de la investigación es el suelo de la red vial vecinal AN 913. Tuvo como instrumento, la observación, protocolos (ensayos), norma como MTC del Perú. Los resultados son; ensayo de fluorescencia de rayos X determino el óxido de calcio, óxido de Magnesio, óxido de hierro y óxido de sílice en porcentajes, logrando un 47.34 % de elementos que ayudara en la estabilización del suelo. Por consiguiente, se concluyó, la incorporación de 10% fibras de raquis de musa paradisiaca y ceniza de hojas de eucalipto mejora la humedad optima en 10.9 %, densidad máxima en 2.00 gr/cm<sup>3</sup>, CBR se obtuvo un 11.2% siendo el aumento del CBR de 5 % [5].

Seguidamente los antecedentes internacionales, Clavería, Triana y Varón (2018), cuyo objetivo fue adicionar cenizas de cascara de arroz y el bagazo de caña de azúcar para para mejorar las propiedades del suelo de origen volcánico. Diseño experimental, los resultados, se logró optimizar las características físicas y mecánicas del suelo al adicionarle el 10%CCA y 15%CBCA. Se llegó a la conclusión que adición de la CCA y CBCA mejora las propiedades del suelo de origen volcánico para su uso como material de la estabilización de la subrasante [6].

Hernández y Herrera (2019), tuvieron como objetivo, adición de ceniza de cascara de café para mejorar la resistencia a la compresión de un suelo arcilloso limoso. Diseño experimental, los resultados obtenidos al adicionar la ceniza de cascara de café en cantidades de 4, 6 y 8 porcentajes al suelo arcilloso, el 8% ceniza de cascara de café aumento el CBR de 1.6% a 7,3%. Se llegó a la conclusión la adición de cenizas de cascara de café mejora el comportamiento y la resistencia del suelo arcilloso limoso [7].

Los artículos científicos de esta investigación según Morales (2020) tuvo como objetivo demostrar la influencia de las cenizas de carbón en el comportamiento mecánico como estabilizante de suelos y evaluar su capacidad para resistir las

cargas transmitidas por los vehículos. Como resultado se demostró que las cenizas poseen propiedades puzolánicas mediante una activación alcalina; asimismo se llegó a la conclusión que la adición de arcilla con ceniza de carbón con concentraciones de NaOH de 3.5 M obtuvo mayor humedad al 95% sometiéndose a una temperatura de 40°C y 50°C, llegando hasta 270 kPa [8].

Behak y Péres (2019), tuvieron como objetivo estudiar las características de plasticidad, compactación y resistencia de suelos aplicando ceniza de cascara de arroz, de esta manera se pretende dar solución al problema ambiental y pavimento de bajo volumen de tránsito. La muestra de suelo arenoso fue extraída de Montevideo. La incineración de la cáscara de arroz se realizó en un horno. Y de este modo se realiza un análisis de la adición de diferentes porcentajes de suelo con ceniza de cascara de arroz mediante diferentes ensayos de suelos, se concluyó que la aplicación de ceniza de cascara de arroz y cal, se consiguió mejorar las propiedades de la subrasante para la compactación, CBR, resistencia y durabilidad. [9]

Los artículos científicos en otro idioma de esta investigación según Goñas y Saldaña (2020), cuyo objetivo fue evaluar la influencia de ceniza de carbón para aumentar las propiedades mecánicas del suelo, diseño experimental. La población y muestra es la calle las lomas, la técnica utilizadas es la observación. Los resultados, la adición de la ceniza de carbón incremento la capacidad soporte de los suelos y en conclusión, la adición de CC logro mejorar la capacidad portante de tipo CH y OH, pero en algunos tipos de suelo no se logró mejorar las propiedades con adición de ceniza de carbón de acuerdo al manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos, para ser usados como una subrasante mejorada. [10].

Ojeda y Mendoza (2018), tuvieron como objetivo la adición de cenizas de caña de azúcar para optimizar las características de un suelo arenoso. Se realizaron ensayos de compactación, plasticidad y resistencia de este modo se comparó el comportamiento del suelo patrón adicionado con proporciones de 3, 5 y 7% de cemento portland como patrón, asimismo incorporando CBCA en proporciones de

0, 25, 50 y 100% con respecto al peso del suelo en estado seco. Según los resultados se pudo apreciar la mejora de las características de compactación, plasticidad y resistencia, disminuyendo hasta un 25% la utilización del cemento portland compuesto. [11].

Las teorías respecto a los eucaliptos, estas son arboles originarios de Australia, donde se localizaron más de 700 especies diferentes, y su introducción en Europa fue a causa de viajes del capitán Cook, y de igual manera se introdujo en eucalipto en África, Addis Abeba, para repoblación forestal. El eucalipto es un árbol perenne y de porte recto y estos pueden alcanzar a medir más de 60m de altura, de dice que anteriormente había ejemplares que llegaban alcanzar los 150metros de altura, las hojas son enteras y duras, las ramas varían según la edad. Las ramas jóvenes son anchas y de color celeste claro, y los viejos son largas y de color verde oscuro [12].

La ceniza es el resultado de una oxidación de una materia orgánica, y es de mucha importancia poseer un conocimiento de las características, métodos a analizarse y asimismo de los equipos a utilizarse para la obtención de resultados confiables [13]. El concepto de cenizas de hojas de eucalipto es subproducto de la calcinación que contiene características puzolánicas [14].

Mejoramiento de las subrasantes, principalmente se basan en el aprovechamiento de los materiales del lugar ya que son fáciles de obtener y de bajo costo, pero en algunas ocasiones se necesita mejorar las propiedades del suelo ya que estas no cumplen con las características necesarias para su empleo, aun así, se puede lograr grandes ahorros. En los últimos años la estabilización química es la técnica que se emplea más para el mejoramiento de subrasantes y de ese modo se logra la mejora de las características de los suelos llegando a reducir la plasticidad, el incremento de la cohesión y como también de la capacidad de soporte [15].

El eucalipto es una planta muy abundante y diversa que presenta una aparición de híbridos fructuosos. El tamaño del eucalipto es muy variable de acuerdo a la zona y clima, pero aun así sigue existiendo eucaliptus de porte arbóreo y arbustivo. Las



hojas son largas, simples, perennes [17]. Los arboles de eucalipto se pueden apreciar en la sierra y selva central en abundancia, por ende es favorable para la siguiente investigación. En seguida se podrá apreciar la distribución de árboles de eucalipto [18].



Figura 1. Distribuciones de Plantaciones de Eucaliptus

Fuente: Fernández

Nuestro Perú es un país reconocido a nivel mundial con altas concentraciones de biodiversidad y posiblemente el que posee una de las complejidades ecológicas y biogeográficas. En la región Sierra se logró plantar en más de 725 000 ha de terreno lo que es eucaliptos y de pinos. En las regiones de Cusco, Cajamarca, Áncash, Junín, Apurímac y Ayacucho. [19]



Figura 2. Especies forestales de la sierra

Fuente: Servicio nacional forestal y de fauna silvestre 2017

Los afirmados son las superficies compactadas con unos materiales naturales o procesada asimismo se necesitan de una progresión ya que estas deben de dar apoyos a las cargas y esfuerzos que son ocasionadas por el tránsito. Las composiciones de arcillas se tienen que dar en cantidades óptimas que permitan los aglutinamientos y la cohesión. Los afirmados emiten de primera mano las cargas a todas las capas de la subrasante y de ese modo cumpliendo con todas las funciones de ser el terreno de la rodadura de los tránsitos vehiculares. [20]. Afirmado es la capa compacta de componentes granulares y con progresión específica que sostiene todas las cargas y como también los esfuerzos de los tránsitos. Ya que este tiene que tener una cantidad adecuado de materiales finos cohesivos que permitan conservar aglutinadas todas las partículas de tal modo que trabaje como un terreno de rodadura en los caminos y carreteras no pavimentadas [21].



*Figura 3. Carretera no Pavimentada*

Fuente: MTC, 2014

La subrasante tiene que estar compuesta por suelos de propiedades físicas y mecánicas adecuadas, por ello es muy importante determinar que la superficie a construirse tenga un buen diseño y de esta manera el nivel de corte y relleno cumpla la función de soporte de la estructura del pavimento a construirse, los materiales a usarse en esta superficie deben ser  $\geq$  a 0.60 metros y asimismo deberá cumplir con un CBR  $\geq$  a 6% en el caso de que sea menor se tendrá que realizar estabilización de la subrasante según las características del suelo [22]. Las subrasantes son capas superiores del terraplén en terreno natural, esta es la que soporta la estructura de un pavimento, asimismo constituido por suelos con propiedades óptima y compuesta por capas para formar un cuerpo estable [23].

La estabilización es cuando los suelos son procesados por diferentes tipos de equipos mecánicos o por distintos medios químicos y de esta manera se busca mejorar sus propiedades, asimismo nos dice que es el medio por donde los suelos son mejorados de su capacidad inadecuada y estos se realizan en base a procedimientos y son vulnerables a cambios volumétricos, se puede obtener un material de buena calidad y estos tienen que estar aptos para soportar los cambios climáticos y de las condiciones adversas como del tránsito, como también controlar lo que es la expansión, disminuir la plasticidad y aumentar la resistencia, disminuir

la compresibilidad, mejorar la permeabilidad y contrarrestar la erosión, todo esto se logra gracias a la estabilización [24]. Estabilización de la subrasante consiste en el proceso de incorporación de un aditivo a una subrasante, incluyendo la adición del material granular con el propósito de lograr el cumplimiento de los requerimientos, de este modo la subrasante que se estabilizó podrá ser utilizada como capa de rodadura para rutas de bajo volumen de tránsito [25].

La plasticidad es la estabilidad que se puede lograr en un estabilizado granular, y de este modo puede reducir cuando no se cumple ciertas condiciones que puedan asegurar la duración de las propiedades frente a la actuación del agua. La presencia de partículas muy finas y de forma lajosa ocasionan valores altos de límites líquidos y del índice de plasticidad. Los suelos arcillosos pueden retener altos porcentajes de humedad y como consecuencia la disminución de la densidad y estabilidad. Por estas razones conviene mantener valores bajos de límite líquido e índice de plasticidad. Por lo tanto, se recomienda utilizar como valores máximos, el 25% para el límite líquido y el 6% para el índice plástico. [26]. La plasticidad es cuando se aplica a la alteración de la capa absorbida por el agua en torno de los minerales, se desplaza de una manera viscosa toda la longitud de la superficie, examinada por la inclinación iónica. Por esta razón en las arcillas es muy alta la plasticidad por poseer una estructura aplanada y tamaño pequeño [27].

$$A = \frac{IP}{\% \text{ de arcilla}} \Rightarrow \% \text{ de arcilla} = \% \text{ en peso } W_S \text{ de partículas con } f < 2\mu \quad [4.3]$$

- La actividad de la caolinita es baja; Ejemplo, A = 0,38
- La actividad de la illita es media; Ejemplo, A = 0,90
- La actividad de la montmorillonita es alta. Ejemplo, A = 7,20

La plasticidad de la arcilla se atribuye a la deformación de las capas de agua adsorbida, que la liga a ella.

Figura 4. La fórmula de la Plasticidad del suelo

Fuente. Skempton

Los índices de plasticidad establecen el campo plástico del suelo y determinan la cantidad de humedad que debe incluir los suelos arcillosos para mantenerse en estado plástico y asimismo disponer los parámetros de asentamiento de las subrasantes arcillosas y su expansibilidad, asimismo los índices de plasticidad del suelo son ampliamente utilizados en diferentes propiedades de suelo tales como

son la compresibilidad, compactibilidad, resistencia al corte, contracción-expansión y permeabilidad, la distancia entre el límite plástico y el límite líquido es igual al índice de plasticidad de un suelo [28] Límite líquido, es cuando el suelo está ubicado en el límite entre el estado plástico y líquido y el límite plástico es cuando el suelo está ubicado entre los estados plásticos y semisólidos. A estos se les conoce con el nombre de contenido de humedad y esta expresado en porcentajes. [29].

El proctor modificado se basa en hacer compacta una determinada muestra de suelo en cilindros metálicos, y de esta manera se logra transformar la humedad y lograr la curva de la humedad óptima y la densidad máxima a una determinada fuerza de compactación, la máxima presión es la capacidad que soporta un suelo bajo las cargas del tráfico, sin tener que producir una falla por cortante del suelo o asentamiento excesivo elevado de la curva es en relación a la humedad óptima en abscisas y a la densidad máxima en ordenadas [30].

La compactación es cuando aumenta la densidad, la capacidad portante y la estabilidad del suelo y de esta manera obteniendo un suelo menos deformable ante las acciones de las cargas del tránsito vial, entonces se conoce como la densificación de los suelos mediante la compactación del mismo por medios mecánicos [31]. Proctor modificado es cuando los ensayos se hacen sobre elementos de suelos inferiores a 20milímetros. Entonces el suelo contiene elementos más granulares y estos se reemplazan por un peso similar o igual a los elementos contenidos entre 5 y 20milímetros. La diferencia entre el ensayo de proctor normal y modificado es la siguiente, la 1ra es una compactación media y la 2da es una compactación por capas y constituyente de la calzada [32].

La granulometría, son valores límites expresados en porcentaje (peso) que pasan por tamices de diferentes aberturas según las normas. Existen curvas de especificaciones técnicas granulométricas para estabilizados granulares. relación de finos es cuando se limita la cantidad que pasa por el tamiz N° 200, con respecto a la cantidad que pasa menor o igual que 2/3. El grano de suelo que atraviesa por el tamiz N° 40 se denomina mortero de la mezcla, es por eso que es importante

limitar la proporción de finos, por ser responsables de propiedades capilares poco recomendables [33].

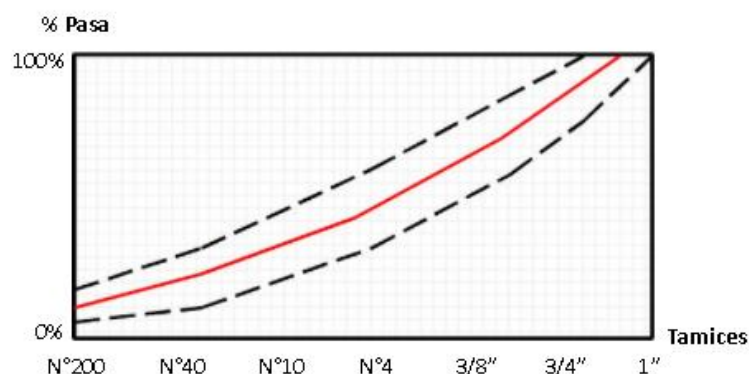


Figura 5. Curva Granulométrica y Límites de la Especificación Técnica

Análisis granulométrico es el proceso por el cual se determina la proporción de la participación de tamaño del suelo, dicha proporción es conocida como gradación. Los métodos de estudio de la granulometría son de dos tipos; ensayo por tamizado es para gravas y arenas, y el ensayo por sedimentación es para suelos limosos y arcillas [34].

**Tabla 1.** La Clasificación de Suelos con respecto a la plasticidad

<b>Indice de Plasticidad</b>	<b>Plasticidad</b>	<b>Característica</b>
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos
IP = 0	No Plástico	suelos sin arcilla

Fuente: Norma MTC E 111

La máxima densidad se puede definir como el vínculo en relación a los contenidos de humedad y la densidad por estar expuesto a una modificación por trabajo mecánico, es el mismo contenido de agua al cual la muestra de suelo es compactado, empleando unos esfuerzos de compactación, asimismo la forma la compactación es el proceso de estabilización, tiene objetivo incrementar la densidad, mediante el incremento de sus partículas del suelo, lo cual se logra con la reducción de los índices de vacío [35]

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

Tipo aplicada es cuando se busca generar respuestas para las preguntas específicas y resolver un problema concreto. [36] La presente investigación será aplicada ya que utilizaremos teorías ya existentes para poder responder a todas las preguntas específicas.

##### **Enfoque de investigación**

Enfoque cuantitativa es cuando se utiliza la estadística para implantar modelos de comportamiento dentro de la población y de esta forma se podrá confiar en el cálculo numérico y como también demostrar las hipótesis y responder a las preguntas ya establecidas con el análisis y recolección de datos [37] La presente investigación será cuantitativo porque expresa la necesidad de responder a los objetivos de la investigación y la interpretación de marco teórico contiene la explicación de los resultados con los conocimientos existentes.

##### **El diseño de la investigación**

Diseño experimental es cuando los investigadores de una forma intencionada manipulan una de las variables para poder estudiar las consecuencias del otro variable. Los cuasi experimentales son grupos compuestos antes que se realicen los experimentos y no se fijan al azar los objetos. [38]. La presente investigación será de diseño experimental con intervención porque existe la manipulación de sus variables independiente (ceniza hojas de eucalipto) para poder ver los resultados en la subrasante de la calle Lucero de Franca.

##### **El nivel de la investigación:**

Nivel explicativo es porque son investigaciones de causa efecto y estos necesitan de control para poder cumplir con las reglas de casualidad. La observación estadística es versátil a fin de apartar agrupaciones causales, aleatorias entre la causa y efecto, ya que estas explican la actuación de una variable según a las otras variables. [39] La presente investigación será de nivel explicativo

porque en el objetivo principal lleva un verbo infinitivo demostrar y también porque es una investigación causa efecto.

### **3.2. Variables y operacionalización:**

Las variables son cualidades y características que se presentan en las unidades de la investigación; y son de carácter indispensable ya que miden y explican el problema en estudio.

Variable 1 : ceniza de hojas de eucalipto

Variable 2 : estabilización de la subrasante

Operacionalización de variables: todos los problemas tienen muchos factores ya que el número de variables son infinitos; por esta razón es necesario determinar un cuadro de operacionalización de variables donde se asignará sus indicadores y su escala de medición [40]. (Ver matriz de operacionalización en el anexo 1)

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

#### **Población:**

Es el conjunto de objetos que tienen algunas propiedades en común y se observan en un lugar determinado. Al momento de elegir la población se debe tener en cuenta características similares de estudio. [41]. Por ello en la presente investigación se considera como población, la subrasante de la calle Luceros de Francia y cuenta con una extensión de 550 metros de longitud.

#### **Muestra:**

La muestra es representante de la población en una investigación y como también es un subconjunto sobre el cual se debe recolectar datos y por consiguiente se tendrá que definir y delimitar con precisión [42]. Por consiguiente, se tomó como muestra la subrasante de la calle Luceros de Francia con una longitud de 550m, asimismo se procederá a la extracción de las muestras mediante la excavación de tres calicatas de 1.50 metros de profundidad, estas se realizarán de acuerdo a lo establecido en la norma técnica CE0.10 de pavimentos urbanos.



**Muestreo:**

Es la selección de las unidades que representaran en la obtención de datos y de esa manera permitirá conseguir información sobre la población la que se va a estudiar y asimismo es un instrumento que tiene una gran validez dentro de una investigación. No probabilístico es cuando el investigador decidió conscientemente que elementos incluirá en la muestra [43]. La presente investigación será de muestreo no probabilístico, ya que la tesista elegirá de forma arbitraria los lugares donde se realizara las calicatas.

**Unidad de análisis:**

El investigador define como la unidad la que realizara mediciones [44]. Si pretendemos conocer el nivel de tipo de suelo entonces veremos si con una calicata serán suficientes, se puede requerir más de un ensayo. Una calicata puede tener una o más ensayos. La unidad de estudio es indivisible.

**3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:****Técnicas**

Las técnicas constituyen el conjunto de normas y modelos que guían las actividades que pueden realizar los investigadores como herramientas, procedimientos y estrategias de acuerdo a los conocimientos que utilizaran y aplicaran, de esta manera seleccionar y elegir será más fácil para el investigador [45]. La técnica a emplear en la siguiente investigación será observación ya que es una forma de recolectar datos.

**Instrumentos de recolección de datos**

Son el soporte que se le da a las técnicas para que estas cumplan con su finalidad [46]. En la presente investigación el instrumento que se utilizará será la ficha técnica. (Ver anexo 3)

**Validez**

Es la cualidad del instrumento que miden con parcialidad, exactitud, veracidad, y naturalidad a las variables de investigación [47] la validez es el grado en que los instrumentos miden la variable que el investigador desea medir y estas

deben conducir a conclusiones válidas, en nuestro caso el instrumento válido para medir el peso será la balanza.

### **Confiabilidad de los instrumentos.**

La confiabilidad es la característica de un instrumento ya que estas deben dar el mismo resultado al aplicarse en diferentes tiempos al mismo objeto o cosa [48]. En la presente investigación, la confiabilidad será quien mida el grado en que un instrumento produce resultados coherentes es decir no debe tener errores por ende los instrumentos que se vayan a utilizar siempre deben dar los mismos resultados en mi caso la balanza es un instrumento confiable.

### **3.5. Procedimientos:**

En la siguiente investigación se realizó la obtención de información sobre el tema en estudio tales como la introducción, marco teórico, metodología de investigación, y asimismo se procedió con el reconocimiento de zona de estudio la subrasante de la calle Luceros de Francia y asimismo se procedió a la recolección de hojas de eucalipto en la zona de tala de árboles de eucalipto en la comunidad de Pillao Matao para su posterior incineración en un horno de mufla y para luego ser analizada en un analizador térmico así de esta manera obteniendo la análisis térmico diferencial (curva de pérdida de masa, curva calorimétrica ATD) lo que es la temperatura de calcinación de las hojas de eucalipto.



*Figura 6.* Reconocimiento de la subrasante en la calle Luceros de Francia



*Figura 7.* Ubicación de zona de recolección de hojas de eucalipto



*Figura 8.* Recolección de hojas de eucalipto para su posterior incineración

*Fuente: Creación Propia.*

Se procedió a llevar las hojas de eucalipto hasta la universidad nacional de Trujillo a la facultad de ingeniería laboratorio de química para el ensayo de Análisis Térmico Diferencial y su posterior incineración, finalmente hallar los resultados de lo que es la curva de pérdida de masa y la curva calorimétrica ATD (temperatura de cocción)



*Figura 9.* Ceniza de eucalipto

Curva de pérdida de masa – Análisis termo gravimétrico. En el ensayo de análisis térmico gravimétrico se aprecia una gran pérdida de masa en la muestra, el material llega a perder aproximadamente una cantidad considerable de 87% cuando alcanza una máxima temperatura de calcinación.

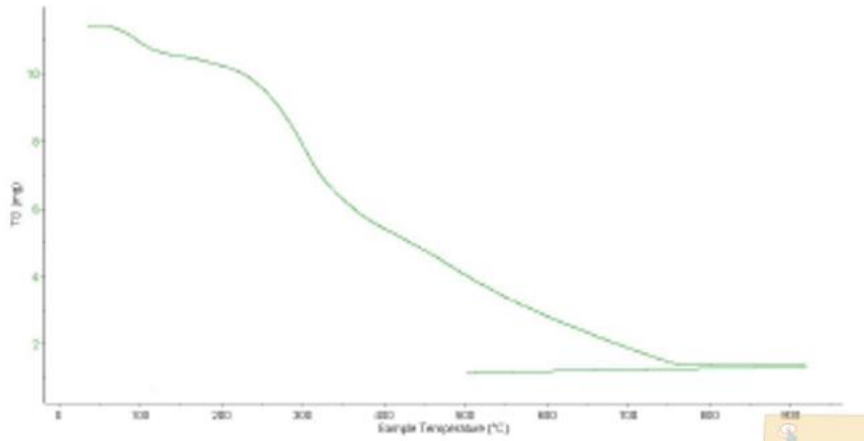


Figura 10. Ensayo de pérdida de masa – Análisis termo gravimétrico

Fuente: UNT

#### Curva Calorimétrica ATD

De acuerdo al análisis calorimétrico, la mayor temperatura cocción presenta entre 390°C y 440°C.

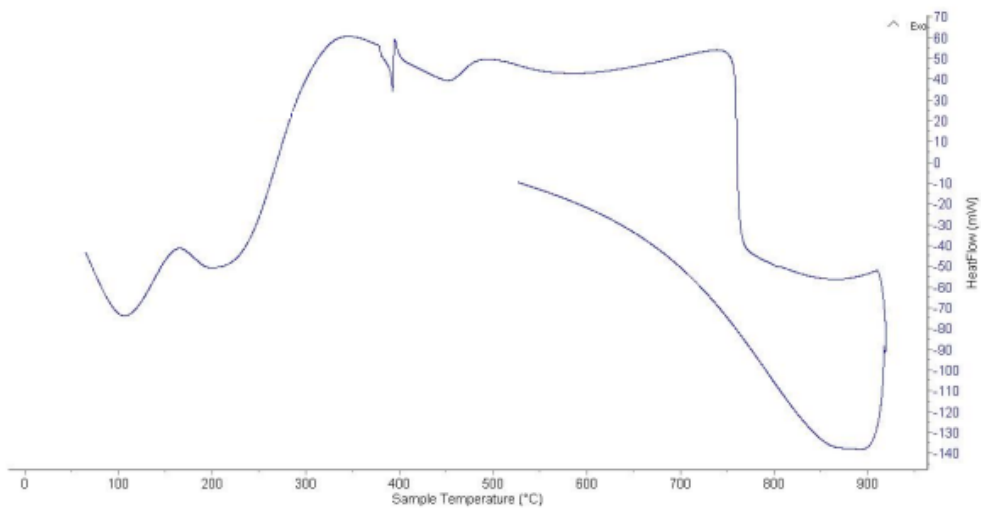


Figura 11. Ensayo de temperatura de calcinación – curva calorimétrica ATD

Fuente: UNT

El tramo de estudio es de 550 metros y se realizaron tres calicatas de una profundidad de 1.50m como se recomienda en la norma CE0.10 pavimentos urbanos y con las muestras obtenidas se realizaron los diferentes tipos de ensayos tales como: límites de Atterberg, proctor modificado y el CBR con la incorporación de la ceniza de las hojas de eucalipto con la dosificación de 3%, 7% y 11% en un laboratorio de suelos.



*Figura 12.* Calicata Excavada



*Figura 13.* Profundidad de la excavación de la calicata



*Figura 14.* Muestra de las tres calicatas

### **Clasificación de suelo C-01, C-02 Y C-03**

Una vez obtenidas las muestras se procedió a realizar la clasificación de suelo de las tres calicatas y asimismo obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 2.** *Clasificación de Suelo C-01 y C-03*

Muestra	Clasificación de suelo	
	SUSCS (ASTM D2487)	AASHTO (D3282)
C - 01	CL	A-4
	Arcilla de baja plasticidad arenosa	
C - 02	CL	A-6
	Arcilla de media plasticidad arenosa	
C - 03	CL	A-4
	Arcilla de baja plasticidad arenosa	

Fuente: elaboración propia

### 3.6. Método de análisis de datos:

En la presente investigación se utilizarán plantillas de Excel, estas para poder procesar los resultados obtenidos de los ensayos realizados tales como; granulometría, límites de consistencia, índice de plasticidad, contenido de humedad, densidad máxima y CBR, según lo estipulado en la norma CE0.10 Pavimentos Urbanos para determinar la estabilidad de la subrasante.

### 3.7. Aspectos éticos:

La presente investigación tendrá en cuenta las normas NTP, la guía de elaboración de tesis, normas ISO 690 y el sistema contra plagio turnitin, los cuales permitirán citar de manera correcta y adecuada, siempre teniendo en cuenta los derechos de autor y empleando los valores éticos al momento de utilizar los libros, tesis, artículos científicos y normas.

#### IV. RESULTADOS

##### Descripción de la zona de estudio

##### Ubicación política

La presente investigación se realizó en la calle Luceros de Francia, en la asociación pro vivienda Republica Francia, en la zona de Alto Qosqo en el distrito de San Sebastián, en la provincia de Cusco y en el departamento de Cusco.



Figura 15. Mapa político del Perú



Figura 16. Mapa político del departamento de Cusco.

## Ubicación del proyecto



Figura 17. Mapa de la provincial del Cusco.



Figura 18. Mapa del distrito de San Sebastián.

### Limites

- Norte : Con el distrito Taray de Calca.
- Sur : Con el distrito de Yaurisque de Paruro
- Este : Con el distrito de San Jerónimo.
- Oeste : Con los distritos de Santiago, Wanchaq y Cusco.

### Ubicación geográfica

El distrito de san Sebastián presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud sur  $13^{\circ} 31' 48.5''$  S y longitud oeste  $71^{\circ} 56' 14.7''$  W, contando con un área de 79 km<sup>2</sup> aproximadamente con una altitud entre los 3295 m.s.n.m. Según la ENEI hasta el 2017 contaba aproximadamente con una población 75 000 habitantes.

### Clima

El distrito de San Sebastián, Alto Qosqo presenta durante todo el año una clima frio y templado con presencia de lluvias a partir de noviembre hasta marzo, con chubascos, tormentas, rayos y truenos. La cubierta vegetal está habitada por diferentes tipos de plantas, arbustos, árboles nativos y de reforestación tales como:



ichu, grama, pastos, llauilli, roque, ttancar, cactus, chillka, mutuy, los chachacomos, quiswares (en extinción) molle, qeuña, capulí, eucaliptus, etc. Lo que es la fauna silvestre está conformada por diferente tipo de animales como son: patos, águilas, canarios, cernícalos, ruiseñores, loros, perdices, pichinchos, etc. Y así como también Animales como son los camélidos, los zorros y los venados etc.

**Objetivo específico 1:** Se demostró la influencia de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la plasticidad de la subrasante.

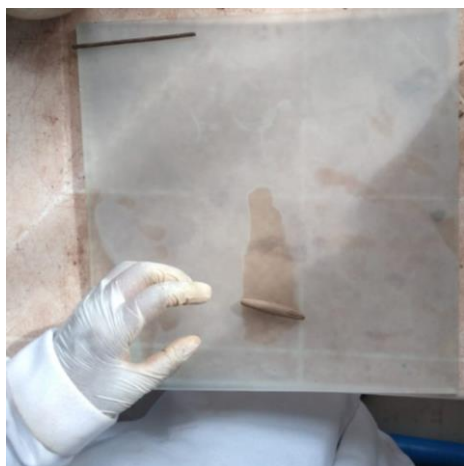


Figura 19. Se realizó el Ensayo de límite plástico con la dosificación de 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto

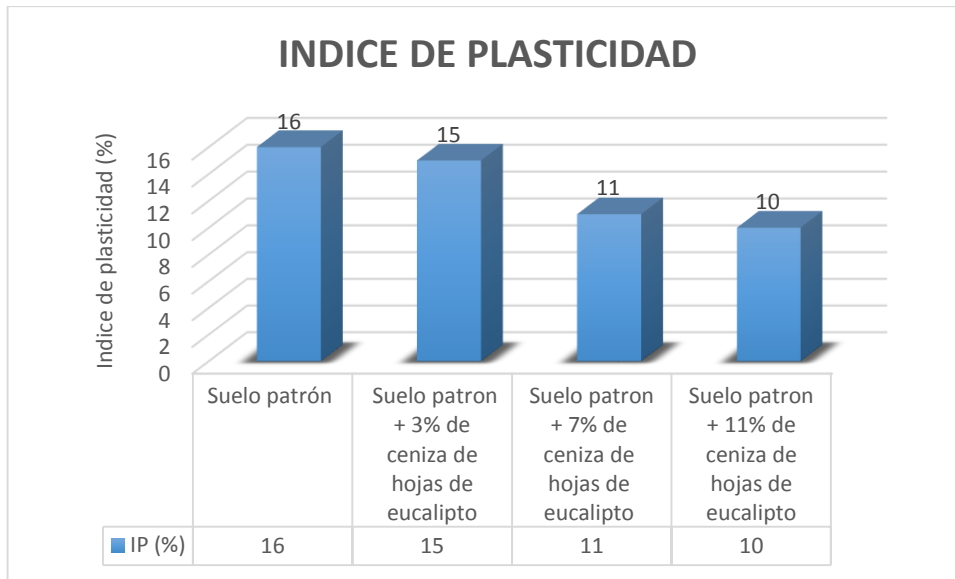


Figura 20. Ensayo de límite líquido

**Tabla 3.** De Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad

Calicata	Muestra	LI (%)	LP (%)	IP (%)	Disminuye con respecto al suelo patrón
C-2	Suelo patrón	40.0	24,0	16,0	100%
	Suelo patrón + 3% de ceniza de hojas de eucalipto	38.0	23.0	15.0	6%
	Suelo patrón + 7% de ceniza de hojas de eucalipto	34.0	23.0	11.0	31%
	Suelo patrón + 11% de ceniza de hojas de eucalipto	30.0	20.0	10.0	37%

Fuente: elaboración propia



*Figura 19. Índice de Plasticidad*

Según la tabla 3 y figura 19, Se observa los valores obtenidos del ensayo de límites de Atterberg, en donde se percibe que el suelo patrón de la calicata C-2 el índice de plasticidad es de 16% y al incorporar las proporciones de 3% y 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto logra disminuir respectivamente a 15%, 11% y 10%. Por consiguiente, podemos deducir que el índice de plasticidad del suelo arcilloso disminuye al incorporar cenizas de hojas de eucalipto en un 37.5% con respecto al suelo patrón.

**Objetivo específico 2:** Se demostró la influencia de incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la compactación de la subrasante.



Figura 22. ensayo de proctor modificado

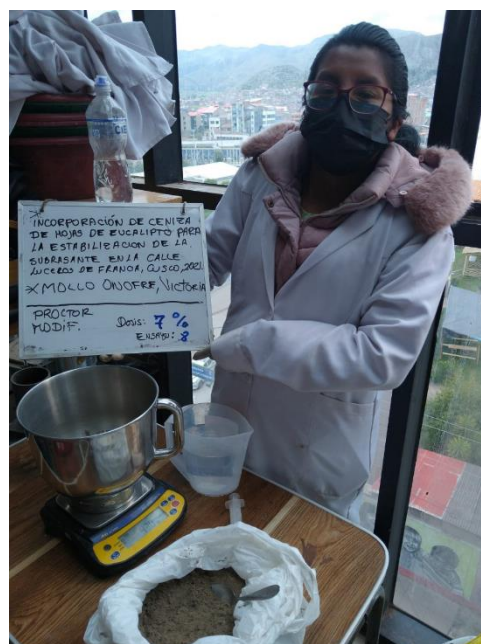


Figura 23. Peso de la ceniza de hojas de eucalipto

**Tabla 4.** De optimo contenido de humedad (OCH) y máxima densidad seca (MDS)

Calicata	Muestra	OCH (%)	MDS (kg/m3)
C-2	Suelo patrón	12.17	1.76
	Suelo patrón +3%de ceniza de hojas de eucalipto	11.68	1.81
	Suelo patrón + 7% de ceniza de hojas de eucalipto	10.98	1.92
	Suelo patrón + 11% de ceniza de hojas de eucalipto	10.20	1.99

Fuente: elaboración propia.

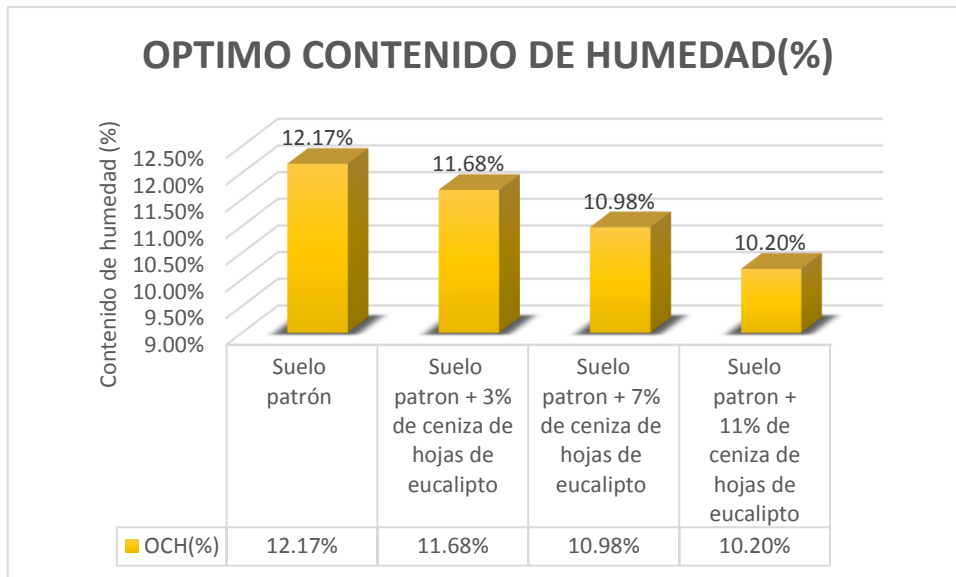


Figura 20. Valores de óptimo contenido de humedad incorporando 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto.

Según la tabla 4 y figura 20, se observa en los valores obtenidos del ensayo del proctor modificado, en donde se percibe que el suelo patrón de la calicata C-2 obtuvo un óptimo contenido de humedad de 12.17%, por consiguiente al incorporar la ceniza de hojas de eucalipto en proporciones de 3%, 7% y 11% disminuye los valores del resultado a 11.68%, 10.98% y 10.20% respectivamente.

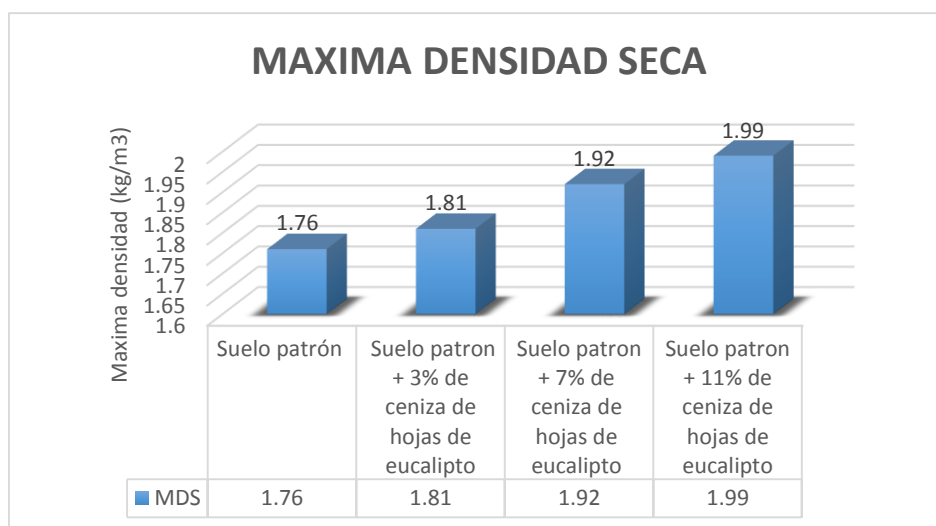


Figura 21. Valores de máxima densidad seca incorporando 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto

Según la tabla 4 y figura 21, se observa los valores obtenidos del ensayo del proctor modificado donde se puede apreciar los valores de máxima densidad seca es de 1.76 en suelo patrón de la calicata C-2, y se incrementa con la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en proporciones de 3%, 7% y 11% respectivamente a 1.81, 1.92 y 1.99. Por consiguiente, podemos decir que las proporciones incorporadas al suelo patrón tuvieron un buen comportamiento con respecto al suelo arcilloso.

**Objetivo específico 3:** Se demostró la influencia de incorporación de la ceniza de hojas de eucalipto en la resistencia de la subrasante.

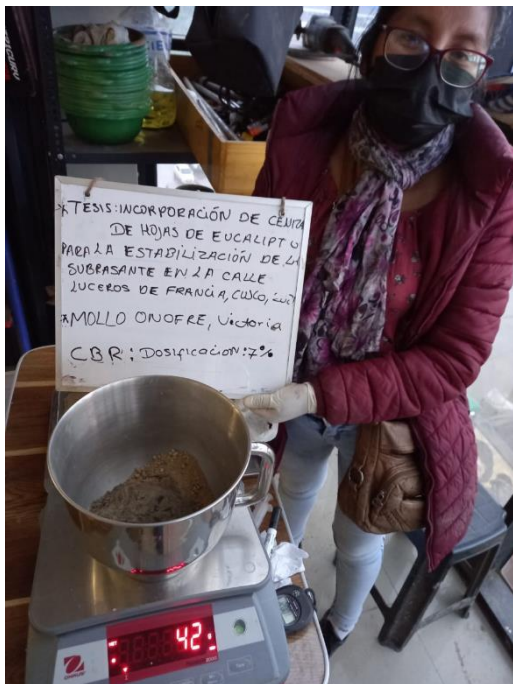


Figura 24. Dosificación de ceniza de hojas de eucalipto para el ensayo de CBR.



Figura 25. Ensayo de CBR con proporciones de 3%, 7% y 11% de ceniza.

**Tabla 5. C.B.R Adicionando ceniza de hojas de eucalipto**

Calicata	Muestra	CBR al 95% MDS	CBR al 100%MDS
C-2	Suelo patrón	3.90	7.50
	Suelo patrón + 3% de ceniza de hojas de eucalipto	8.20	10.50
	Suelo patrón + 7% de ceniza de hojas de eucalipto	10.10	13.10
	Suelo patrón + 11% de ceniza de hojas de eucalipto	12.20	15.70

Fuente: elaboración propia

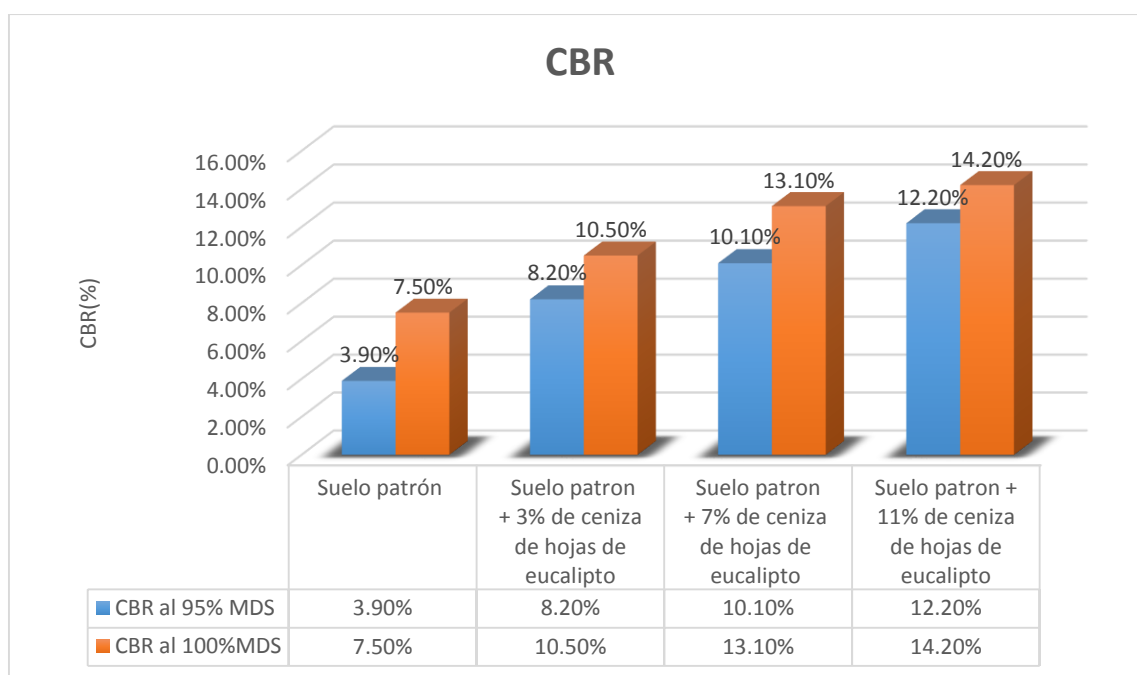


Figura 22. Valores de CBR incorporando 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto

Según la tabla 5 y figura 22, se observa los valores de CBR a una compactación del 95% MDS de la muestra de suelo patrón de C-2 obteniendo un valor de 3.9%, entonces al incorporar el 3% de ceniza de hojas de eucalipto incrementa su valor a 8.2% al 95% MDS, del mismo modo al incorporar el 7% de ceniza de hojas de eucalipto aumenta su valor 10.1 al 95%MDS, finalmente se puede decir que al proporcionar la dosificación de 11% se mejora la resistencia a la compresión del suelo arcilloso hasta en un

## Contrastación de hipótesis

La contrastación de hipótesis en esta investigación se llevó a cabo verificando la normalidad y la prueba estadística de Shapiro-Wilk, se aplican para muestras de  $n < 50$ , se tomó el coeficiente de correlación de "r" Pearson ya que la investigación tiene dos variables cuantitativas.

Prueba de normalidad de la variable: Hipótesis 01

- a) Planteamiento de normalidad de la hipótesis nula ( $H_0$ ) y alterna ( $H_1$ )

$H_0$ : la distribución de la variable plasticidad tiene normalidad

$H_1$ : la distribución de la variable plasticidad no tiene normalidad

- b) Nivel de significancia.

$\alpha = 5\% = 0.05$ , estamos seguros de una confiabilidad de 95%

- c) La elección de la prueba estadística

Se eligió a prueba estadística de Shapiro-Wilk ya que tenemos la muestra = 4

**Tabla 6.** Prueba de normalidad de plasticidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
plasticidad	,250	4	.	,927	4	,577
dosificacion_de_ceniza_de_eucalipto	,181	4	.	,984	4	,925

Fuente: elaboración propia.

- d) Regla de decisión

Estimación del p-valor  $\leq 0.05$  por consiguiente se acepta la hipótesis

si p-valor  $\leq 0.05$ ..., se rechaza la hipótesis

P-valor = 0.925...  $0.925 > 0.05$ , entonces se acepta la hipótesis nula

- e) Conclusión

En conclusión, los datos de la variable de índice de plasticidad tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%

Grado de asociación de coeficiente de correlación “r” de Pearson

a) Planteamiento del problema

Ho: los datos de la variable plasticidad no están relacionadas (las disminuciones de la plasticidad no están relacionados a la incorporación de la ceniza de hojas de eucalipto)

H1: los datos de la variable plasticidad están relacionadas (la disminución de la plasticidad están relacionadas a la incorporación de la ceniza de hojas de eucalipto)

b) Nivel de significancia.

$\alpha=5\%=0.05$

c) La elección de la prueba estadística

Coeficiente de correlación “r” de Pearson

**Tabla 7. Correlación de la plasticidad**

		<b>Correlaciones</b>	
		cenica_de_hojas_de_eucalipto	Indice_plasticidad
cenica_de_hojas_de_eucalipto	Correlación de Pearson	1	-,970 <sup>*</sup>
	Sig. (bilateral)		,030
	N	4	4
Indice_plasticidad	Correlación de Pearson	-,970 <sup>*</sup>	1
	Sig. (bilateral)	,030	
	N	4	4

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

d) La regla de decisión

Estimación si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ .... se rechaza la hipótesis nula

$0.03 < 0.05$ ; entonces se acepta la hipótesis nula

e) En conclusión existe una evidencia estadística significativa y se dice que la variable índice de plasticidad está relacionada de manera inversa con la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto. ( $r=-0,970$ )

Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

a) Planteamiento del problema



Ho: Hipótesis nula: los datos de la variable compactación no están relacionadas (los incrementos de óptimo contenido de humedad no están relacionadas a la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto)

H1: hipótesis alterna: los datos de la variable compactación no están relacionadas (el incremento de óptimo contenido de humedad si están relacionadas a la incorporación de la ceniza de hojas de eucalipto)

- b) Nivel de significancia.  
 $\alpha=5\%=0.05$
- c) La elección de la prueba estadística  
Coeficiente de correlación “r” de Pearson

**Tabla 8.** *Correlación de compactación (óptimo contenido de humedad)*

		<b>Correlaciones</b>	
		ceniza_de_hojas_de_eucalipto	OCH
ceniza_de_hojas_de_eucalipto	Correlación de Pearson	1	-,999**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	4	4
OCH	Correlación de Pearson	-,999**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	4	4

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

- d) La regla de decisión  
Si  $p\text{-valor} \leq \dots$ , se rechaza la hipótesis nula  
 $0,001 < 0,05$
- e) En conclusión, se percibe una evidencia estadística significativa y si dice que la variable compactación, el óptimo contenido de humedad está relacionada de manera inversa con la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto, ( $r=0,999$ )

Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

a) Planteamiento del problema

Ho: los datos de la variable resistencia no están relacionadas (los incrementos de la DMS no están relacionados a la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto)

H1: los datos de la variable resistencia está relacionadas (el incremento de la resistencia si están relacionados a la incorporación)

b) Nivel de significancia.

$\alpha=5\%=0.05$

c) La elección de la prueba estadística

Se eligió a prueba estadística de Shapiro-Wilk ya que tenemos la muestra=4

**Tabla 9.** *Correlación de compactación (MDS)*

<b>Correlaciones</b>			
		Ceniza_de_hojas_de_eucalipto	MDS
Ceniza_de_hojas_de_eucalipto	Correlación de Pearson	1	,995**
	Sig. (bilateral)		,005
	N	4	4
MDS	Correlación de Pearson	,995**	1
	Sig. (bilateral)	,005	
	N	4	4

\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

d) La regla de decisión

Estimación si  $p\text{-valor} \leq 0.05$  por consiguiente se rechaza la hipótesis nula  $0,005 < 0,05$

e) Por consiguiente, se concluye que existe una relación estadística significativa y se dice que la variable MDS está relacionada de manera directa y positiva con la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto, ( $r=0,995$ )

Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

a) Planteamiento del problema

Ho: los datos de la variable resistencia no están relacionadas (el incremento de la resistencia no están relacionados a la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto)

H1: los datos de la variable resistencia está relacionadas (el incremento de la resistencia si están relacionados a la incorporación)

b) Nivel de significancia.

$$\alpha=5\%=0.05$$

c) La elección de la prueba estadística

Se eligió a prueba estadística de Shapiro-Wilk ya que tenemos la muestra

**Tabla 10.** *Correlación de resistencia*

		CENIZA	CBR
CENIZA	Correlación de Pearson	1	,990**
	Sig. (bilateral)		,010
	N	4	4
CBR	Correlación de Pearson	,990**	1
	Sig. (bilateral)	,010	
	N	4	4

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

d) La regla de decisión

Estimación si  $p\text{-valor} \leq 0.05$  por consiguiente se rechaza la hipótesis nula  $0,010 < 0,05$ , entonces se acepta la hipótesis nula

e) Conclusión

Existe evidencia significativa para decir que la variable resistencia está relacionada de manera y positiva con la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto. ( $r=0,990$ )

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: En esta investigación en relación a la plasticidad del suelo se determinó que los valores del índice de plasticidad disminuyen a medida que se incorpora las dosificaciones de 3%, 7% de la ceniza de hojas de eucalipto respectivamente obteniendo valores de 15%, 11%, y al incorporar la proporción de 11% de ceniza de hojas de eucalipto también disminuye el índice de plasticidad hasta un 10%, asimismo podemos apreciar que la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto hacen que las propiedades de la subrasante mejoren con respecto a la plasticidad del suelo arcilloso, por tal razón concuerdo con la investigación de Hoyle y Rodríguez (2019) ya que tuvieron como resultado en el suelo patrón de 13.48 % y al agregarle la ceniza de hojas de eucalipto y raquis de musa disminuyo a un 6.96% de índice de plasticidad del suelo y de esta manera podemos comprobar que la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto es un aditivo que mejora la plasticidad de un suelo arcilloso, asimismo concuerdo con la investigación de Morales (2018) tuvo como resultado en la plasticidad del suelo con la incorporación de la ceniza vegetal con la dosificación de 7% y 14% ya que estas obtuvieron los resultados disminuyen de 32% y 17% con respecto al suelo patrón. En conclusión la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto con la dosificación aplicadas mejora el índice de plasticidad en la estabilización de la subrasante.

Discusión 2: En esta investigación en cuanto a la compactación de la subrasante estabilizada se demostró que el óptimo contenido de humedad disminuye con respecto al 3% y 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto incorporado, consiguiendo disminuir desde un 12.17% hasta un 10.20%, asimismo se demostró la máxima densidad seca obtuvo un incremento con la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto con la dosificación de 3%, 7% y 11% desde un 1.76 hasta un 1.99, por ello podemos decir que la ceniza hace que el suelo arcilloso tenga mejor trabajabilidad en la compactación. por tal razón concuerdo con la investigación de Hoyle y Rodríguez (2019), ya que tuvieron como resultado del óptimo contenido de humedad de 8.8% y con la adición de ceniza de hojas de eucalipto y fibras al 5% el óptimo contenido de humedad tuvo un incremento ligero a 9.4% y con la incorporación de 10% de ceniza de hojas de eucalipto y fibras aumenta a 10.9 y

asimismo su máxima densidad seca crece a 2, y para lo que es la adición del 15% decrece en la humedad optima como también en la densidad máxima, también con acuerdo con los resultados de la investigación de Apolinarez (2018), ya que obtuvo como resultado del óptimo contenido de humedad con la adición de ceniza en 15%, 25% y 35% aumenta de 11.10% hasta 16.8%, asimismo la máxima densidad seca al incorporar la ceniza vegetal 15%, 25% y 35% va decreciendo de 1.97 hasta 1.80. En conclusión, las incorporaciones de ceniza de hojas de eucalipto con la dosificación aplicada hacen que mejore el suelo para la compactación de la subrasante.

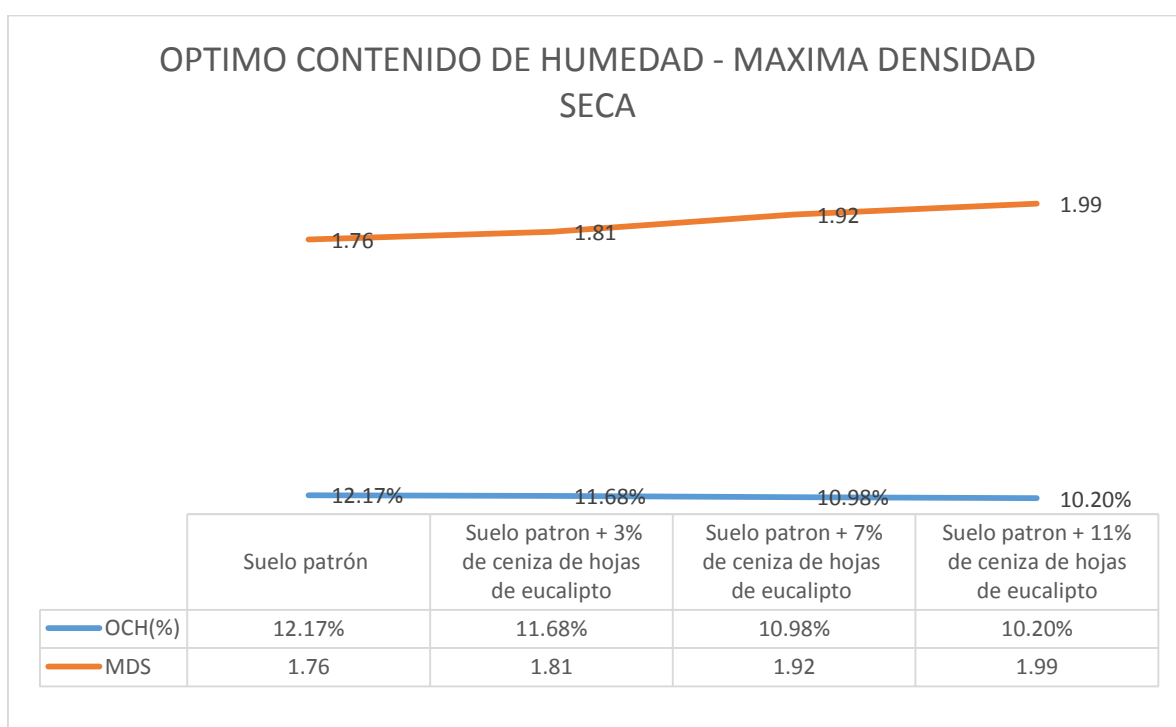


Figura 23. Contenido de Humedad – Máxima densidad seca

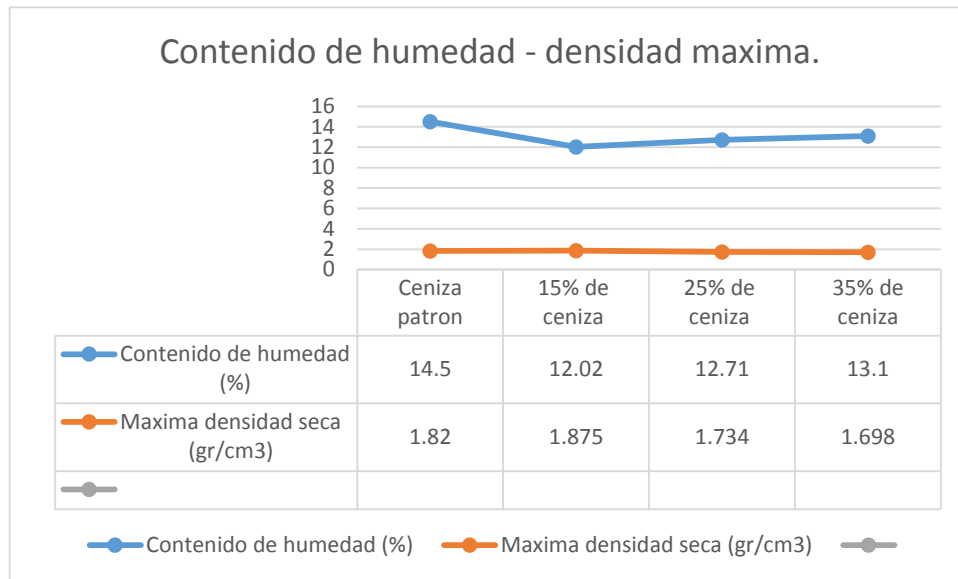
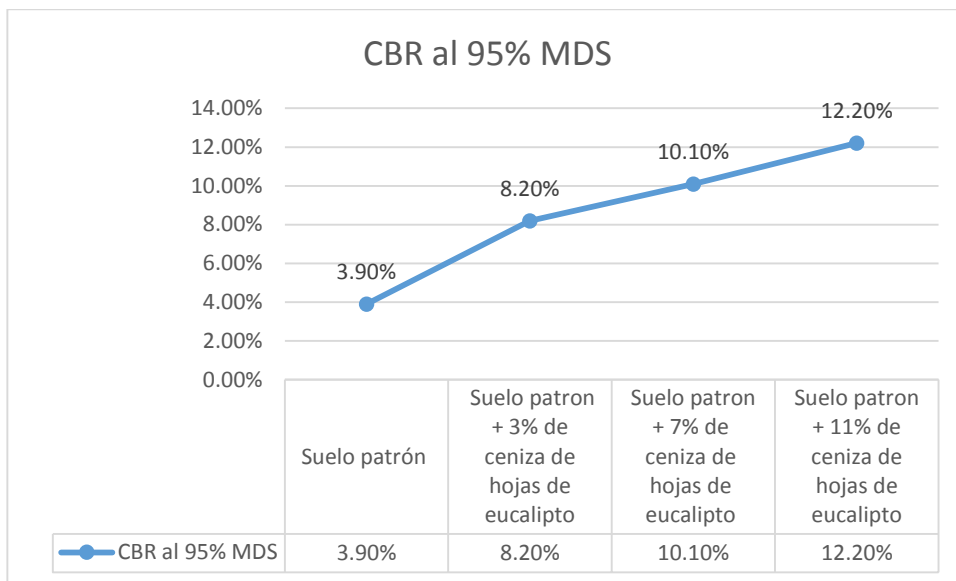
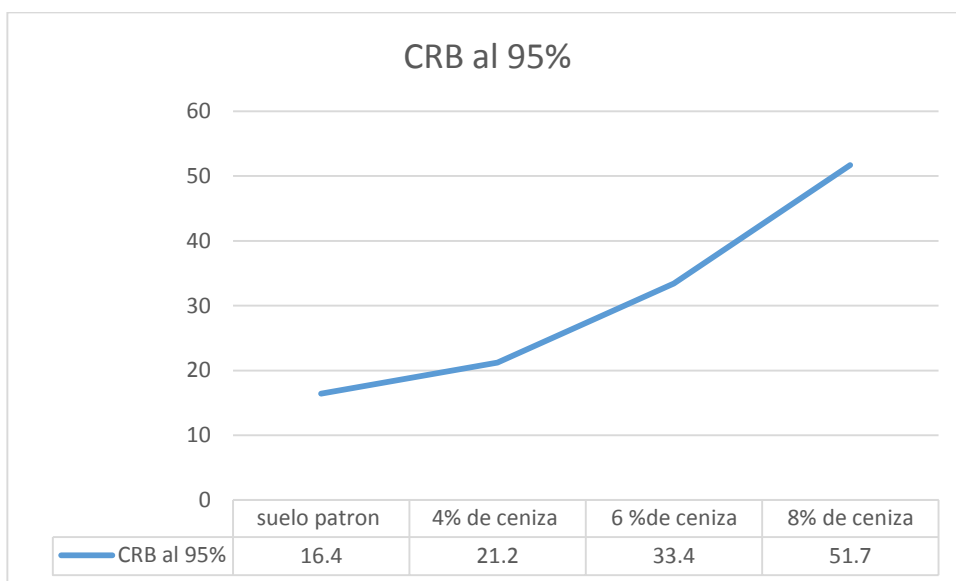


Figura 24. Contenido de Humedad de Apolinarez

Discusión 3: En esta investigación en cuanto a la resistencia de la subrasante estabilizada se pudo demostrar que la capacidad portante del suelo mejora una buena cantidad con respecto al 3% y 7% de ceniza de hojas de eucalipto incorporado alcanzando el 8.2% y 10.1% respectivamente al 95%MDS, pero a partir de la incorporación del 11% de la ceniza de hojas de eucalipto tienen un mínimo incremento hasta un 12.20% al 95%MDS, y de esta manera podemos hacer que la incorporación de la ceniza de hojas de eucalipto logra aumentar las propiedades de la subrasante, por ello concuerda con la investigación de Guía (2021) ya que obtuvo como resultado al adicionar el 4% de ceniza, el ensayo de CBR al 95%DMS determinó un 14.7% de CBR para una penetración de 0.1", por tal razón se define que la subrasante es muy buena, asimismo con la adición de 6% de ceniza se determinó un 38.2 % de CBR para una penetración de 0.1", por ello se define que la subrasante es excelente, finalmente la adición de 8 % de ceniza, finalmente el ensayo al 95%MDS determinó un 36.8 % de CBR para una penetración de 0.1", por tal razón se define que la subrasante es excelente. En conclusión, la incorporación de ceniza mejora la resistencia del suelo y de esta manera siendo estabilizador excelente para mejorar las propiedades del suelo arcilloso.



*Figura 25. CBR al 95% MDS*



*Figura 26. CBR al 95% MDS, Guia (2021)*

## **VI CONCLUSIONES**

Conclusión 1: En relación al objetivo general de la investigación, se demostró la influencia positiva de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, ya que los resultados obtenidos mejoran las propiedades mecánicas del suelo arcilloso con la dosificación de la ceniza de hojas de eucalipto de 3%, 7% y 11%, de manera que la subrasante estabilizada pueda ser utilizada como capa de ruedo para la pavimentación.

Conclusión 2: En relación al objetivo específico uno, se demostró la influencia positiva de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la plasticidad de la subrasante en la calle de Luceros de Francia, puesto que el índice de plasticidad del suelo disminuyó con la incorporación de la ceniza de hojas de eucalipto, de este modo mejoramos las propiedades del suelo y por consiguiente su disminución de la permeabilidad del suelo en lo que es la estabilización de la subrasante del pavimento.

Conclusión 3: En relación al objetivo específico dos, se demostró la influencia positiva de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la compactación de la subrasante en la calle Luceros de Francia, puesto que los resultados obtenidos disminuyen el óptimo contenido de humedad y aumentan los valores de la máxima densidad seca, así de este modo haciendo el suelo compactado tenga un incremento de la resistencia al corte y como también al aumento de la capacidad de la carga de la subrasante y con esto una buena compresibilidad y comportamiento esfuerzo deformación.

Conclusión 4: En relación al objetivo específico tres, se demostró la influencia positiva de la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la resistencia de la subrasante en la calle Luceros de Francia, ya que las dosificaciones de 3%, 7% y 11% de ceniza mejoran la capacidad portante de suelo (CBR) así de esta manera optimizando las propiedades de los suelos arcillosos para su posterior estabilización de la subrasante.



## **VII RECOMENDACIONES**

Recomendación 1: Se recomienda realizar investigaciones relacionadas a la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto con la finalidad de estudiar el comportamiento en diferentes tipos de suelos a nivel de la subrasante.

Recomendación 2: Se recomienda la aplicación de ceniza de hojas de eucalipto en la plasticidad ya que de esta manera mejora el índice de plasticidad en suelos arcillosos y lograr el propósito de construir un pavimento estable, seguro y duradero.

Recomendación 3: Se recomienda utilizar ceniza de hojas de eucalipto en la estabilización de la subrasante ya que se demostró la incorporación mejora la resistencia a la compresión, contenido de humedad óptima y densidad máxima seca.

Recomendación 4: Se recomienda utilizar la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto ya que se comprobó que aumenta la capacidad portante del suelo para la estabilización de la subrasante.

## REFERENCIAS

1. PARRA GÓMEZ, Manuel Gerardo, et al. Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. 2018.  
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22856>
2. APOLINAREZ TOVAR, Alex Emerson. Estabilización de la Sub-Rasante con la Incorporación de Ceniza Vegetal, Jauja. 2018.  
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/778>
3. APOLINAREZ TOVAR, Alex Emerson. Estabilización de la Sub-Rasante con la Incorporación de Ceniza Vegetal, Jauja. 2018.  
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/778>
4. GUIA YUCRA, Mario Junior. Mejoramiento de subrasante mediante la adición de Ceniza de Quinoa en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021. 2021.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?rpp=30&offset=53671&etal=45&sort\\_by=1&type=title&starts\\_with=V&order=ASC&locale-attribute=es](https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?rpp=30&offset=53671&etal=45&sort_by=1&type=title&starts_with=V&order=ASC&locale-attribute=es)
5. HOYLE VEGA, Priscila María; RODRIGUEZ LOPEZ, Carlos Alberto. Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de musa paradisiaca y cenizas de hojas eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash–2019. 2019.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46335>
6. CLAVERÍA, P.; TRIANA, D.; VARON, Y. Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante. *Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué. Trabajo de Grado*, 2018.  
<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/6314>
7. HERNÁNDEZ GARCÍA, Andrés Felipe; HERRERA VARGAS, María Fernanda. Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá-Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café. 2019.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/521/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/521/)

8. MORALES ZULUAGA, Daniel. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. 2015. Tesis de Licenciatura. Universidad de Medellín. <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/1236>
9. BEHAK, Leonardo; PERES NÚÑEZ, Washington. Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso, ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación. *Revista ingeniería de construcción*, 2008, vol. 23, no 1, p. 34-41. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732008000100004](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732008000100004)
10. LABAJOS, Olger Goñas; NÚÑEZ, Jhon Hilmer Saldaña. Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2020, vol. 3, no 1, p. 30-35. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/589/724>
11. OJEDA-FARÍAS, O.; MENDOZA-RANGEL, J. M.; BALTAZAR-ZAMORA, M. A. Influência da inclusão de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar sobre compactação, CBR e resistência à compressão não confinada de um material granulado de sub-esmagamento. *Revista ALCONPAT*, 2018, vol. 8, no 2, p. 194-208. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352018000200194&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352018000200194&script=sci_abstract&tlng=pt)
12. MARQUEZ Siguas, Betsy. refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones. Tesis (Ingeniero en Industrias Alimentarias). Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Ingeniería de Procesos, 2016 <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4188?show=full>
13. MÁRQUEZ SIGUAS, Betsy Madeleyne. Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones. 2014. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isA>

14. MATIAS QUISPE, Samuel. Resistencia de un concreto  $f' c = 210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto. 2019.  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8015>
15. LÓPEZ, Pedro Moreiro. *Eucalipto*. Pedro Moreiro López  
<https://www.amazon.com/-/es/Pedro-Moreiro-L%C3%B3pez/dp/B0841B1RFS>
16. MARQUEZ Sigwas, Betsy. refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones. Tesis (Ingeniero en Industrias Alimentarias). Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Ingeniería de Procesos, 2016, 165pp.  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4188?show=full>
17. DEL PINO, Juan M. Junco; PIUSSEAUT, Eduardo Tejeda. Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2011, vol. 5, no 2.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4031672>
18. VERA, Carrillo; RAFAEL, Rony. Sustitución del cemento por 8% y 16% en combinación del molusco *trachy cardium procerum* (pata de mula) y hoja de eucalipto en mortero y determinar su resistencia. 2018.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USPE\\_33a2da4600375d5b064030595820d7b9/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USPE_33a2da4600375d5b064030595820d7b9/Details)
19. LASANTA Carrasco, María. Estudio de adiciones de bismuto en aleaciones Zinc Aluminio. Tesis (Doctorado Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica). Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Químicas, 2013.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=128565>
20. Fernández (2008), “Estudio de Prefactibilidad para la producción y comercialización de papel a partir del eucalipto”.  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1029/FERNANDEZ\\_EGUSQUIZA\\_ALEXANDER\\_PRODUCION\\_PAPEL\\_EUCALIPTO.pdf](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1029/FERNANDEZ_EGUSQUIZA_ALEXANDER_PRODUCION_PAPEL_EUCALIPTO.pdf)

- 21 Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, 2017  
<https://www.serfor.gob.pe/archivos/transparencia/RDE%20N%C2%BA%2009-2017-SERFOR-DE.pdf>
- 22 LASANTA Carrasco, María. Estudio de adiciones de bismuto en aleaciones Zinc Aluminio. Tesis (Doctorado Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica). Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Químicas, 2013. 369pp.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=128565>
- 23 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2015. Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – SECCION SUELOS Y PAVIEMNTOS. Aprobado por resolución directoral nº 10-2014- MTC/14. Lima, Perú.  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
- 24 MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. RD N° 05-2013-MTC 14 -Aprueba, Suelos y Pavimentos.p23.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/30961/1/Cruz\\_RYE-Valera\\_MGI.pdf](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/30961/1/Cruz_RYE-Valera_MGI.pdf)
- 25 MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. RD N° 05-2013-MTC 14 -Aprueba, Suelos y Pavimentos.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20ORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20ORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)
- 26 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, A. MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial MTC. Perú, 2016  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_1556.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1556.pdf)
- 27 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2015. Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – SECCION SUELOS Y POAVIEMNTOS. Aprobado por resolución directoral nº 10-2014- MTC/14. Lima, Perú.  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

- 28 BADILLA-VARGAS, Gustavo, et al. *Propuesta de modificación a la sección 213: Estabilización de subrasantes con cal y cemento, CR 2010*. Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), Lanamme UCR, 2013.  
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/371/09.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 29 BUONO Fernando. ESTABILIZACION DEL SUELO. Vías de comunicación II, Universidad Tecnológica Nacional – Facultad región rosario, 2020, p5  
<https://www.institucional.frc.utn.edu.ar/civil/pub/file/Vias%20de%20Comunicacion%20II.pdf>
- 30 DUQUE, Gonzalo; ESCOBAR, Carlos. Mecánica de suelos. *Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales*, 2002. P 33  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/geomecanica.pdf>
- 31 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 72  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_5%20%20EM-2016.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_5%20%20EM-2016.pdf)
- 32 Norma técnica peruana NTP 339.129, MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y COMUNICACIONES Y CONSTRUCCION(MTC)  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)
- 33 CEDEÑO, D. G. Investigación de la estabilización de suelos con enzima aplicado a la sub-rasante de la avenida Quitumbe - Ñan, Canton Quito. Tesis, Ecuador, Universidad Central del Ecuador, 2013.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2201/1/T-UCE-0011-63.pdf>
- 34 BUONO Fernando. ESTABILIZACION DEL SUELO. Vías de comunicación II. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario, 2020 p1  
<http://www.frsr.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/35-V%C3%ADas-de-Comunicaci%C3%B3n-II.pdf>
- 35 *Mecánica de suelos*. Reverte, 1975. Editorial Técnicos asociados, s. a España  
[https://books.google.com.ec/books?id=oQFZRKlix\\_EC](https://books.google.com.ec/books?id=oQFZRKlix_EC)
- 36 BUONO Fernando. ESTABILIZACION DEL SUELO. Vías de comunicación II. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario, 2020 p3

- <http://www.frsr.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/35-V%C3%ADas-de-Comunicaci%C3%B3n-II.pdf>
- 37 DUQUE, Gonzalo; ESCOBAR, Carlos. *Mecánica de suelos. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales*, 2002, p27  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3375/apendice.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- 38 SUPO, Jose. 2012. *Seminaro de investigacion cientifica*. Peru : s.n., 2012  
<https://www.amazon.com/-/es/Dr-Jos%C3%A9-Supo/dp/1503349853>
- 39 SUPO, Jose. 2012. *Seminaro de investigacion cientifica*. Peru : s.n., 2012  
Pg.6  
<https://www.amazon.com/-/es/Dr-Jos%C3%A9-Supo/dp/1503349853>
- 40 *METODOLOGIA DE INVESTIGACION*. WIGODSKI, Jacquelin. 2010. CHILE : s.n., 2010, Vol. 5ta edicion  
<http://jacqueline-wigodski.blogspot.com/>
- 41 HERNANDEZ Sampiere, Roberto, Fernández Collado, c y Baptista-Lucio, p. 2014. *metodología de investigación*. México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. 978-1-4562-2396-0.  
[https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- 42 GOMEZ Bastar, Sergio. 2012. *Metodología de investigación*. México: Ma. Eugenia Buendía López, 2012. 978-607-733-149-0.  
[http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf)
- 43 SUPO, Jose. 2012. *Seminaro de investigacion cientifica*. Peru : s.n., 2012  
<https://asesoresenturismoperu.files.wordpress.com/2016/03/107-josc3a9-supoc3b3mo-empezar-una-tesis.pdf>
- 44 CARRASCO Dias, Sergio. 2006. *Metodologia de investigacion cientifica* . PERU : San Marcos, 2006. 9972342425.  
[http://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica\\_45761](http://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica_45761)
- 45 BAENA Paz, Guillermina. 2017. *Metodologia de investigacion*. colombia : patria , 2017.

<https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>

- 46 CARRASCO Dias, Sergio. 2006. *Metodologia de investigacion cientifica* . PERU : San Marcos, 2006. 9972342425. Pg.336

[https://www.academia.edu/26909781/Metodologia\\_de\\_La\\_Investigacion\\_Cientifica\\_Carrasco\\_Diaz\\_1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)

- 47 CARRASCO Dias, Sergio. 2006. *Metodologia de investigacion cientifica* . PERU : San Marcos, 2006. 9972342425. Pg.338

[https://www.academia.edu/26909781/Metodologia\\_de\\_La\\_Investigacion\\_Cientifica\\_Carrasco\\_Diaz\\_1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)

- 48 CARRASCO Dias, Sergio. 2006. *Metodologia de investigacion cientifica* . PERU : San Marcos, 2006. 9972342425. Pg.342

[https://www.academia.edu/26909781/Metodologia\\_de\\_La\\_Investigacion\\_Cientifica\\_Carrasco\\_Diaz\\_1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)



## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

Título: Incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021					
Autora: Mollo Onofre, Victoria.					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Ceniza de hojas de eucalipto	Cenizas de hojas de eucalipto son subproducto de la calcinación que contiene características puzolánicas.	Este material se incorpora en diferentes porcentajes con el fin de determinar en qué manera influye en la estabilización de la subrasante	3% 7% 11%	Balanza	Razón
			Temperatura de calcinación	Grado (C°) de calcinación	Intervalo
Estabilización de la subrasante	La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado	En la presente investigación se realizara el muestreo de la subrasante en la calle Luceros de Francia mediante la ejecución de dos calicatas, al cual se le agregara ceniza de hojas de eucalipto en diferentes porcentajes para mejorar la estabilización de la subrasante.	Plasticidad	Limite liquido	Intervalo/ Ordinal
				Limite plástico	
				Índice de plasticidad	
			Compactación	Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca	Intervalo
			Resistencia	Capacidad portante del suelo	Intervalo/ Ordinal

## Anexo 2. Matriz de consistencia

<b>Título: Incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021</b>							
<b>Autora: Mollo Onofre, Victoria</b>							
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable 1 ceniza de hojas de eucalipto</b>	dosificación	3% 7% 11%	balanza	Tipo de investigación aplicada
¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021	Demostrar la influencia de incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de la subrasante de la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021	incorporación de ceniza de hojas de eucalipto influye en la estabilización de la subrasante en la calle Lucoos de Francia, Cusco, 2021		temperatura de calcinación	grado (°C) de calcinación	el análisis termico diferencial(DTA)	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variable 2 estabilización de la subrasante</b>	plasticidad	limite liquido	ensayo de limite de atterberg(NTP339.129)	El diseño de la investigación experimental/quasi experimental
¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la plasticidad de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021	Demostrar la influencia de incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la plasticidad de la subrasante de la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021	incorporación de ceniza de hojas de eucalipto influye en la plasticidad de la subrasante en la calle Lucoos de Francia, Cusco, 2021			limite plastico		
					indice de plasticidad		
¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la compactación de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021	Demostrar la influencia de incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la compactación de la subrasante de la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021	incorporación de ceniza de hojas de eucalipto influye en la compactación de la subrasante en la calle Lucoos de Francia, Cusco, 2021		compactación	optimo contenido de humedad y maxima densidad seca	Ensayo de proctor modificado (NTP 339.127)	El nivel de la investigación: explicativo
¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la resistencia de la subrasante en la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021	Demostrar la influencia de incorporación de ceniza de hojas de eucalipto en la resistencia de la subrasante de la calle Luceros de Francia, Cusco, 2021	incorporación de ceniza de hojas de eucalipto influye en la resistencia de la subrasante en la calle Lucoos de Francia, Cusco, 2021	resistencia	capacidad portante de la subrasante	ensayo de CBR(NTP339.145)	Población: la subrasante de la calle luceros de francia	
						Muestra: calicata	Muestreo: no probabilistico

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM D 2216

**TESISTA:** Mollo Onofre, Victoria.

**PROYECTO:** Incorporación de ceniza de eucalipto para la estabilización de la subrasante de la calle Luceros de Francia

**UBICACIÓN:** Asociación pro vivienda república Francia - calle Luceros de Francia.

**SECTOR:** Alto qosqo

**DISTRITO:** San Sebastián

**PROVINCIA:** Cusco

**DPTO:** Cusco

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
Profundidad 1.50 N° de muestra	1	2	PROMEDIO
Capsulas	A	B	
Peso del tarro			
Peso del T. + suelo húmedo			
Peso del T. + suelo seco			
Peso del agua			
Peso del suelo seco			
Contenido de humedad			

Contenido de Humedad PROMEDIO	
-------------------------------	--

POZO	CONTENIDO DE HUMEDAD
1.50	
PROMEDIO	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Willy Brindley Torres Gonzales  
INGENIERO CIVIL  
RUP. 18479

Ing. Willy Brindley Torres Gonzales  
RUP. 18479  
PRESIDENTE DE OERA

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN SEBASTIÁN  
Ing. Julio Collantes Puma  
RUP. 18479  
SECRETARÍA DE ASESORIA TÉCNICA ESPECIALIZADA



**ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

ASTM D 422

**TESISTA:** Mollo Onofre, Victoria.

**PROYECTO:** Incorporación de ceniza de eucalipto para la estabilización de la subrasante de la calle luceros de Francia

**UBICACIÓN:** Asociación pro vivienda república Francia- calle Luceros de Francia.

**SECTOR:** Alto qosqo

**DISTRITO:** San Sebastián

**PROVINCIA:** Cusco

**DPTO:** Cusco

Tamaño de tamices		peso retenido	Porcentaje retenido	Porcentaje que pasa	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTC E 107-99			
Pulg.	mm	gr	%	%	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS			
4"					SUELO DE GRANO GRUESO, MÁS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº200	GRAVA Y SUELO ARENOSO, más del 50% retiene malla Nº4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
2"				GP			Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos.	
1 ½"				GM			Gravas limosas, mezcla de grava arena y fimo.	
1"				GC			Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla.	
¾"				ARENA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% pasa malla Nº4		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos.	
½"						SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	
3/8"						SM	Arenas limosas, mezcla de arena y limo	
Nº4						SC	Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcillas	
Nº10				SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA POR LA MALLA Nº200	LIMOS Y ARCILLAS LL<50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos, o arcillosos ligeramente pasticos.	
Nº40						CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, arcilla con grava, arcillas areno- limosas.	
Nº100					OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
Nº200				LIMOS Y ARCILLAS LL>50	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomizados, limos elásticos.		
CAZUELA					CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, arcillas francas		
TOTAL					OH	Arcilla orgánica de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad		
				Altamente orgánico	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos		

COLEGIO DE INGENIERO DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Willy Orlando Vicosi Gonzales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 89579

Ing. Alex Edwin Cortaya Condori  
CIP: 174792  
PRESIDENTE DE OBRA

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LARES  
Ing° Julio Collantes Romoacca  
CIP. 119445  
COMISARIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYOS DE LIMITE DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318

**TESISTA:** Mollo Onofre, Victoria.

**PROYECTO:** Incorporación de ceniza de eucalipto para la estabilización de la subrasante de la calle luceros de Francia

**UBICACIÓN:** Asociación pro vivienda república Francia- calle Luceros de Francia.

**SECTOR:** Alto qosqo

**DISTRITO:** San Sebastián

**PROVINCIA:** Cusco

**DPTO:** Cusco

LIMITE LIQUIDO					OBSERVACIONES:
MUESTRA Nº	A	B	C	V	
Peso de la capsula					
Peso capsula + suelo humedo					
Peso capsula +suelo seco					
Numero de golpes					
Peso suelo seco					
Peso agua					
%humedad					
LIMITE LIQUIDO					
LIMITE PLASTICO					RESULTADOS
MUESTRA Nº	X	Y	Z		
Peso de la capsula					
Peso capsula + suelo humedo					
Peso capsula + suelo seco					
Numero de golpes					
Peso suelo seco					
Peso agua					
%humedad					
LIMITE PLASTICO					
LIMITE LIQUIDO	<input type="text"/>				
LIMITE PLASTICO	<input type="text"/>				
INDICE PLASTICO	<input type="text"/>				


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
  
 Ing. Willy Brian Pesi Gonzales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 89579


  
 Ing. Alex Edwin Tintaya Condori  
 CIP: 174792  
 RESIDENTE DE OBRA


 MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
  
 Ing° Julio Colantes Romoacca  
 CIP: 119445  
 GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR

ASTM D-1559

**TESISTA:** Mollo Onofre, Victoria.

**PROYECTO:** Incorporación de ceniza de eucalipto para la estabilización de la subrasante de la calle luceros de Francia

**UBICACIÓN:** Asociación pro vivienda república Francia- calle Luceros de Francia.

**SECTOR:** Alto qosqo

**DISTRITO:** San Sebastián

**PROVINCIA:** Cusco

**DPTO:** Cusco

DENSIDAD MAXIMA						
Determinación	Nº	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Peso del molde y muestra	gr					
Peso el molde	gr					
Peso de la muestra compacta	gr					
densidad húmeda	gr/cc					
Densidad seca	gr/cc					
HUMEDAD OPTIMA						
Peso del T. + suelo humedad	gr					
Peso del T. + suelo seco	gr					
Peso del agua						
Peso del suelo seco						
Contenido de humedad						
Contenido de humedad promedio						
DENSIDAD MAXIMA =		HUMEDAD OPTIMA=				


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
  
 Ing. Willy Brian Tesci Gonzales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 89579


  
 Ing. Alex Edwin Tinkaya Condori  
 CIP. 174792  
 RESIDENTE DE OBRA


 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LARES  
  
 Ing. Julio Collantes Romoacca  
 CIP 119445  
 GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

**TESISTA:** Mollo Onofre, Victoria.

**PROYECTO:** Incorporación de ceniza de eucalipto

para la estabilización de la subrasante de la calle Luceros de Francia

**UBICACIÓN:** Asociación pro vivienda república Francia- calle Luceros de Francia.

**SECTOR:** Alto qosqo

**DISTRITO:** San Sebastián

**PROVINCIA:** Cusco

**DPTO:** Cusco

DATOS GENERALES				
Máxima densidad seca (Kg/m <sup>3</sup> )		Peso del martillo	10lbs	Clas. Suelos SUCS ASTHO
Humedad óptima		Altura del martillo	18pulg	
Humedad natural		Numero de capas	5 capas	

DATOS DEL MOLDE (cm)	Molde 1	Molde 2	Molde 3
		56 golpes	25golpes
Altura			
Diámetro			
Volumen			

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		56 golpes	25 golpes
Peso del molde y muestra compactada (gr)			
Peso del molde (gr)			
Peso de muestra compactada (gr)			
Densidad humedad (gr/m <sup>3</sup> )			
Densidad seca (gr/m <sup>3</sup> )			

ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
CTE. DIAL. EXPANSION 0.001											
fecha	HORA	TIEMPO TRANS	Dial.	Pulg	% Exp.	Dial.	Pulg	% Exp.	Dial.	Pulg	% Exp.

ENSAYO DE PENETRACION			MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
CTE. ANILLO-4588519115*DIAL+2468140269			56 GOLPES			25 GOLPES			15 GOLPES		
AREA PISTON 3.0 PULG CUADRADA											
TIEMPO	PENETRACION		Dial.	Carg a Lb	Esfuer. PSI	Dial.	Carg a Lb	Esfuer. PSI	Dial.	Carg a Lb	Esfuer. PSI
	mm	pulg									


 COLEGIO DE INGENIERO DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
  
 Ing. Willy Briand Gonzales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 89579

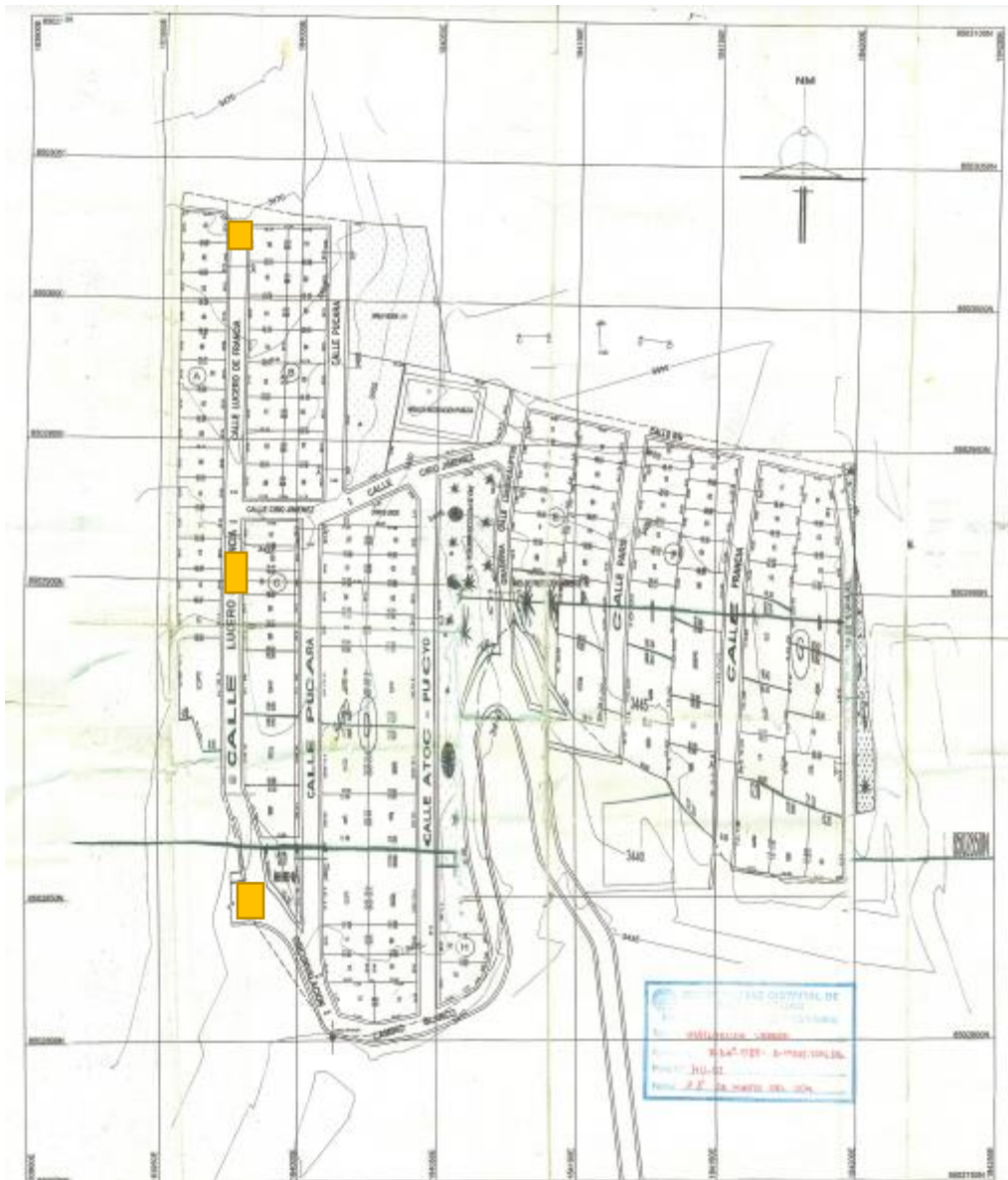


  
 Ing. Alex Edwin Tintaya Condori  
 CIP. 174792  
 RESIDENTE DE OBRA



MUNICIPIALIDAD DISTRITAL DE LARES  
  
 Ing. Julio Collantes Romoacca  
 CIP. 119445  
 GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

## Anexo 4. Mapas y planos





Anexo 5. Panel fotográfico



*FIGURA 1.* Reconocimiento de la subrasante de la calle Luceros de francia.



*FIGURA 2.* Subrasante en estudio calle Luceros de Francia



*FIGURA 3.* Poblacion y Muestra, calle luceros de francia



*FIGURA 4.* Reconocimiento de la zona de recoleccion de hojas de eucalipto



*FIGURA 5.* Ubicación de la zona comunidad campesina de pillao matao



*FIGURA 6.* Recoleccion de las hojas de eucalipto para su posterior incineracion



FIGURA 7. Excavacion de las calicatas en la calle luceros de francia



FIGURA 8. Excavacion de las calicatas con profundidad de 150m de profundidad



FIGURA 9. Calicatas ya excavadas en la calle luceros de francia.



FIGURA 10. Las muestras ya listas para ser llevadas a laoratorio para su posterior analisis.



FIGURA 11. Ensayos de granulometria para ver el tipo de suelo

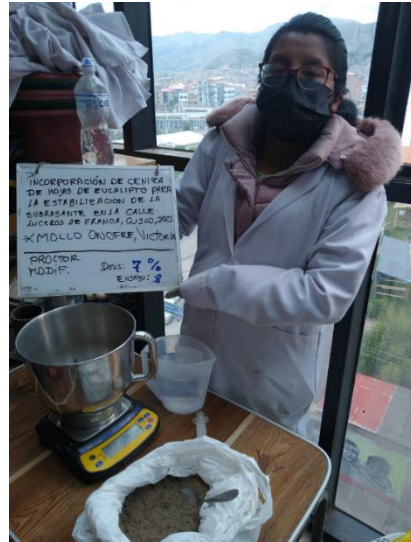


FIGURA 12. Muestras para el ensayo de proctor modificado de 3%, 7% y 11%



FIGURA 13. Muestras después de realizar el ensayo de proctor modificado.



FIGURA 14. Muestras de 0%, 3%, 7% y 11% de proctor modificado antes de ser puestas en horno.

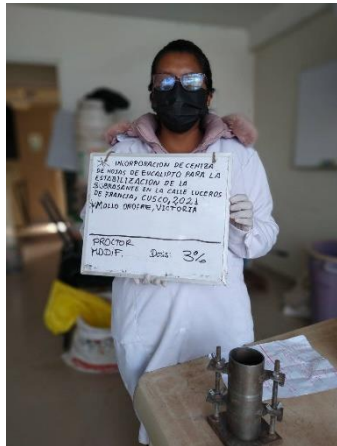


FIGURA 15. Materiales de ensayo de proctor modificado

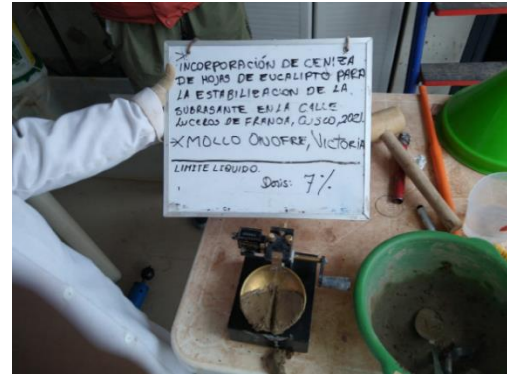


FIGURA 16. Ensayo de limite liquido con la incorporación de 3%, 7% y 11% de ceniza de hojas de eucalipto



FIGURA 17. Elaborando ensayo de limite liquido



FIGURA 18. Algunos materiales que se utilizaron en los ensayos realizados tales como limite liquido, proctor modificado, CBR.



FIGURA 19. Preparando muestra para el ensayo de limite plastico con las incorporacion de ceniza de hojas d e eucalipto con proporciones de 0%. 3%, 7% y 11%

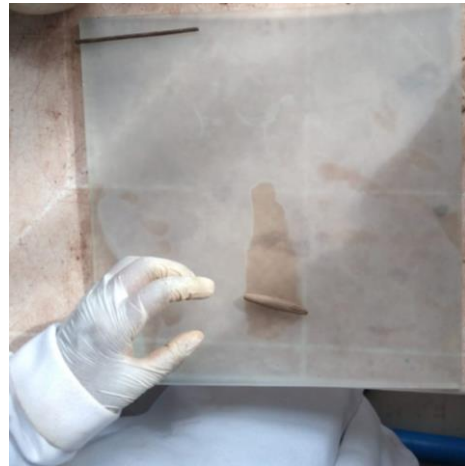


FIGURA 20. Ensayo de limite plastico con las incorporacion de ceniza de hojas d e eucalipto con proporciones de 0%. 3%, 7% y 11%



FIGURA 21. Realizando la dosificacion de ceniza de 3%, 7% y 11%



FIGURA 22. Piston para la compactacion



FIGURA 23. Compactacion del suelo para realizar en el ensayo de CBR.



FIGURA 23. Realizando el pesado de las cenizas de 3%, 7% y 11%



FIGURA 24. dosificación de la ceniza de hojas de eucalipto de 3%, 7% y 11%



FIGURA 25. Muestras sumergidas en agua, ensayo de CBR con la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto de 0%, 3%, 7% y 11%.



FIGURA 26. El ensayo de penetración en la máquina de compresión, CBR con la incorporación de ceniza en proporciones de 0%, 3%, 7% y 11%.



FIGURA 27. El ensayo de penetración en la máquina de compresión, CBR con la incorporación de ceniza en proporciones de 0%, 3%, 7% y 11%.

Anexo 5. Hoja de cálculos

Plasticidad (Ensayo de Atterberg)

Calicata	Muestra	LI (%)	LP (%)	IP (%)	Disminuye con respecto al suelo patrón
C-2	Suelo patrón	40.0	24,0	16,0	100%
	Suelo patrón + 3% de ceniza de hojas de eucalipto	38.0	23.0	15.0	6%
	Suelo patrón + 7% de ceniza de hojas de eucalipto	34.0	23.0	11.0	31%
	Suelo patrón + 11% de ceniza de hojas de eucalipto	30.0	20.0	10.0	37%

Compactación (Ensayo de proctor modificado)

Calicata	Muestra	OCH (%)	MDS (kg/m3)
C-2	Suelo patrón	12.17	1.76
	Suelo patrón +3%de ceniza de hojas de eucalipto	11.68	1.81
	Suelo patrón + 7% de ceniza de hojas de eucalipto	10.98	1.92
	Suelo patrón + 11% de ceniza de hojas de eucalipto	10.20	1.99

Resistencia (Ensayo de CBR)

Calicata	Muestra	CBR al 95% MDS	CBR al 100%MDS
C-2	Suelo patrón	3.90	7.50
	Suelo patrón + 3% de ceniza de hojas de eucalipto	8.20	10.50
	Suelo patrón + 7% de ceniza de hojas de eucalipto	10.10	13.10
	Suelo patrón + 11% de ceniza de hojas de eucalipto	12.20	15.70

## Anexo 6. Certificado de ensayo de análisis térmico diferencial (TDA)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 11 de febrero del 2022

INFORME N° 54 - FEB2022

Solicitante: Victoria Mollo Onofre – Universidad Cesar Vallejo

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

### 1. MUESTRA: Ceniza hojas de eucalipto (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	E-400	11.5 mg	.....

### 2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C
- Masa de muestra analizada: 11.5 mg



Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

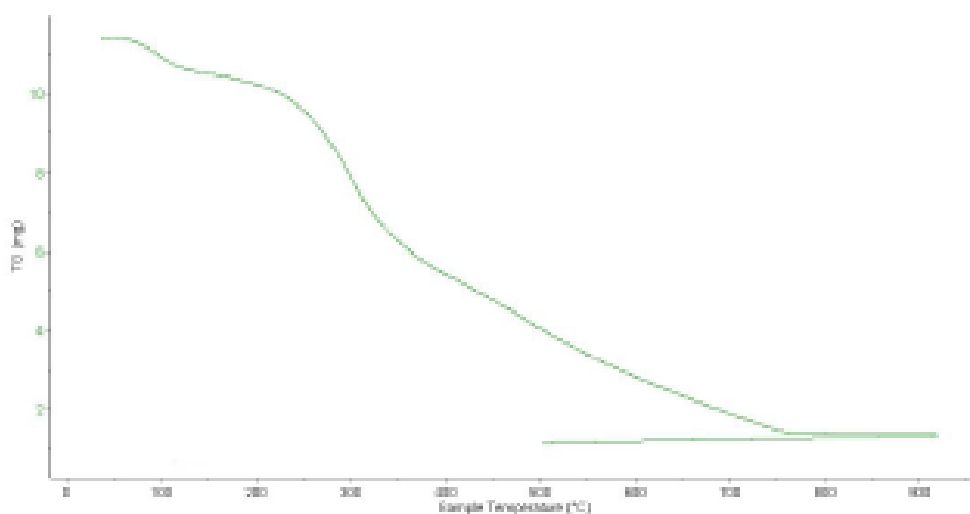


Trujillo, 11 de febrero del 2022

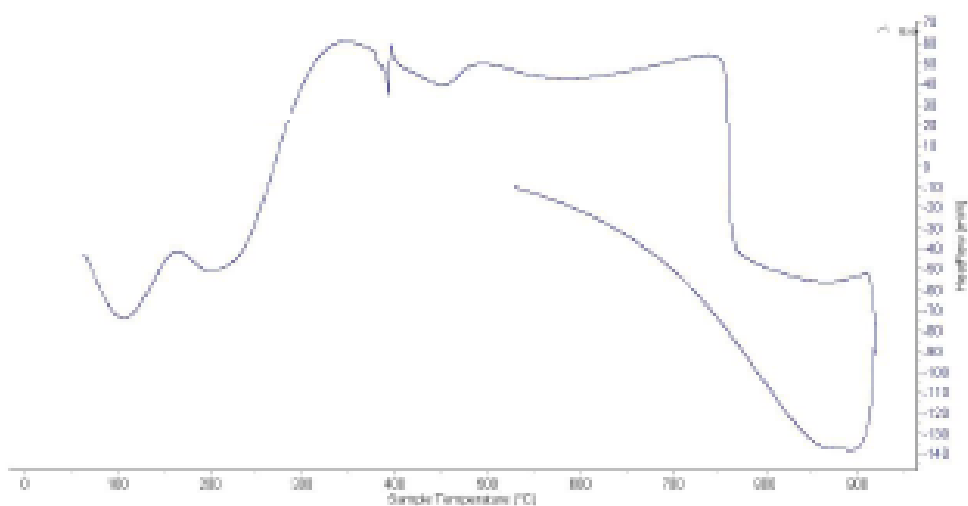
INFORME N° 54 - FEB2022

#### 4. Resultados:


##### I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



##### II- Curva Calorimétrica ATD







Denny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84963

Trujillo, 11 de febrero del 2022

INFORME N° 54 - FEB2022

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termogravimétrico se puede apreciar un importante descenso de la masa que constituye pérdida de masa en la muestra, evidenciándose una mayor velocidad de pérdida en el rango de 220 a 340°C y se aprecia que en las otras regiones se presenta un ritmo de pérdida más lenta de la masa. El material llega a perder aproximadamente 87% cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra algunos picos endotérmicos a baja temperatura, las primeras a aproximadamente 100°C y 200°C y otras a mayor temperatura, es decir a 390 y 440°C. Posteriormente a mayor temperatura se presenta una absorción fuerte de calor en torno a 780°C. Estas absorciones térmicas podrían significar algún cambio estructural y en las características del material.

Trujillo, 11 de febrero del 2022



Ing. Denny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



## PROPIEDADES FÍSICAS

Los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Con los resultados de propiedades de índice y análisis granulométrico, se presenta el cuadro siguiente, que resume los resultados principales de los materiales ensayados incluyendo la clasificación SUCS y AASHTO.

Tabla 3: Propiedades físicas de los suelos

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Humedad (%)	LL	IP	SUCS	AASHTO
C-01	M-01		18.68	22.00	59.32	16.58	28	10	CL	A-4(3)
C-02	M-01		10.65	20.76	68.59	23.65	40	16	CL	A-6(8)
C-03	M-01		15.86	25.51	58.64	18.35	28	9	CL	A-4(2)

## PROPIEDADES MECÁNICAS

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas permiten determinar la resistencia de los suelos o su comportamiento frente a las sollicitaciones de cargas.

En el cuadro a continuación, presenta características mecánicas de los suelos provenientes del ensayo de Proctor y con estos valores se ha calculado la capacidad de soporte que permitirá el diseño de la estructura de pavimento.

Tabla 4: Propiedades mecánicas de los suelos.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	CLASIFICACION		PROCTOR		CBR (%)	
			SUCS	AASHTO	MDS	O.CH (%)	95%	100%
C-01	M-01		CL	A-4(3)	1.969	11.49%	5.70%	8.30%
C-02	M-01		CL	A-6(8)	1.762	12.17%	3.90%	7.50%
C-03	M-01		CL	A-4(2)	1.905	11.36%	5.20%	8.40%

MDS: máxima densidad seca

OCH: Optimo contenido de humedad.

Tabla 4: Propiedades mecánicas de los suelos con porcentajes de Ceniza.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	LL	IP	CLASIFICACION		PROCTOR		CBR (%)	
					SUCS	AASHTO	MDS	O.CH (%)	95%	100%
C-02 (Ceniza 3%)	M-01		38	15	CL	A-6(8)	1.813	11.68	8.20	10.50
C-02 (Ceniza 7%)	M-01		34	11	CL	A-6(5)	1.924	10.98	10.10	13.10
C-02 (Ceniza 11%)	M-01		31	10	CL	A-4(4)	1.991	10.20	12.20	15.70

MDS: máxima densidad seca

OCH: Optimo contenido de humedad.



Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP. N° 184003

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### CONCLUSIONES


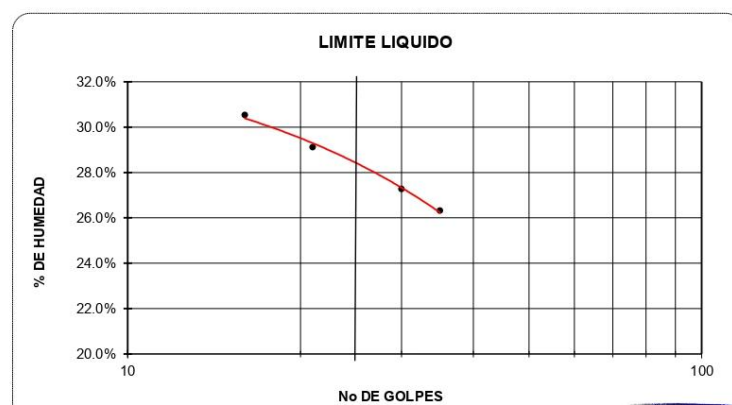
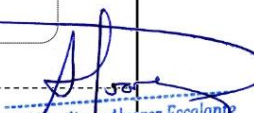
1. Para la elaboración del presente informe se tomaron muestra de 03 Sondeos a cielo abierto hasta una profundidad de 2.00m aproximadamente.
2. El suelo de la Subrasante de la Calicata C-01, corresponde a un suelo fino identificado como un **SUELO LIMOSO A-4 (3)**, según AASHTO y como una **ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CL**, según SUCS., que presenta una coloración marrón.
3. El suelo de la Subrasante de la Calicata C-02, corresponde a un suelo fino identificado como un **SUELO ARCILLOSO A-6 (8)**, según AASHTO y como una **ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD ARENOSA CL**, según SUCS., que presenta una coloración marrón.
4. El suelo de la Subrasante de la Calicata C-03, corresponde a un suelo fino identificado como un **SUELO LIMOSO A-4 (2)**, según AASHTO y como una **ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CL**, según SUCS., que presenta una coloración marrón.
5. Los resultados de los ensayos determinan que el material de la Subrasante de la Calicatas C-01, C-02 y C-03, se categorizan como "**SUB RASANTE POBRES**", según la NORMA TÉCNICA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS (CBR característico  $\leq 6\%$ ).
6. Los parámetros de diseño sísmico son:

PARÁMETRO	MAGNITUD	DESCRIPCIÓN
Zona	2	Mapa de Zonificación Sísmica
Factor de Zona	0.25g.	Tabla N° 1
Perfil de Suelo	Tipo S2	Suelos Intermedios
Parámetros del Suelo (Tabla N° 4)	Tp = 0.60 seg. TL= 2.00 seg S = 1.20	Período Predominante  Factor de Amplificación del Suelo

  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP. N° 184003

**MUESTRA 01: CALICATA 01.**

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)																																																																																														
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E-107 - ASTM D 422																																																																																														
PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".																																																																																														
UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO SOLICITA: MOLLO ONOFRE, VICTORIA. FECHA: FEBRERO DE 2022.		CALICATA: C-01 TIPO: Subrasante																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tamiz</th> <th>Pasa</th> <th>Pasante</th> <th>Retenido</th> <th>Retenido</th> </tr> <tr> <th>Tamiz N° (mm)</th> <th>(%)</th> <th>(%)</th> <th>Acumulado (%)</th> <th>Parcial (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4"</td><td>100</td><td>100.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>3"</td><td>75</td><td>100.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50</td><td>100.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.1</td><td>100.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.4</td><td>100.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19</td><td>94.61</td><td>94.61</td><td>5.39</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.7</td><td>92.54</td><td>92.54</td><td>7.46</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.5</td><td>89.32</td><td>89.32</td><td>10.68</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>87.65</td><td>87.65</td><td>12.36</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.75</td><td>81.32</td><td>81.32</td><td>18.68</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>78.62</td><td>78.62</td><td>21.38</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.85</td><td>72.54</td><td>72.54</td><td>27.46</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.425</td><td>69.05</td><td>69.05</td><td>30.95</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.25</td><td>62.54</td><td>62.54</td><td>37.46</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>59.32</td><td>59.32</td><td>40.68</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.075</td><td>54.32</td><td>54.32</td><td>45.68</td></tr> </tbody> </table>					Tamiz	Pasa	Pasante	Retenido	Retenido	Tamiz N° (mm)	(%)	(%)	Acumulado (%)	Parcial (%)	4"	100	100.00	100.00	0.00	3"	75	100.00	100.00	0.00	2"	50	100.00	100.00	0.00	1 1/2"	38.1	100.00	100.00	0.00	1"	25.4	100.00	100.00	0.00	3/4"	19	94.61	94.61	5.39	1/2"	12.7	92.54	92.54	7.46	3/8"	9.5	89.32	89.32	10.68	1/4"	6.35	87.65	87.65	12.36	4	4.75	81.32	81.32	18.68	10	2	78.62	78.62	21.38	20	0.85	72.54	72.54	27.46	40	0.425	69.05	69.05	30.95	60	0.25	62.54	62.54	37.46	100	0.15	59.32	59.32	40.68	200	0.075	54.32	54.32	45.68
Tamiz	Pasa	Pasante	Retenido	Retenido																																																																																										
Tamiz N° (mm)	(%)	(%)	Acumulado (%)	Parcial (%)																																																																																										
4"	100	100.00	100.00	0.00																																																																																										
3"	75	100.00	100.00	0.00																																																																																										
2"	50	100.00	100.00	0.00																																																																																										
1 1/2"	38.1	100.00	100.00	0.00																																																																																										
1"	25.4	100.00	100.00	0.00																																																																																										
3/4"	19	94.61	94.61	5.39																																																																																										
1/2"	12.7	92.54	92.54	7.46																																																																																										
3/8"	9.5	89.32	89.32	10.68																																																																																										
1/4"	6.35	87.65	87.65	12.36																																																																																										
4	4.75	81.32	81.32	18.68																																																																																										
10	2	78.62	78.62	21.38																																																																																										
20	0.85	72.54	72.54	27.46																																																																																										
40	0.425	69.05	69.05	30.95																																																																																										
60	0.25	62.54	62.54	37.46																																																																																										
100	0.15	59.32	59.32	40.68																																																																																										
200	0.075	54.32	54.32	45.68																																																																																										
Limite líquido LL: 28 % Limite plastico LP: 18 % Índice plasticidad IP: 10 %		<b>Clasificación AAHSTO</b> 																																																																																												
<b>Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)</b> Suelo de partículas finas. Arcilla baja plasticidad arenosa CL																																																																																														
<b>Material limoso-arenoso</b> Pobre a malo como subgrado A-4 Suelo limoso																																																																																														
Pasa tamiz N° 4 (5mm): 81.32 % Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm): 54.32 % Diámetro: 0.17 mm U <sub>20</sub> : mm U <sub>10</sub> (diámetro efectivo): mm Coeficiente de uniformidad (Cu): Grado de curvatura (Cc):		Valor del índice de grupo (IG): 3																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>Gravas:</td><td>18.68 %</td></tr> <tr><td>Arenas:</td><td>22.00 %</td></tr> <tr><td>Limo y Arcillas:</td><td>59.32 %</td></tr> <tr><td></td><td>100.00 %</td></tr> </tbody> </table>					Gravas:	18.68 %	Arenas:	22.00 %	Limo y Arcillas:	59.32 %		100.00 %																																																																																		
Gravas:	18.68 %																																																																																													
Arenas:	22.00 %																																																																																													
Limo y Arcillas:	59.32 %																																																																																													
	100.00 %																																																																																													
<b>SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>SUELO DE GRANO GRUESO, MÁS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200</th> <th>SUELO DE GRANO FINO, MENOS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>GW</td><td>Gravas bien graduadas</td></tr> <tr><td>GP</td><td>Gravas mal graduadas</td></tr> <tr><td>GM</td><td>Gravas Limosas</td></tr> <tr><td>GC</td><td>Gravas Arcillosas</td></tr> <tr><td>SW</td><td>Arenas bien graduadas</td></tr> <tr><td>SP</td><td>Arenas mal graduadas</td></tr> <tr><td>SM</td><td>Arenas Limosas</td></tr> <tr><td>SC</td><td>Arenas Arcillosas</td></tr> <tr><td>ML</td><td>Limos Inorgánicos</td></tr> <tr><td>CL</td><td>Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad</td></tr> <tr><td>OL</td><td>Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas</td></tr> <tr><td>MH</td><td>Limos Inorgánicos</td></tr> <tr><td>CH</td><td>Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad</td></tr> <tr><td>OH</td><td>Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad</td></tr> <tr><td>PT</td><td>Turba y otros suelos altamente orgánicos</td></tr> </tbody> </table>					SUELO DE GRANO GRUESO, MÁS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	SUELO DE GRANO FINO, MENOS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	GW	Gravas bien graduadas	GP	Gravas mal graduadas	GM	Gravas Limosas	GC	Gravas Arcillosas	SW	Arenas bien graduadas	SP	Arenas mal graduadas	SM	Arenas Limosas	SC	Arenas Arcillosas	ML	Limos Inorgánicos	CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad	OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas	MH	Limos Inorgánicos	CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad	PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos																																																										
SUELO DE GRANO GRUESO, MÁS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	SUELO DE GRANO FINO, MENOS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200																																																																																													
GW	Gravas bien graduadas																																																																																													
GP	Gravas mal graduadas																																																																																													
GM	Gravas Limosas																																																																																													
GC	Gravas Arcillosas																																																																																													
SW	Arenas bien graduadas																																																																																													
SP	Arenas mal graduadas																																																																																													
SM	Arenas Limosas																																																																																													
SC	Arenas Arcillosas																																																																																													
ML	Limos Inorgánicos																																																																																													
CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad																																																																																													
OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas																																																																																													
MH	Limos Inorgánicos																																																																																													
CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad																																																																																													
OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad																																																																																													
PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos																																																																																													
OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.																																																																																														

<b>DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)</b>				
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)				
<b>PROYECTO</b> : "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".				
<b>UBICACIÓN</b> : CUSCO- CUSCO				
<b>SOLICITA</b> : MOLLO ONOFRE, VICTORIA.			<b>CALICATA</b> : C-01	
<b>FECHA</b> : FEBRERO DE 2022			<b>TIPO</b> : Subrasante	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
Muestra N°	1	2	3	4
Peso de la capsula	14.82	14.17	15.78	14.44
Peso capsula. + suelo humedo	27.97	40.16	43.01	40.99
Peso capsula + suelo seco	25.23	34.59	36.87	34.78
Numero de golpes	35	30	21	16
Peso suelo seco	10.41	20.42	21.09	20.34
Peso agua	2.74	5.57	6.14	6.21
% humedad	26.32%	27.28%	29.11%	30.53%
				
<b>LIMITE PLASTICO</b>				
Muestra	1	2	3	<b>PROMEDIO</b>
Peso de la capsula	15.23	16.00	15.54	
Peso capsula. + suelo humedo	20.77	19.95	20.08	
Peso capsula + suelo seco	19.90	19.35	19.38	
Peso suelo seco	4.67	3.35	3.84	
Peso agua	0.87	0.60	0.70	
% humedad	18.63%	17.91%	18.23%	
<b>RESULTADOS:</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		28%		
<b>LIMITE PLASTICO</b>		18%		
<b>INDICE PLASTICO</b>		10%		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
				
<b>OBSERVACIONES:</b> Material muestreado in situ.				
 <b>Ing. Emiliano Alvarez Escalante</b> ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES CIP N° 114003				

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA  
 (PROCTOR MODIFICADO)**

**MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

**PROYECTO** : "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".

**UBICACIÓN** : CUSCO- CUSCO **CALICATA:** C-01

**SOLICITA** : MOLLO ONOFRE, VICTORIA.

**FECHA** : FEBRERO DE 2022 **TIPO:** Subrasante

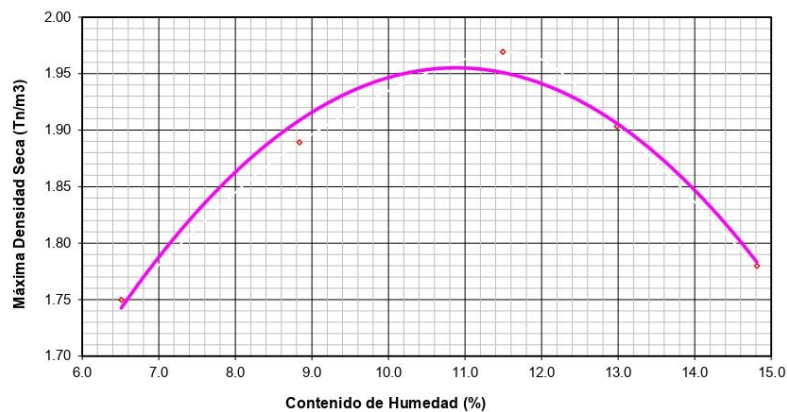
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	9872	10281	10578	10482	10254
Peso del Molde	gr.	5906	5906	5906	5906	5906
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3966	4375	4672	4576	4348
Densidad Humedad	gr/cc.	1.86	2.06	2.20	2.15	2.04
Densidad Seca	gr/cc.	1.75	1.89	1.97	1.90	1.78

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	374.81	393.29	423.60	434.90	448.29
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	351.90	361.36	379.93	384.92	390.46
Peso del Agua	gr.	22.91	31.93	43.67	49.98	57.83
Peso del Suelo Seco	gr.	351.90	361.36	379.93	384.92	390.46
Contenido de Humedad	%	6.51	8.84	11.49	12.98	14.81
Contenido de Humedad Promedio	%	6.51	8.84	11.49	12.98	14.81


**DENSIDAD MAXIMA =** 1.969 Tn/m<sup>3</sup> **HUMEDAD OPTIMA =** 11.49%

**CURVA DE COMPACTACION**



**OBSERVACIONES:** Material muestreado in situ.

*J.P.*  
**Ing. Familiaro Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN OBRAS Y MAS TERRESTRES

	<b>LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)										
	PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE GENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA. CUSCO. 2021".										
UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO			FECHA: FEBRERO DE 2022			SOLICITANTE: MOLLO ONOFRE. VICTORIA.			CALICATA: 01		
<b>Clasificación de Suelos</b>											
SUCS: CL			Límite Líquido: 28%			AASTHO: A-4(3)			Límite Plástico: 18%		
Maxima Densidad Seca (Kg/ m3): 1.97			Índice de Plasticidad: 10%			Humedad Optima: 11.49%					
<b>Otros Datos</b>											
Método de Compactación: NTP 339.141 (Proctor Modificado)			Preparación Especial: Ninguna			Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm): 5.39%			Condición de la Muestra: Remojada		
<b>ENSAYO DE COMPACTACION</b>											
Molde 1      Molde 2      Molde 3											
56 GOLPES      25 GOLPES      10 GOLPES											
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)			13,125.00			12,895.00			12,653.00		
Peso del Molde (gr)			8,553.00			8,512.00			8,502.00		
Volumen (cm3)			2,140.60			2,148.05			2,127.57		
Peso de la Muestra Compacta (gr)			4,572.00			4,383.00			4,151.00		
Densidad Humeda (gr/cm3)			2.14			2.04			1.95		
Densidad Seca (gr/cm3)			1.91			1.83			1.74		
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>											
Molde 1      Molde 2      Molde 3											
Humedad despues de compactacion			11.54%			11.32%			11.87%		
<b>ENSAYO DE ABSORCION</b>											
Molde 1      Molde 2      Molde 3											
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)			17,665.00			17,435.00			17,193.00		
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)			17,042.00			16,785.00			16,194.00		
Porcentaje de Absorción			7.34%			7.86%			12.99%		
<b>ENSAYO DE EXPANSION</b>											
Molde 1      Molde 2      Molde 3											
Cte. Dial Expansión			0.001			56 GOLPES			25 GOLPES		
Pesas de sobrecarga (kg)			4.54			4.54			4.54		
Fecha	Hora	Tiempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
14/12/22	15.30	00 horas	4.58	0.005	0.00%	6.25	0.006	0.00%	7.65	0.008	0.00%
15/12/22	15.30	24 horas	6.54	0.007	0.04%	7.65	0.008	0.03%	8.54	0.009	0.02%
16/12/22	15.30	48 horas	8.62	0.009	0.09%	9.21	0.009	0.06%	10.25	0.010	0.06%
17/12/22	15.30	72 horas	12.54	0.013	0.17%	13.25	0.013	0.15%	13.62	0.014	0.13%
18/12/22	15.30	96 horas	12.89	0.013	0.18%	15.64	0.016	0.20%	16.35	0.016	0.19%
<b>ENSAYO DE PENETRACION</b>											
Molde 1      Molde 2      Molde 3											
Velocidad			1.27 mm/min			56 GOLPES			25 GOLPES		
Area Pistón			3.0 Pulg. Cuadradas			4.54			4.54		
Penetración			Carga			Esfuerzo			Carga		
Tiempo			KN			Lbf			PSI		
			(mm)			(pulg)					
0.5 min	0.64	0.025	0.47	106	35	0.45	101	34	0.15	34	11
1.0 min	1.27	0.050	0.74	166	55	0.68	153	51	0.26	58	19
1.5 min	1.91	0.075	0.94	211	70	0.80	180	60	0.35	79	26
2.0 min	2.54	0.100	1.11	250	83	0.90	202	67	0.42	94	31
4.0 min	5.08	0.200	1.63	366	122	1.23	277	92	0.63	142	47
6.0 min	7.62	0.300	2.04	459	153	1.49	335	112	0.81	182	61
8.0 min	10.16	0.400	2.38	535	178	1.74	391	130	0.97	218	73
10.0 min	12.70	0.500	2.69	605	202	2.00	450	150	1.12	254	85



  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- Nº 184003



	<b>LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".		
UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO	FECHA: FEBRERO DE 2022		
SOLICITANTE: MOLLO ONOFRE, VICTORIA.	CALICATA: C-1		

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

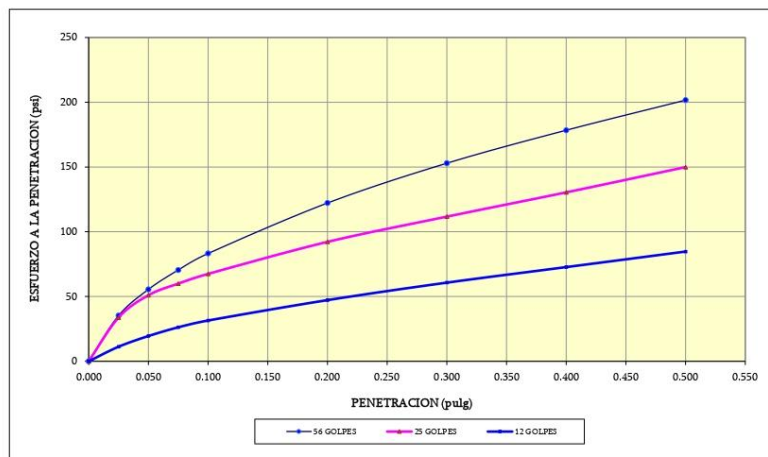
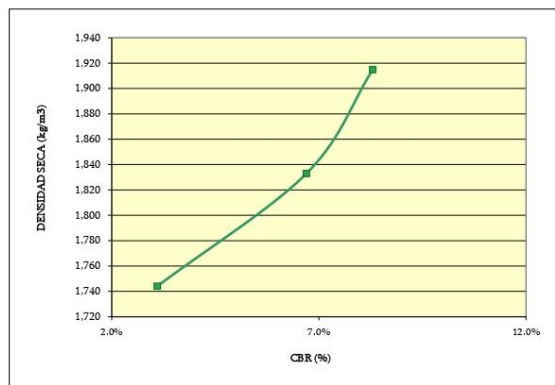


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



**RESULTADOS:**

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m3)	<b>1.969</b>
HUMEDAD OPTIMA (%)	<b>11.49%</b>

CBR AL 95% DE MDS =	<b>5.7%</b>
CBR AL 100% DE MDS =	<b>8.3%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.18%	7.34%
25 GOLPES	0.20%	7.86%
12 GOLPES	0.19%	12.99%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	1.02

OBSERVACION: **CONFORME**

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

**Ing. Emilliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP N° 184003

**MUESTRA 02: CALICATA 02.**

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**

**ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E-107 - ASTM D 422**

PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".

UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO CALICATA: C-02

SOLICITA: MOLLO ONOFRE, VICTORIA. TIPO: Subrasante

FECHA: FEBRERO DE 2022

Tamiz	Pasa	Pasante	Retenido	Retenido
Tamiz N° (mm)	(%)	(%)	Acumulado (%)	Parcial (%)
4"	100	100.00	100.00	0.00
3"	75	100.00	100.00	0.00
2"	50	100.00	100.00	0.00
1 1/2"	38.1	100.00	100.00	0.00
1"	25.4	100.00	100.00	0.00
3/4"	19	100.00	100.00	0.00
1/2"	12.7	99.65	99.65	0.35
3/8"	9.5	98.05	98.05	1.95
1/4"	6.35	92.54	92.54	7.46
4	4.75	89.35	89.35	10.65
10	2	87.15	87.15	12.85
20	0.85	84.51	84.51	15.49
40	0.425	79.32	79.32	20.68
60	0.25	72.54	72.54	27.46
100	0.15	68.59	68.59	31.41
200	0.075	62.54	62.54	37.46

Limite liquido LL	40	%
Limite plastico LP	24	%
Índice plasticidad IP	16	%

**Pasa tamiz N° 4 (5mm):** 89.35 %

**Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):** 62.54 %

**D<sub>60</sub>:** mm

**U<sub>30</sub>:** mm

**D<sub>10</sub> (diámetro efectivo):** mm

**Coefficiente de uniformidad (Cu):**

**Grado de curvatura (Cc):**

**Gravas:** 10.65 %

**Arena:** 20.76 %

**Limo y Arcillas:** 68.59 %

100.00 %

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS**

SUELO DE GRANO GRUESO MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 20	GW	Gravas bien graduadas
SUELO DE GRANO MEDIO MAS DEL 25% RETENIDO EN LA MALLA N° 40	GP	Gravas mal graduadas
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	GM	Gravas Limosas
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	GC	Gravas Arcillosas
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	SW	Arenas bien graduadas
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	SP	Arenas mal graduadas
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	SM	Arenas Limosas
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	SC	Arenas Arcillosas
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	ML	Limos Inorgánicos
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	MH	Limos Inorgánicos
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos

Clasificación AASHTO

**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**

Suelo de partículas finas

Arcilla media plasticidad arenosa CL

**Material limoso-arenoso**

Pobre a malo como subgrado

A-6 Suelo arcilloso

Valor del índice de grupo (IG): 8


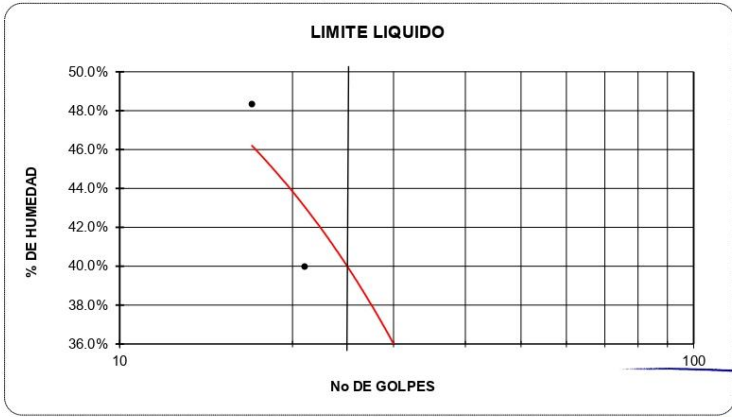

Gravas:	10.65 %
Arena:	20.76 %
Limo y Arcillas:	68.59 %
	100.00 %

Ábaco de Casagrande

**Curva Granulométrica**

**OBSERVACIONES:** Material muestreado in situ.

**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003

<b>DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)</b>				
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)				
<b>PROYECTO :</b> "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".				
<b>UBICACIÓN :</b> CUSCO- CUSCO				
<b>SOLICITA :</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.			<b>CALICATA :</b> C-02	
<b>FECHA :</b> FEBRERO DE 2022			<b>TIPO :</b> Subrasante	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
Muestra N°	1	2	3	4
Peso de la capsula	14.99	14.45	15.78	15.97
Peso capsula. + suelo humedo	45.14	33.48	32.83	39.97
Peso capsula + suelo seco	37.91	28.45	27.96	32.15
Numero de golpes	35	32	21	17
Peso suelo seco	22.92	14	12.18	16.18
Peso agua	7.23	5.03	4.87	7.82
% humedad	31.54%	35.93%	39.98%	48.33%
				
<b>LIMITE PLASTICO</b>				
Muestra	1	2	3	<b>PROMEDIO</b>
Peso de la capsula	15.39	14.03	14.07	
Peso capsula. + suelo humedo	20.17	21.04	21.39	
Peso capsula + suelo seco	19.22	19.69	19.96	
Peso suelo seco	3.83	5.66	5.89	
Peso agua	0.95	1.35	1.43	
% humedad	24.80%	23.85%	24.28%	
<b>RESULTADOS:</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		40%		
<b>LIMITE PLASTICO</b>		24%		
<b>INDICE PLASTICO</b>		16%		
				
<b>OBSERVACIONES:</b> Material muestreado in situ.				
				

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA  
(PROCTOR MODIFICADO)**

**MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

**PROYECTO** : "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".

**UBICACIÓN** : CUSCO- CUSCO **CALICATA:** C-02

**SOLICITA** : MOLLO ONOFRE, VICTORIA.

**FECHA** : FEBRERO DE 2022 **TIPO:** Subrasante

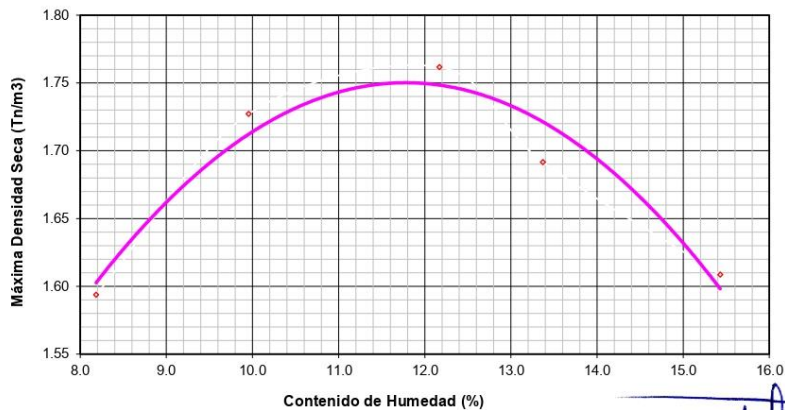
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	9575	9947	10111	9987	9857
Peso del Molde	gr.	5906	5906	5906	5906	5906
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3669	4041	4205	4081	3951
Densidad Humedad	gr/cc.	1.72	1.90	1.98	1.92	1.86
Densidad Seca	gr/cc.	1.59	1.73	1.76	1.69	1.61

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	387.10	399.86	415.09	439.20	454.95
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	357.81	363.66	370.05	387.40	394.14
Peso del Agua	gr.	29.29	36.20	45.04	51.80	60.81
Peso del Suelo Seco	gr.	357.81	363.66	370.05	387.40	394.14
Contenido de Humedad	%	8.18	9.95	12.17	13.37	15.43
Contenido de Humedad Promedio	%	8.18	9.95	12.17	13.37	15.43



**DENSIDAD MAXIMA =** 1.762 Tn/m<sup>3</sup> **HUMEDAD OPTIMA =** 12.17%

**CURVA DE COMPACTACION**



**OBSERVACIONES:** Material muestreado in situ.

Ing. Emilitano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003

	<b>LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)										
	<b>PROYECTO:</b> "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCA, CUSCO, 2021".										
<b>UBICACIÓN:</b> CUSCO- CUSCO					<b>FECHA:</b> FEBRERO DE 2022						
<b>SOLICITANTE:</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.					<b>CALICATA:</b> 02						
<b>Clasificación de Suelos</b>											
<b>SUCS:</b> CL					<b>Límite de Atterberg</b>						
<b>AASTHO:</b> A-6(8)					<b>Límite Líquido:</b> 40%		<b>Límite Plástico:</b> 24%				
<b>Máxima Densidad Seca (Kg/ m3):</b> 1.76					<b>Índice de Plasticidad:</b> 16%						
<b>Humedad Óptima:</b> 12.17%											
<b>Otros Datos</b>											
<b>Método de Compactación:</b> NTP 339.141 (Proctor Modificado)					<b>Preparación Especial:</b> Ninguna						
<b>Retenido Tamiz N° 3/4 (19 mm):</b> 0.00%					<b>Condición de la Muestra:</b> Remojada						
<b>DATOS DE COMPACTACION</b>											
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>					
		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES					
<b>Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)</b>		12,985.00		12,785.00		12,625.00					
<b>Peso del Molde (gr)</b>		8,550.00		8,512.00		8,502.00					
<b>Volumen(cm3)</b>		2,140.60		2,148.05		2,127.57					
<b>Peso de la Muestra Compacta (gr)</b>		4,435.00		4,273.00		4,123.00					
<b>Densidad Humeda (gr/cm3)</b>		2.07		1.99		1.94					
<b>Densidad Seca (gr/cm3)</b>		1.84		1.77		1.72					
<b>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>											
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>					
<b>Humedad despues de compactacion</b>		12.65%		12.35%		12.58%					
<b>DATOS DE ABSORCION</b>											
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>					
<b>Peso M-M C. despues de Inmersión (gr)</b>		17,525.00		17,325.00		17,165.00					
<b>Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)</b>		16,754.00		16,452.00		16,325.00					
<b>Porcentaje de Absorción</b>		9.40%		10.99%		10.74%					
											
<b>ENSAYO DE EXPANSION</b>											
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>					
<b>Cte. Dial Expansión</b>		0.001		25 GOLPES		10 GOLPES					
<b>Pesas de sobrecarga (kg)</b>		4.54		4.54		4.54					
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Tiempo Trans.</b>	<b>Dial</b>	<b>Pulg.</b>	<b>% Exp.</b>	<b>Dial</b>	<b>Pulg.</b>	<b>% Exp.</b>	<b>Dial</b>	<b>Pulg.</b>	<b>% Exp.</b>
14/02/22	15.30	00 horas	8.62	0.009	0.00%	10.32	0.010	0.00%	11.35	0.011	0.00%
15/02/22	15.30	24 horas	12.65	0.013	0.09%	13.25	0.013	0.06%	14.58	0.015	0.07%
16/02/22	15.30	48 horas	13.65	0.014	0.11%	14.65	0.015	0.09%	16.35	0.016	0.11%
17/02/22	15.30	72 horas	15.34	0.015	0.15%	16.35	0.016	0.13%	17.62	0.018	0.14%
18/02/22	15.30	96 horas	19.25	0.019	0.23%	21.35	0.021	0.24%	19.32	0.019	0.17%
<b>ENSAYO DE PENETRACION</b>											
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>					
<b>Velocidad</b>		1.27 mm/min		25 GOLPES		10 GOLPES					
<b>Area Pistón</b>		3.0 Pulg. Cuadradas		4.54		4.54					
		<b>Penetración</b>		<b>Carga</b>		<b>Esfuerzo</b>		<b>Carga</b>		<b>ESFUER.</b>	
		(mm) (pulg)		KN Lbf		PSI KN Lbf		PSI KN Lbf		PSI	
<b>Tiempo</b>		0.64 0.025		0.42 94		31 0.37 83 28		0.12 27 9			
0.5 min		1.27 0.050		0.67 151		50 0.55 124 41		0.21 47 16			
1.5 min		1.91 0.075		0.85 191		64 0.66 148 49		0.28 63 21			
2.0 min		2.54 0.100		1.00 225		75 0.74 166 55		0.34 76 25			
4.0 min		5.08 0.200		1.47 330		110 1.00 225 75		0.51 115 38			
6.0 min		7.62 0.300		1.84 414		138 1.22 274 91		0.66 148 49			
8.0 min		10.16 0.400		2.14 481		160 1.42 319 106		0.79 178 59			
10.0 min		12.70 0.500		2.42 544		181 1.63 366 122		0.91 205 68			

  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP: N° 184003

	<b>LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".		
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	FECHA:	FEBRERO DE 2022
SOLICITANTE:	MOLLO ONOFRE, VICTORIA.	CALICATA:	C-2

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

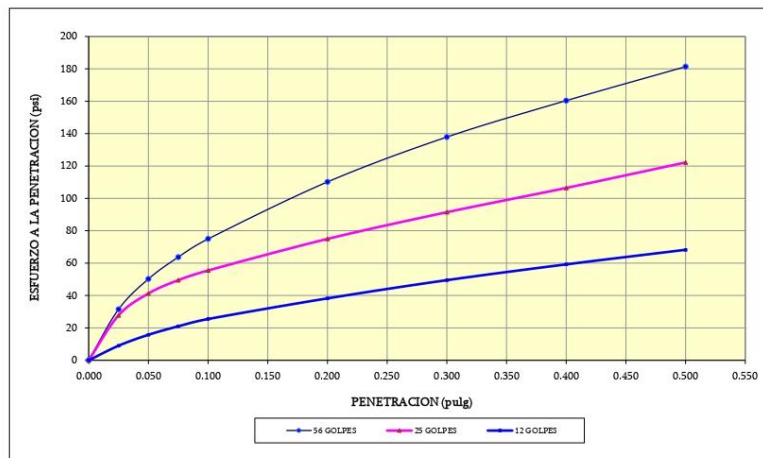
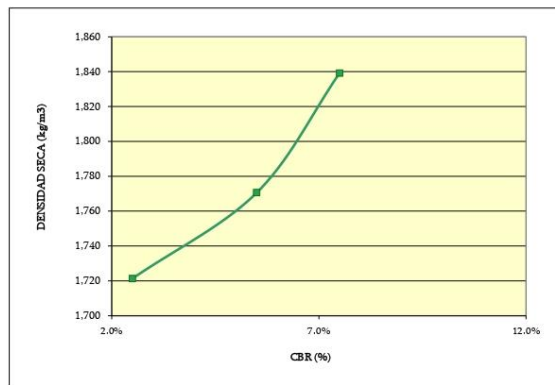


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



**RESULTADOS:**

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m3)	1.762
HUMEDAD OPTIMA (%)	12.17%

CBR AL 95% DE MDS =	3.9%
CBR AL 100% DE MDS =	7.5%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.23%	9.40%
25 GOLPES	0.24%	10.99%
12 GOLPES	0.17%	10.74%

VERIFICACION DE RESULTADOS. RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	1.03
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.


**Ing. Emiliario Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003

**MUESTRA 03: CALICATA 03.**


SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)				
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E-107 - ASTM D 422				
PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".				
UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO			CALICATA: C-03	
SOLICITA: MOLLO ONOFRE, VICTORIA.			TIPO: Subrasante	
FECHA: FEBRERO DE 2022				
Clasificación AAHSTO				
Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)				
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)				
Suelo de partículas finas.				
Arcilla baja plasticidad arenosa CL				
Material limoso-arenoso				
Pobre a malo como subgrado				
A-4 Suelo limoso				
Valor del índice de grupo (IG):				
2				
Ábaco de Casagrande				
Curva Granulométrica				
OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.				

**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN INGENIERIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP: N° 184003


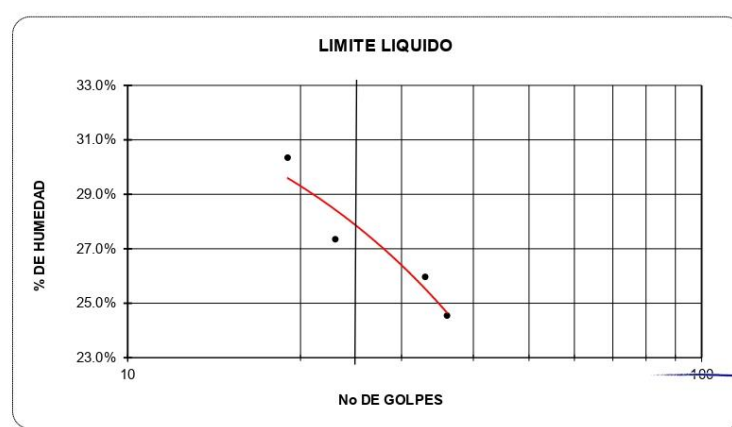

PROYECTO: "0800"

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING INC</b>										
	<b>Alcance de CBR (Módulo de Espesor de Calles)</b> <b>ARTÍCULO 100 (CARGA, NTP 800.10-1000, MTC 5.101.000)</b>										
<b>PROYECTO:</b>	"INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRANANTE EN LA CALLE LUCERES DE FRANCA, CUSCO, 2021".										
<b>UBICACIÓN:</b>	CUSCO - CUSCO	<b>REGION:</b>	PIURA 02								
<b>LOCALIDAD:</b>	MOLLO OCHOPE, VICTORIA.	<b>CARRERA:</b>	02								
<b>Módulo de Densidad Base (Kg/cm<sup>3</sup>):</b>		<b>Coefficiente de Fricción</b>		<b>Límite de Arroyug</b>							
1.7%		<b>SFC:</b>	CL	<b>Límite Líquido</b>	40%						
<b>Resistencia Optima:</b>		<b>AAFTRO:</b>	A-4(0)	<b>Límite Plástico</b>	24%						
12.10%		<b>Clase Base</b>		<b>Índice de Plasticidad</b>	16%						
<b>Módulo de Compresión:</b>		NTP 308.141 (Proceso Modificado)		<b>Fragmentos Específicos:</b>							
<b>Resistencia Tronco (N/mm<sup>2</sup>):</b>		0.00%		<b>Coeficiente de la Mezcla:</b>							
0.00%		Ninguna		Reservada							
<b>DATOS DE COMPACTACIÓN</b>											
	<b>Molde 1</b>	<b>Molde 2</b>	<b>Molde 3</b>								
	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES								
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	12,985.00	12,395.00	12,625.00								
Peso del Molde (gr)	8,550.00	8,512.00	8,502.00								
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2,140.60	2,148.05	2,127.57								
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,435.00	4,273.00	4,123.00								
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07	1.99	1.94								
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.84</b>	<b>1.77</b>	<b>1.72</b>								
<b>DATOS DE COEFICIENTE DE DEFORMACIÓN</b>											
	<b>Molde 1</b>	<b>Molde 2</b>	<b>Molde 3</b>								
Humedad después de compactación	12.40%	12.35%	12.58%								
<b>DATOS DE ABSORCIÓN</b>											
	<b>Molde 1</b>	<b>Molde 2</b>	<b>Molde 3</b>								
Peso M+M.C. después de inmersión (gr)	17,525.00	17,325.00	17,165.00								
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	16,754.00	16,452.00	16,325.00								
Porcentaje de Absorción	<b>9.60%</b>	<b>10.00%</b>	<b>10.70%</b>								
<b>ENSAYO DE ESPESOR</b>											
	<b>Molde 1</b>	<b>Molde 2</b>	<b>Molde 3</b>								
Clas. Esp. Espesura	0.001	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES							
Peso de sobrecarga (kg)	4.54	4.54	4.54								
<b>Prof. (mm)</b>	<b>Res.</b>	<b>Tiempo Trans.</b>	<b>Dist.</b>	<b>Perf.</b>	<b>W. Esp.</b>	<b>Dist.</b>	<b>Perf.</b>	<b>W. Esp.</b>	<b>Dist.</b>	<b>Perf.</b>	<b>W. Esp.</b>
14:02:22	15.30	00 horas	8.62	0.009	0.00%	10.32	0.010	0.00%	11.35	0.011	0.00%
15:02:22	15.30	24 horas	12.65	0.012	0.09%	13.25	0.013	0.04%	14.58	0.015	0.07%
16:02:22	15.30	48 horas	13.65	0.014	0.11%	14.65	0.015	0.09%	16.25	0.016	0.11%
17:02:22	15.30	72 horas	15.34	0.015	0.19%	16.35	0.016	0.13%	17.62	0.018	0.14%
18:02:22	15.30	96 horas	19.25	0.019	0.23%	21.25	0.021	0.24%	19.32	0.019	0.17%
<b>ENSAYO DE PENETRACIÓN</b>											
	<b>Molde 1</b>	<b>Molde 2</b>	<b>Molde 3</b>								
Velocidad	1.27	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES							
Área Pistón	3.0	Pulg. Cuadradas	4.54	4.54	4.54						
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzo		Carga		Esfuerzo		ESFUER.
	(mm)	(milg)	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI
0.5 min	0.64	0.025	82	19	31	0.37	83	28	0.12	27	9
1.0 min	1.27	0.050	847	191	50	0.95	124	41	0.23	47	16
1.5 min	1.91	0.075	895	199	64	0.96	148	49	0.28	63	21
2.0 min	2.54	0.100	1.00	225	75	0.74	166	55	0.34	76	25
4.0 min	5.08	0.200	1.47	330	110	1.00	225	75	0.91	115	38
6.0 min	7.62	0.300	1.84	414	138	1.22	274	91	0.86	148	49
8.0 min	10.16	0.400	2.14	480	160	1.42	319	106	0.79	179	59
10.0 min	12.70	0.500	2.42	544	181	1.63	366	122	0.91	205	68



  
**Ing. Guillermo Alverez Escobar**  
 ING. CIVIL - ESPECIALIDAD EN  
 GEOTECNICA Y VÍAS TERRESTRES  
 CIP N° 16600



<b>DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)</b>				
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)				
<b>PROYECTO</b> : "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".				
<b>UBICACIÓN</b> : CUSCO- CUSCO				
<b>SOLICITA</b> : MOLLO ONOFRE, VICTORIA.			<b>CALICATA</b> : C-03	
<b>FECHA</b> : FEBRERO DE 2022			<b>TIPO</b> : Subrasante	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
Muestra N°	1	2	3	4
Peso de la capsula	15.22	14.73	15.16	14.33
Peso capsula. + suelo humedo	40.49	32.05	37.23	38.56
Peso capsula + suelo seco	35.51	28.48	32.49	32.92
Numero de golpes	36	33	23	19
Peso suelo seco	20.29	13.75	17.33	18.59
Peso agua	4.98	3.57	4.74	5.64
% humedad	24.54%	25.96%	27.35%	30.34%
				
<b>LIMITE PLASTICO</b>				
Muestra	1	2	3	<b>PROMEDIO</b>
Peso de la capsula	15.02	14.83	14.91	
Peso capsula. + suelo humedo	20.83	20.04	19.81	
Peso capsula + suelo seco	19.87	19.21	19.02	
Peso suelo seco	4.85	4.38	4.11	
Peso agua	0.96	0.83	0.79	
% humedad	19.79%	18.95%	19.22%	19.32%
<b>RESULTADOS:</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		28%		
<b>LIMITE PLASTICO</b>		19%		
<b>INDICE PLASTICO</b>		9%		
				
<b>OBSERVACIONES:</b> Material muestreado in situ.				
 Ing. Emilio Alvarez Escalante ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES CIP: N° 184003				

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

**PROYECTO** : "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".

**UBICACIÓN** : CUSCO- CUSCO **CALICATA:** C-03

**SOLICITA** : MOLLO ONOFRE, VICTORIA

**FECHA** : FEBRERO DE 2022 **TIPO:** Subrasante

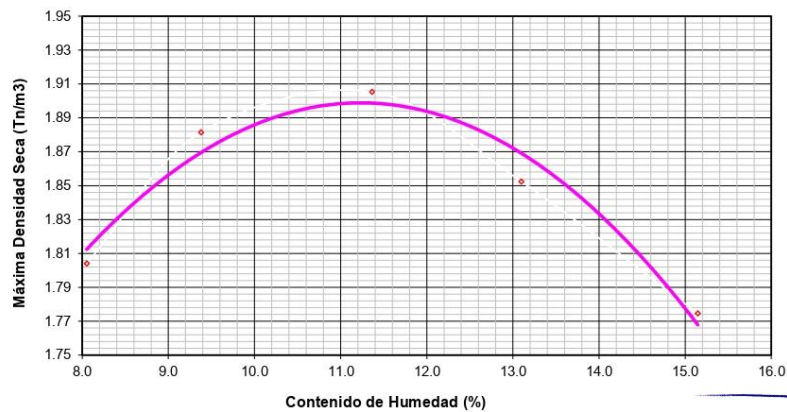
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	10054	10285	10421	10364	10254
Peso del Molde	gr.	5906	5906	5906	5906	5906
Peso de la Muestra Compacta	gr.	4148	4379	4515	4458	4348
Densidad Humedad	gr/cc.	1.95	2.06	2.12	2.10	2.04
Densidad Seca	gr/cc.	1.80	1.88	1.91	1.85	1.77

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	369.29	395.26	415.38	437.23	457.15
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	341.77	361.37	372.99	386.60	397.02
Peso del Agua	gr.	27.52	33.89	42.39	50.63	60.13
Peso del Suelo Seco	gr.	341.77	361.37	372.99	386.60	397.02
Contenido de Humedad	%	8.05	9.38	11.36	13.10	15.15
Contenido de Humedad Promedio	%	8.05	9.38	11.36	13.10	15.15



**DENSIDAD MAXIMA =** 1.905 Tn/m<sup>3</sup> **HUMEDAD OPTIMA =** 11.36%

**CURVA DE COMPACTACION**



**OBSERVACIONES:** Material muestreado in situ.

Ing. Emilitano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP N° 184003

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)</b>																
	<b>PROYECTO:</b> "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCA, CUSCO, 2021".																
<b>UBICACIÓN:</b> CUSCO- CUSCO			<b>FECHA:</b> FEBRERO DE 2022														
<b>SOLICITANTE:</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.			<b>CALICATA:</b> 03														
<b>Clasificación de Suelos</b>																	
<b>Maxima Densidad Seca (Kg/ m3):</b> 1.91			<b>SUCS:</b> CL			<b>Límite Líquido:</b> 28%											
<b>Humedad Optima:</b> 11.36%			<b>AASTHO:</b> A-4(2)			<b>Límite Plástico:</b> 19%											
						<b>Índice de Plasticidad:</b> 9%											
<b>Otros Datos</b>																	
<b>Método de Compactación:</b> NTP 339.141 (Proctor Modificado)			<b>Preparación Especial:</b> Ninguna														
<b>Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm):</b> 0.00%			<b>Condición de la Muestra:</b> Remojada														
<b>DATOS DE COMPACTACION</b>																	
		<b>Molde</b>		<b>1</b>		<b>Molde</b>		<b>2</b>		<b>Molde</b>		<b>3</b>					
		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES											
<b>Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)</b>		13,110.00		12,984.00		12,654.00											
<b>Peso del Molde (gr)</b>		8,550.00		8,512.00		8,502.00											
<b>Volumen (cm3)</b>		2,140.60		2,148.05		2,127.57											
<b>Peso de la Muestra Compacta (gr)</b>		4,560.00		4,472.00		4,152.00											
<b>Densidad Humeda (gr/cm3)</b>		2.13		2.08		1.95											
<b>Densidad Seca (gr/cm3)</b>		1.91		1.86		1.75											
<b>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																	
		<b>Molde</b>		<b>1</b>		<b>Molde</b>		<b>2</b>		<b>Molde</b>		<b>3</b>					
<b>Humedad despues de compactacion</b>		11.65%		11.78%		11.35%											
<b>DATOS DE ABSORCION</b>																	
		<b>Molde</b>		<b>1</b>		<b>Molde</b>		<b>2</b>		<b>Molde</b>		<b>3</b>					
<b>Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)</b>		17,650.00		17,524.00		17,194.00											
<b>Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)</b>		17,125.00		16,854.00		16,325.00											
<b>Porcentaje de Absorción</b>		6.12%		8.03%		11.11%											
																	
<b>ENSAYO DE EXPANSION</b>																	
<b>Cte. Dial Expansión</b>		0.001		<b>Molde</b>		<b>1</b>		<b>Molde</b>		<b>2</b>		<b>Molde</b>		<b>3</b>			
		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES											
<b>Pesas de sobrecarga (kg)</b>		4.54		4.54		4.54											
<b>Fecha</b>		<b>Hora</b>		<b>Tiempo Trans.</b>		<b>Dial</b>		<b>Pulg.</b>		<b>% Exp.</b>		<b>Dial</b>		<b>Pulg.</b>		<b>% Exp.</b>	
14/02/22		15.30		00 horas		6.4		0.006		0.00%		7.35		0.007		0.00%	
15/02/22		15.30		24 horas		7.25		0.007		0.02%		8.35		0.008		0.02%	
16/02/22		15.30		48 horas		8.62		0.009		0.05%		9.65		0.010		0.05%	
17/02/22		15.30		72 horas		9.35		0.009		0.06%		10.25		0.010		0.06%	
18/02/22		15.30		96 horas		10.25		0.010		0.08%		11.69		0.012		0.09%	
<b>ENSAYO DE PENETRACION</b>																	
<b>Velocidad</b>		1.27		mm/min		<b>Molde</b>		<b>1</b>		<b>Molde</b>		<b>2</b>		<b>Molde</b>		<b>3</b>	
		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES											
<b>Area Pistón</b>		3.0		Pulg. Cuadradas		4.54		4.54		4.54							
<b>Tiempo</b>		<b>Penetración</b>		<b>Carga</b>		<b>Esfuerzo</b>		<b>Carga</b>		<b>Esfuerzo</b>		<b>Carga</b>		<b>ESFUER.</b>			
		(mm)		(pulg)		KN		Lbf		PSI		KN		Lbf		PSI	
0.5 min		0.64		0.025		0.47		106		35		0.45		101		34	
1.0 min		1.27		0.050		0.75		169		56		0.68		153		51	
1.5 min		1.91		0.075		0.95		214		71		0.80		180		60	
2.0 min		2.54		0.100		1.12		252		84		0.90		202		67	
4.0 min		5.08		0.200		1.64		369		123		1.23		277		92	
6.0 min		7.62		0.300		2.05		461		154		1.49		335		112	
8.0 min		10.16		0.400		2.39		537		179		1.74		391		130	
10.0 min		12.70		0.500		2.70		607		202		2.00		450		150	

*Ing. Emiliano Alvarez Escalante*  
**ING. CIVIL ESPECIALISTA**  
**EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES**  
**CIP Nº 184003**

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)				
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 329.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 329.129)				
<b>PROYECTO :</b> INCORPORACION DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021.				
<b>UBICACIÓN :</b> CUSCO- CUSCO				
<b>SOLICITA :</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.			<b>CALICATA :</b> C-03	
<b>FECHA :</b> FEBRERO DE 2022			<b>TIPO :</b> Subrasante	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
Muestra N°	1	2	3	4
Peso de la capsula	15.22	14.73	15.16	14.33
Peso capsula + suelo humedo	40.49	32.05	37.23	38.56
Peso capsula + suelo seco	35.51	28.48	32.48	32.82
Numero de golpes	36	33	23	19
Peso suelo seco	20.29	13.75	17.33	18.59
Peso agua	4.98	3.57	4.74	5.84
% humedad	24.54%	25.96%	27.35%	30.34%
<b>LIMITE PLASTICO</b>				
Muestra	1	2	3	PROMEDIO
Peso de la capsula	15.82	14.83	14.91	
Peso capsula + suelo humedo	29.83	20.04	19.81	
Peso capsula + suelo seco	19.87	19.21	19.02	
Peso suelo seco	4.85	4.38	4.11	
Peso agua	0.96	0.83	0.79	
% humedad	19.79%	18.96%	18.22%	18.92%
<b>RESULTADOS:</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<input type="text" value="28%"/>			
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<input type="text" value="19%"/>			
<b>INDICE PLASTICO</b>	<input type="text" value="9%"/>			
<b>OBSERVACIONES:</b> Material muestreado in situ.				

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)</b>		
	PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCA, CUSCO, 2021".		
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	FECHA:	FEBRERO DE 2022
SOLICITANTE:	MOLLO ONOFRE, VICTORIA.	CALICATA:	C-3

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

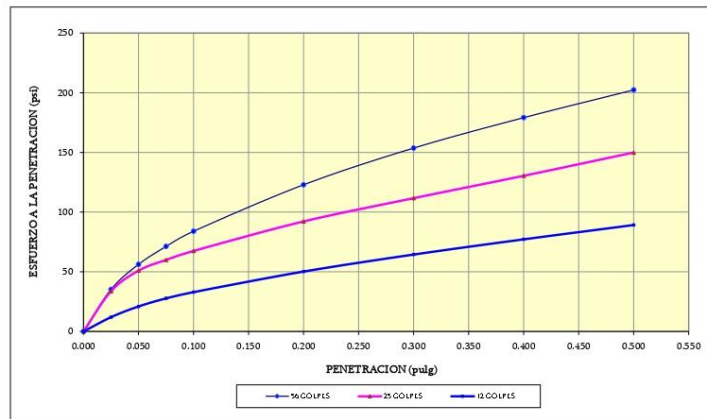
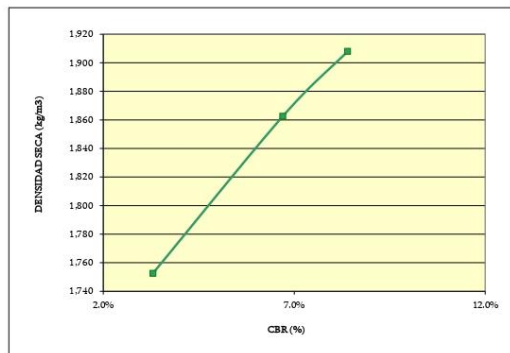


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



**RESULTADOS:**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	<b>1.905</b>
HUMEDAD OPTIMA (%)	<b>11.36%</b>

CBR AL 95% DE MDS =	<b>5.2%</b>
CBR AL 100% DE MDS =	<b>8.4%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	0.08%	6.12%
25 GOLFES	0.09%	8.03%
12 GOLFES	0.10%	11.11%


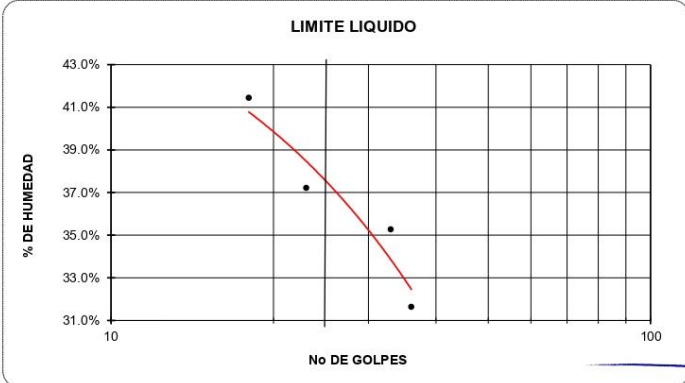
VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	<b>1.02</b>

OBSERVACION: **CONFORME**

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003

**CALICATA 02- CON 3% DE CENIZA.**

<b>DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)</b>				
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)				
<b>PROYECTO :</b> "INCORPORACION DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".				
<b>UBICACIÓN :</b> CUSCO- CUSCO				
<b>SOLICITA :</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.			<b>CALICATA :</b> 2 (CENIZA 3%)	
<b>FECHA :</b> FEBRERO DE 2022			<b>TIPO :</b> Subrasante	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
Muestra N°	1	2	3	4
Peso de la capsula	14.35	14.79	15.32	14.48
Peso capsula. + suelo humedo	50.34	39.22	44.89	46.63
Peso capsula + suelo seco	41.69	32.85	36.87	37.21
Numero de golpes	36	33	23	18
Peso suelo seco	27.34	18.06	21.55	22.73
Peso agua	8.65	6.37	8.02	9.42
% humedad	31.64%	35.27%	37.22%	41.44%
				
<b>LIMITE PLASTICO</b>				
Muestra	1	2	3	<b>PROMEDIO</b>
Peso de la capsula	14.82	15.79	14.74	
Peso capsula. + suelo humedo	21.18	20.43	20.63	
Peso capsula + suelo seco	19.99	19.59	19.54	
Peso suelo seco	5.17	3.80	4.80	
Peso agua	1.19	0.84	1.09	
% humedad	23.02%	22.11%	22.71%	22.61%
<b>RESULTADOS:</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		<input type="text" value="38%"/>		
<b>LIMITE PLASTICO</b>		<input type="text" value="23%"/>		
<b>INDICE PLASTICO</b>		<input type="text" value="15%"/>		
				
<b>OBSERVACIONES:</b> <u>Material muestreado in situ.</u>				

*Ing. Emiliario Alvarez Escalante*  
 ING. CIVIL - ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES  
 CIP. N° 184003

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA  
(PROCTOR MODIFICADO)  
MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

**PROYECTO** : "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".  
**UBICACIÓN** : CUSCO- CUSCO **CALICATA:** 2 (CENIZA 3%)  
**SOLICITA** : MOLLO ONOFRE, VICTORIA.  
**FECHA** : FEBRERO DE 2022 **TIPO:** Subrasante

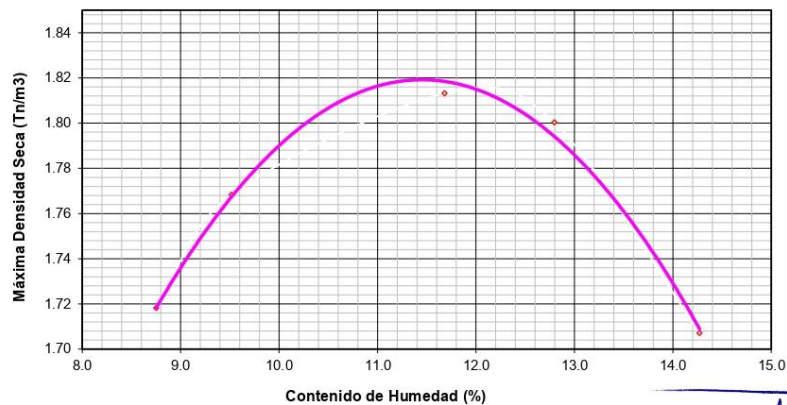
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	9882	10027	10215	10227	10057
Peso del Molde	gr.	5906	5906	5906	5906	5906
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3976	4121	4309	4321	4151
Densidad Humedad	gr/cc.	1.87	1.94	2.02	2.03	1.95
Densidad Seca	gr/cc.	1.72	1.77	1.81	1.80	1.71

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	378.07	393.34	415.52	430.97	456.77
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	347.65	359.16	372.06	382.08	399.73
Peso del Agua	gr.	30.42	34.18	43.46	48.89	57.04
Peso del Suelo Seco	gr.	347.65	359.16	372.06	382.08	399.73
Contenido de Humedad	%	8.75	9.52	11.68	12.80	14.27
Contenido de Humedad Promedio	%	8.75	9.52	11.68	12.80	14.27


**DENSIDAD MAXIMA =** 1.813 Tn/m<sup>3</sup>      **HUMEDAD OPTIMA =** 11.68%

**CURVA DE COMPACTACION**




**OBSERVACIONES:** Material muestreado in situ.

Ing. Emilitano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIR. N° 184003

	<b>LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)</b>											
	<b>PROYECTO:</b> "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCA, CUSCO, 2021".											
<b>UBICACIÓN:</b> CUSCO- CUSCO					<b>FECHA:</b> FEBRERO DE 2022							
<b>SOLICITANTE:</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.					<b>CALICATA:</b> (CENIZA 3%)							
<b>Clasificación de Suelos</b>												
<b>SUCS:</b> CL					<b>Límite de Atterberg</b>							
<b>AASTHO:</b> A-6(8)					<b>Límite Líquido:</b> 38%		<b>Límite Plástico:</b> 23%					
<b>Máxima Densidad Seca (Kg/ m3):</b> 1.81					<b>Índice de Plasticidad:</b> 15%							
<b>Humedad Óptima:</b> 11.68%												
<b>Otros Datos</b>												
<b>Método de Compactación:</b> NTP 339.141 (Proctor Modificado)					<b>Preparación Especial:</b> Ninguna							
<b>Retenido Tamiz N° 3/4 (19 mm):</b> 0.00%					<b>Condición de la Muestra:</b> Remojada							
<b>DATOS DE COMPACTACION</b>												
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>						
		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES						
<b>Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)</b>		13,115.00		12,745.00		12,542.00						
<b>Peso del Molde (gr)</b>		8,550.00		8,512.00		8,502.00						
<b>Volumen (cm3)</b>		2,140.60		2,148.05		2,127.57						
<b>Peso de la Muestra Compacta (gr)</b>		4,565.00		4,233.00		4,040.00						
<b>Densidad Humeda (gr/cm3)</b>		2.13		1.97		1.90						
<b>Densidad Seca (gr/cm3)</b>		1.91		1.77		1.70						
<b>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>												
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>						
<b>Humedad despues de compactacion</b>		11.68%		11.32%		11.49%						
<b>DATOS DE ABSORCION</b>												
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>						
<b>Peso M-M C. despues de Inmersión (gr)</b>		17,655.00		17,285.00		17,082.00						
<b>Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)</b>		17,102.00		16,654.00		16,378.00						
<b>Porcentaje de Absorción</b>		6.47%		7.75%		8.94%						
<b>ENSAYO DE EXPANSION</b>												
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>						
<b>Cte. Dial Expansión</b>		0.001		25 GOLPES		10 GOLPES						
<b>Pesas de sobrecarga (kg)</b>		4.54		4.54		4.54						
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Tiempo Trans.</b>	<b>Dial</b>	<b>Pulg.</b>	<b>% Exp.</b>	<b>Dial</b>	<b>Pulg.</b>	<b>% Exp.</b>	<b>Dial</b>	<b>Pulg.</b>	<b>% Exp.</b>	
14/02/22	15.30	00 horas	6.54	0.007	0.00%	7.48	0.007	0.00%	8.54	0.009	0.00%	
15/02/22	15.30	24 horas	10.24	0.010	0.08%	11.52	0.012	0.09%	12.35	0.012	0.08%	
16/02/22	15.30	48 horas	11.56	0.012	0.11%	13.62	0.014	0.13%	14.62	0.015	0.13%	
17/02/22	15.30	72 horas	12.54	0.013	0.13%	14.51	0.015	0.15%	15.64	0.016	0.15%	
18/02/22	15.30	96 horas	13.25	0.013	0.15%	15.34	0.015	0.17%	16.32	0.016	0.17%	
<b>ENSAYO DE PENETRACION</b>												
		<b>Molde 1</b>		<b>Molde 2</b>		<b>Molde 3</b>						
<b>Velocidad</b>		1.27 mm/min		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES				
<b>Area Pistón</b>		3.0 Pulg. Cuadradas		4.54		4.54		4.54				
		<b>Penetración</b>		<b>Carga</b>		<b>Esfuerzo</b>		<b>Carga</b>		<b>Esfuerzo</b>		
<b>Tiempo</b>		<b>(mm)</b>	<b>(pulg)</b>	<b>KN</b>	<b>Lbf</b>	<b>PSI</b>	<b>KN</b>	<b>Lbf</b>	<b>PSI</b>	<b>KN</b>	<b>Lbf</b>	<b>PSI</b>
0.5 min		0.64	0.025	0.59	133	44	0.52	117	39	0.21	47	16
1.0 min		1.27	0.050	0.93	209	70	0.78	175	58	0.37	83	28
1.5 min		1.91	0.075	1.19	268	89	0.93	209	70	0.49	110	37
2.0 min		2.54	0.100	1.40	315	105	1.05	236	79	0.59	133	44
4.0 min		5.08	0.200	2.05	461	154	1.42	319	106	0.89	200	67
6.0 min		7.62	0.300	2.56	576	192	1.73	389	130	1.14	256	85
8.0 min		10.16	0.400	2.99	672	224	2.02	454	151	1.36	306	102
10.0 min		12.70	0.500	3.38	760	253	2.32	522	174	1.58	355	118



  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003



PROYECTO: "TESIS"

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)</b>		
	<b>PROYECTO:</b> "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCA, CUSCO, 2021".		
<b>UBICACIÓN:</b> CUSCO- CUSCO	<b>FECHA:</b> FEBRERO DE 2022		
<b>SOLICITANTE:</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.	<b>CALICATA:</b> 2 (CENIZA 3%)		

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

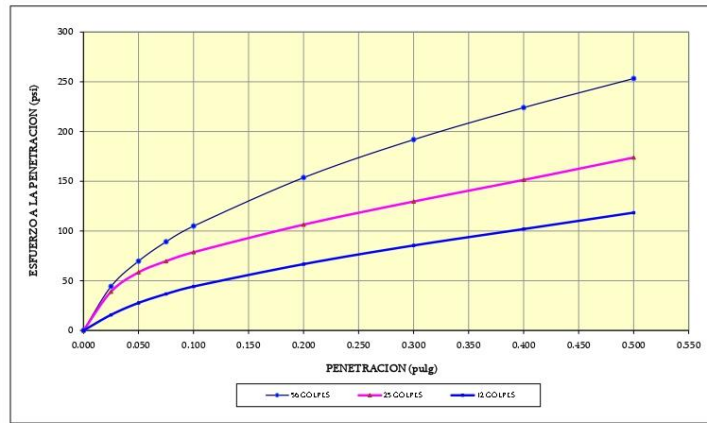
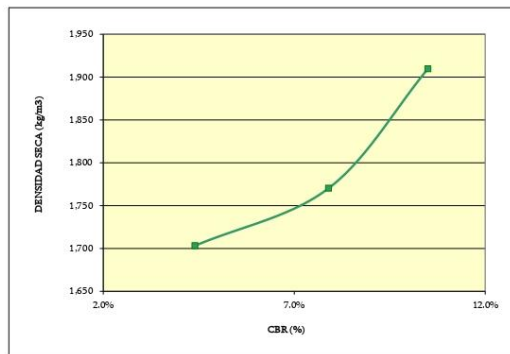


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



**RESULTADOS:**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	<b>1.813</b>
HUMEDAD OPTIMA (%)	<b>11.68%</b>

CBR AL 95% DE MDS =	<b>8.2%</b>
CBR AL 100% DE MDS =	<b>10.5%</b>


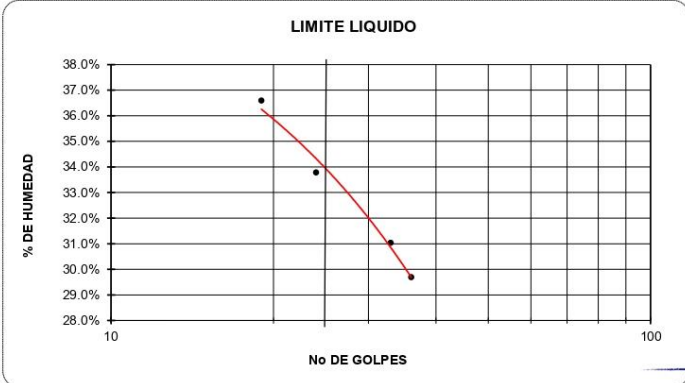
	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	0.15%	6.47%
25 GOLFES	0.17%	7.75%
12 GOLFES	0.17%	8.94%

VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION:	
CBR (0.1') / CBR (0.2') =	1.03
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

**OBSERVACIONES:** Material muestreado in situ.

**Ing. Emiliario Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP: N° 184003

**CALICATA 02- CON 7% DE CENIZA.**

<b>DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)</b>				
<small>LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)</small>				
<p><b>PROYECTO :</b> "INCORPORACION DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCA, CUSCO, 2021".</p>				
<p><b>UBICACIÓN :</b> CUSCO- CUSCO</p>				
<p><b>SOLICITA :</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.</p>			<p><b>CALICATA :</b> 2 (CENIZA 7%)</p>	
<p><b>FECHA :</b> FEBRERO DE 2022</p>			<p><b>TIPO :</b> Subrasante</p>	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
Muestra N°	1	2	3	4
Peso de la capsula	15.86	14.43	14.96	14.76
Peso capsula. + suelo humedo	29.75	36.47	48.62	44.21
Peso capsula + suelo seco	26.57	31.25	40.12	36.32
Numero de golpes	36	33	24	19
Peso suelo seco	10.71	16.82	25.16	21.56
Peso agua	3.18	5.22	8.5	7.89
% humedad	29.69%	31.03%	33.78%	36.60%
				
<b>LIMITE PLASTICO</b>				
Muestra	1	2	3	<b>PROMEDIO</b>
Peso de la capsula	14.99	14.24	15.85	
Peso capsula. + suelo humedo	20.46	20.37	20.49	
Peso capsula + suelo seco	19.43	19.26	19.63	
Peso suelo seco	4.44	5.02	3.78	
Peso agua	1.03	1.11	0.86	
% humedad	23.20%	22.11%	22.75%	
<b>RESULTADOS:</b>				
		<p><b>LIMITE LIQUIDO</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">34%</span></p>		
		<p><b>LIMITE PLASTICO</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">23%</span></p>		
		<p><b>INDICE PLASTICO</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11%</span></p>		
				
<p><b>OBSERVACIONES:</b> <u>Material muestreado in situ.</u></p>				

  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRE  
 CIP- N° 184003

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA  
 (PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

**PROYECTO** : "INCORPORACIÓN DE GENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".

**UBICACIÓN** : CUSCO- CUSCO **CALICATA:** 2 (GENIZA 7%)

**SOLICITA** : MOLLO ONOFRE, VICTORIA.

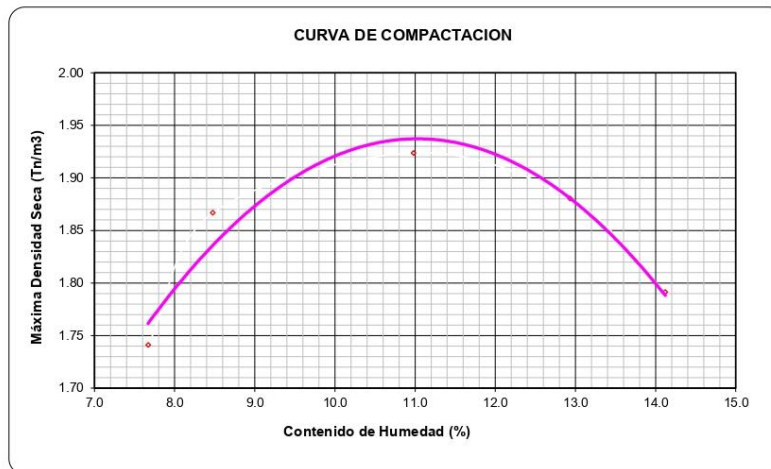
**FECHA** : FEBRERO DE 2022 **TIPO:** Subrasante

Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	9895	10215	10449	10425	10256
Peso del Molde	gr.	5906	5906	5906	5906	5906
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3989	4309	4543	4519	4350
Densidad Humedad	gr/cc.	1.87	2.02	2.13	2.12	2.04
Densidad Seca	gr/cc.	1.74	1.87	1.92	1.88	1.79

**CONTENIDO DE HUMEDAD**


Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	384.64	401.32	418.10	435.05	446.56
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	357.24	369.96	376.74	385.23	391.31
Peso del Agua	gr.	27.40	31.36	41.36	49.82	55.25
Peso del Suelo Seco	gr.	357.24	369.96	376.74	385.23	391.31
Contenido de Humedad	%	7.67	8.48	10.98	12.93	14.12
Contenido de Humedad Promedio	%	7.67	8.48	10.98	12.93	14.12

**DENSIDAD MAXIMA =** 1.924 Tn/m<sup>3</sup>      **HUMEDAD OPTIMA =** 10.98%



**OBSERVACIONES:** Material muestreado in situ.

*Ing. Emiliario Alvarez Escalante*  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003

	<b>LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)																
	<b>PROYECTO:</b> "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCA. CUSCO, 2021".																
	<b>UBICACIÓN:</b> CUSCO- CUSCO				<b>FECHA:</b> FEBRERO DE 2022												
<b>SOLICITANTE:</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.				<b>CALICATA:</b> (CENIZA 7%)													
<b>Clasificación de Suelos</b>																	
			SUCS: CL		Límite Líquido: 34%												
Maxima Densidad Seca (Kg/ m3): 1.92			AASHTO: A-6(5)		Límite Plástico: 23%												
Humedad Optima: 10.98%					Índice de Plasticidad: 11%												
<b>Otros Datos</b>																	
Método de Compactación: NTP 339.141 (Proctor Modificado)				Preparación Especial: Ninguna													
Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm): 0.00%				Condición de la Muestra: Remojada													
<b>DATOS DE COMPACTACION</b>																	
		Molde 1			Molde 2			Molde 3									
		56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES									
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		13,145.00			12,984.00			12,648.00									
Peso del Molde (gr)		8,550.00			8,512.00			8,502.00									
Volumen(cm3)		2,140.60			2,148.05			2,127.57									
Peso de la Muestra Compacta (gr)		4,595.00			4,472.00			4,146.00									
Densidad Humeda (gr/cm3)		2.15			2.08			1.95									
Densidad Seca (gr/cm3)		1.94			1.89			1.76									
<b>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																	
Humedad despues de compactacion		10.54%			10.25%			10.98%									
<b>DATOS DE ABSORCION</b>																	
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)		17,685.00			17,524.00			17,188.00									
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		17,092.00			16,895.00			16,534.00									
Porcentaje de Absorción		6.94%			7.50%			8.14%									
<b>ENSAYO DE EXPANSION</b>																	
Cte. Dial Expansión		0.001			56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES						
Pesas de sobrecarga (kg)		4.54			4.54			4.54									
Fecha		Hora		Tiempo Trans.		Dial		Pulg.		% Exp.		Dial		Pulg.		% Exp.	
14/02/22		15.30		00 horas		4.58		0.005		0.00%		5.34		0.005		0.00%	
15/02/22		15.30		24 horas		6.51		0.007		0.04%		7.14		0.007		0.04%	
16/02/22		15.30		48 horas		7.51		0.008		0.06%		8.61		0.009		0.07%	
17/02/22		15.30		72 horas		8.32		0.008		0.08%		9.32		0.009		0.09%	
18/02/22		15.30		96 horas		9.65		0.010		0.11%		10.25		0.010		0.11%	
<b>ENSAYO DE PENETRACION</b>																	
Velocidad		1.27		mm/min		56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES					
Area Pistón		3.0		Pulg. Cuadradas		4.54			4.54			4.54					
Tiempo		Penetración		Carga		Esfuerzo		Carga		Esfuerzo		Carga		ESFUER.			
		(mm)		(pulg)		KN		Lbf		PSI		KN		Lbf		PSI	
0.5 min		0.64		0.025		0.74		166		55		0.71		160		53	
1.0 min		1.27		0.050		1.17		263		88		1.07		241		80	
1.5 min		1.91		0.075		1.48		333		111		1.27		286		95	
2.0 min		2.54		0.100		1.75		393		131		1.43		321		107	
4.0 min		5.08		0.200		2.56		576		192		1.94		436		145	
6.0 min		7.62		0.300		3.21		722		241		2.36		531		177	
8.0 min		10.16		0.400		3.74		841		280		2.76		620		207	
10.0 min		12.70		0.500		4.23		951		317		3.16		710		237	



  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP Nº 184003

	<b>LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".		
	UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO	FECHA: FEBRERO DE 2022	
	SOLICITANTE: MOLLO ONOFRE, VICTORIA.	CALICATA: 2 (CENIZA 7%)	

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

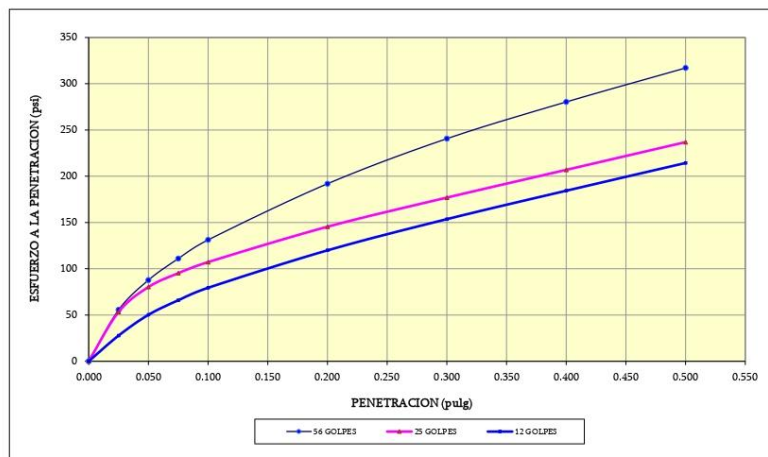
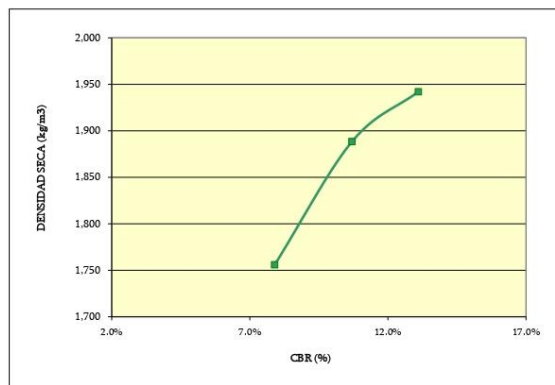


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



**RESULTADOS:**

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m3)	<b>1.924</b>
HUMEDAD OPTIMA (%)	<b>10.98%</b>

CBR AL 95% DE MDS =	<b>10.1%</b>
CBR AL 100% DE MDS =	<b>13.1%</b>

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.11%	6.94%
25 GOLPES	0.11%	7.50%
12 GOLPES	0.10%	8.14%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	1.02
OBSERVACION:	<b>CONFORME</b>

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CP- N° 184003

**CALICATA 02- CON 11% DE GENIZA.**

<b>DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)</b>					
<small>LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)</small>					
<b>PROYECTO :</b> "INCORPORACION DE GENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".					
<b>UBICACIÓN :</b> CUSCO- CUSCO					
<b>SOLICITA :</b> MOLLO ONOFRE, VICTORIA.			<b>CALICATA :</b> 2 (GENIZA 11%)		
<b>FECHA :</b> FEBRERO DE 2022			<b>TIPO :</b> Subrasante		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>					
Muestra N°	1	2	3	4	
Peso de la capsula	15.69	14.9	15.12	14.81	
Peso capsula. + suelo humedo	48.04	40.95	49.08	32.84	
Peso capsula + suelo seco	41.32	35.01	40.72	28.31	
Numero de golpes	34	31	23	16	
Peso suelo seco	25.63	20.11	25.6	13.5	
Peso agua	6.72	5.94	8.36	4.53	
% humedad	26.22%	29.54%	32.66%	33.56%	
<b>LIMITE PLASTICO</b>					
Muestra	1	2	3	<b>PROMEDIO</b>	<b>RESULTADOS:</b>  LIMITE LIQUIDO <input type="text" value="31%"/>  LIMITE PLASTICO <input type="text" value="21%"/>  INDICE PLASTICO <input type="text" value="10%"/>
Peso de la capsula	14.71	15.41	14.30		
Peso capsula. + suelo humedo	20.00	20.63	20.04		
Peso capsula + suelo seco	19.05	19.73	19.03		
Peso suelo seco	4.34	4.32	4.73		
Peso agua	0.95	0.90	1.01		
% humedad	21.89%	20.83%	21.35%	21.36%	
<b>OBSERVACIONES:</b> Material muestreado in situ.					

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA  
(PROCTOR MODIFICADO)**

**MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

**PROYECTO** : "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARÁ LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".

**UBICACIÓN** : CUSCO- CUSCO **CALICATA:** 2 (CENIZA 11%)

**SOLICITA** : MOLLO ONOFRE, VICTORIA.

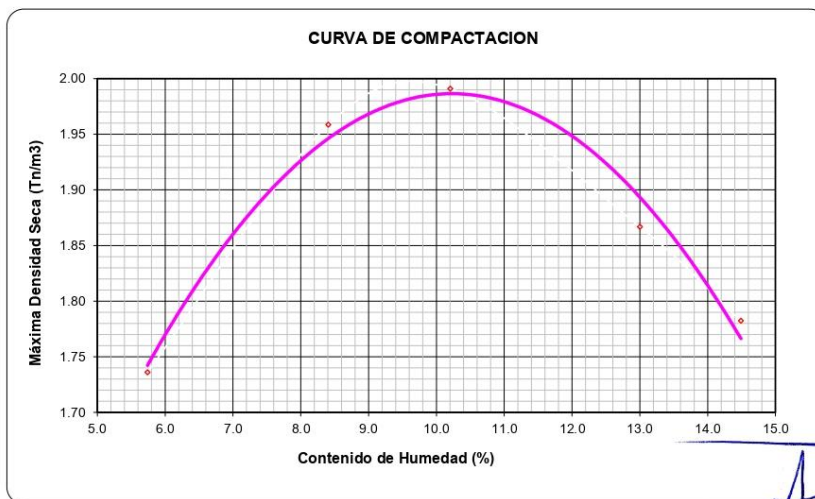
**FECHA** : FEBRERO DE 2022 **TIPO:** Subrasante

Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	9812	10424	10575	10395	10248
Peso del Molde	gr.	5906	5906	5906	5906	5906
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3906	4518	4669	4489	4342
Densidad Humedad	gr/cc.	1.84	2.12	2.19	2.11	2.04
Densidad Seca	gr/cc.	1.74	1.96	1.99	1.87	1.78

**CONTENIDO DE HUMEDAD**


Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	371.74	397.58	412.61	440.25	450.97
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	351.56	366.75	374.41	389.60	393.89
Peso del Agua	gr.	20.18	30.83	38.20	50.65	57.08
Peso del Suelo Seco	gr.	351.56	366.75	374.41	389.60	393.89
Contenido de Humedad	%	5.74	8.41	10.20	13.00	14.49
Contenido de Humedad Promedio	%	5.74	8.41	10.20	13.00	14.49

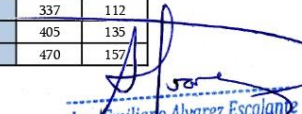
**DENSIDAD MAXIMA =** 1.991 Tn/m<sup>3</sup>      **HUMEDAD OPTIMA =** 10.20%



**OBSERVACIONES:** Material muestreado in situ.

Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- Nº 184003

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)											
	PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCA, CUSCO, 2021".											
UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO				FECHA: FEBRERO DE 2022								
SOLICITANTE: MOLLO ONOFRE, VICTORIA.				CALICATA: CENIZA 11%								
Clasificación de Suelos						Límites de Atterberg						
Máxima Densidad Seca (Kg/ m3):		1.99		SUCS: CL		Límite Líquido:		31%				
Humedad Óptima:		10.20%		AASHTO: A-4(4)		Límite Plástico:		21%				
						Índice de Plasticidad:		10%				
Otros Datos												
Método de Compactación: NTP 339.141 (Proctor Modificado)				Preparación Especial: Ninguna								
Retenido Tamiz N° 3/4 (19 mm): 0.00%				Condición de la Muestra: Remojada								
<b>DATOS DE COMPACTACION</b>												
		1		2		3						
		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES						
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		13,195.00		12,931.00		12,557.00						
Peso del Molde (gr)		8,550.00		8,512.00		8,502.00						
Volumen (cm3)		2,140.60		2,148.05		2,127.57						
Peso de la Muestra Compacta (gr)		4,645.00		4,419.00		4,055.00						
Densidad Humeda (gr/cm3)		2.17		2.06		1.91						
Densidad Seca (gr/cm3)		1.97		1.83		1.72						
<b>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>												
		1		2		3						
Humedad después de compactación		10.35%		12.35%		10.58%						
<b>DATOS DE ABSORCIÓN</b>												
		1		2		3						
Peso M+M C. después de Inmersión (gr)		17,735.00		17,471.00		17,097.00						
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		16,854.00		16,475.00		16,114.00						
Porcentaje de Absorción		10.61%		12.51%		12.91%						
<b>ENSAYO DE EXPANSION</b>												
		1		2		3						
Cte. Dial Expansión		0.001		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES				
Pesas de sobrecarga (kg)		4.54		4.54		4.54						
Fecha		Hora		Tiempo Trans.		Dial		Pulg.		% Exp.		
14/02/22		15.30		00 horas		5.64		0.006		0.00%		
15/02/22		15.30		24 horas		6.89		0.007		0.03%		
16/02/22		15.30		48 horas		11.25		0.011		0.12%		
17/02/22		15.30		72 horas		11.58		0.012		0.13%		
18/02/22		15.30		96 horas		12.35		0.012		0.15%		
<b>ENSAYO DE PENETRACION</b>												
		1		2		3						
Velocidad		1.27 mm/min		56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES				
Área Pistón		3.0 Pulg. Cuadradas		4.54		4.54		4.54				
Tiempo		Penetración		Carga		Esfuerzo		Carga		ESFUER.		
		(mm) (pulg)		KN Lbf PSI		KN Lbf PSI		KN Lbf PSI				
0.5 min		0.64 0.025		0.88 198 66		0.77 173 58		0.27 61 20				
1.0 min		1.27 0.050		1.40 315 105		1.16 261 87		0.49 110 37				
1.5 min		1.91 0.075		1.77 398 133		1.38 310 103		0.65 146 49				
2.0 min		2.54 0.100		2.09 470 157		1.55 348 116		0.77 173 58				
4.0 min		5.08 0.200		3.06 688 229		2.11 474 158		1.17 263 88				
6.0 min		7.62 0.300		3.83 861 287		2.56 576 192		1.50 337 112				
8.0 min		10.16 0.400		4.47 1005 335		2.99 672 224		1.80 405 135				
10.0 min		12.70 0.500		5.05 1135 378		3.44 773 258		2.09 470 157				

  
**Ing. Emiliario Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRE  
 CIP: N° 184003



	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA CALLE LUCEROS DE FRANCIA, CUSCO, 2021".		
UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO	FECHA: FEBRERO DE 2022		
SOLICITANTE: MOLLO ONOFRE, VICTORIA.	CALICATA: 2 (CENIZA 11%)		

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

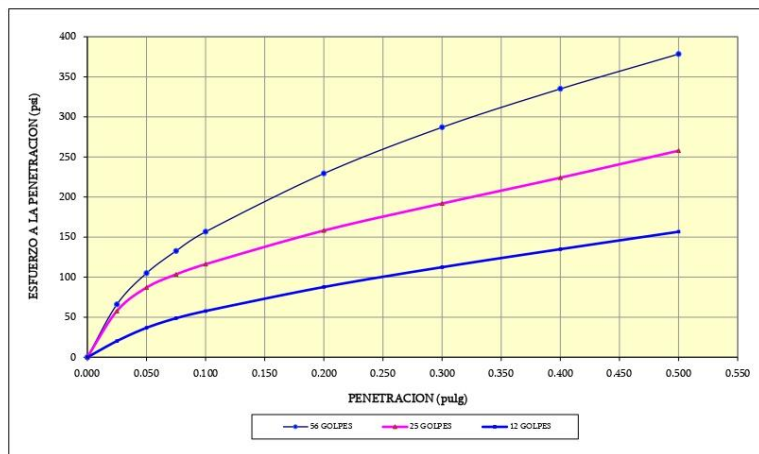
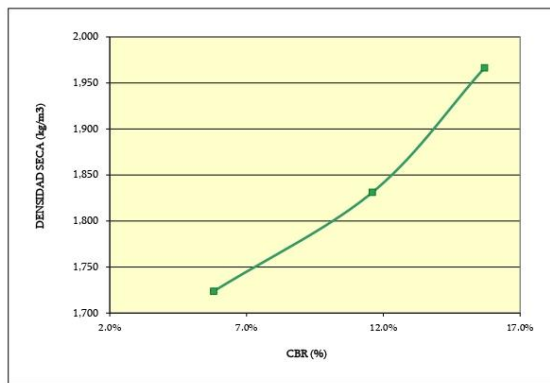


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



**RESULTADOS:**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.991
HUMEDAD OPTIMA (%)	10.20%

CBR AL 95% DE MDS =	12.2%
CBR AL 100% DE MDS =	15.7%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.15%	10.61%
25 GOLPES	0.14%	12.51%
12 GOLPES	0.15%	12.91%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	1.03

OBSERVACION: **CONFORME**

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003

## Anexo 8. Certificado de calibración del equipo



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



### CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 03128 - 2021**

PROFORMA : 1491A Fecha de emisión : 2021-04-08

SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
Dirección : CAL.PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : PAJ4102  
N° de Serie : B451405168  
Capacidad Máxima : 4100 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 5 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 2 °C  
Fecha de Calibración : 2021-03-24

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

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

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

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

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 03129 - 2021**

PROFORMA : 1491A Fecha de emisión : 2021-03-29

**SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**  
Dirección : CAL.PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : JR  
Modelo : GR-30  
N° de Serie : No Indica  
Capacidad Máxima : 30 kg  
Resolución : 0,001 kg  
División de Verificación : 0,01 kg  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 0,2 kg  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : Laboratorio  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2021-03-25

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

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

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

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

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-03133-2021**

PROFORMA : 1491AC1 Fecha de emisión : 2021 - 04 - 07 Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.  
DIRECCIÓN : Cal.Peru Mza. X Lote. 13 Urb. Ttio Cusco-Cusco-Wanchaq
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PRENSA HIDRAULICA**  
Marca : MATEST Capacidad Máxima : 50 kN / 5098.6 kgf  
Modelo : S205P106 División de Escala, d : 0.001 kN / 0,1 kgf  
N° Serie : S205P106/AZ/0001 Procedencia : Italia  
Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO  
Indicacion : kN

3.- **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**

La calibración se realizó el día 24 de marzo del 2021 en las instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

4. **MÉTODO.**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. **TRAZABILIDAD.**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-043-2020

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	12,3 °C	12,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	49,0 %	49,0 %

7. **OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP:0316



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-03135-2021

PROFORMA : 1491A Fecha de emisión: 2021 - 04 - 07 Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.**  
Dirección : Cal.Peru Mza. X Lote. 13 Urb. Ttio Cusco-Cusco-Wanchaq

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASA GRANDE**

Marca : MATEST  
Modelo : S172X  
N° de Serie : S172X/AD/0001  
Procedencia : Italia  
Identificación : No indica  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2021-03-03

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

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

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

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

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	11,9 °C	11,9 °C
Humedad Relativa	43,4 %	43,4 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 03136 - 2021**

**PROFORMA** : 1491A      Fecha de emisión : 2021-04-07      Página : 1 de 3

**SOLICITANTE** : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.  
Dirección : Cal.Peru Mza. X Lote. 13 Urb. Ttio Cusco-Cusco-Wanchaq

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TAMIZ  
Marca : HUMBOLT  
Modelo : N° 200  
N° de serie : EE195483  
N° de tamiz : No. 200  
Tamaño de abertura : 75 µm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : U. S. A.  
Ubicación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2021-03-24

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	12,2 °C	12,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	49,2%	50,2%

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

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

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

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

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

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
**Gerente Técnico**  
**CFP : 0316**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC-3137-2021**

PROFORMA : 1491A

Fecha de emisión : 2021-04-07

Página : 1 de 3

**SOLICITANTE** : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.  
Dirección : CAL.PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MÁQUINA DE ABRASIÓN LOS ANGELES**

Marca : MATEST  
Modelo : YGM12168  
N° de Serie : YGM12168/AD/0256  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : ITALIA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2021-03-24

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

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

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

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida.

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

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	11,6 °C	11,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	50 % HR	50 % HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolas Ramos Paucar**  
Gerente Técnico.  
CFP :0316



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 03138 - 2021**

PROFORMA: 1491A

Fecha de emisión : 2021-04-12

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : UNITEST S.A.C**

Dirección : Cal. Peru Mza. X Lote.13 Tío Cusco - Cusco - Wanchaq

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN**

**: EQUIPO PDL-5**  
Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
Nº de Serie : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2021-03-25

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

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de UNITEST S.A.C

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

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la NTP 339.159 2015

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

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	10,3 °C	10,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	56 %HR	52 %HR

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolas Ramos Paucar**  
**Gerente Técnico.**  
**CFP :0316**





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-03261-2021**

PROFORMA : 1491A Fecha de emisión : 2021 - 04 - 12 Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : UNITEST S.A.C.**  
Dirección : Cal.Peru Mza. X Lote. 13 Urb. Ttio Cusco - Cusco - Wanchaq

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CORTE DIRECTO**  
Marca : GILSON  
Modelo : HM-382  
N° Serie : 4183  
Intervalo de indicación : 1500 Lbf ( 6670 N)  
Resolución : 0,1 Lbf  
Procedencia : No Indica  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2021 - 03 - 24

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de UNITEST S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	11,9 °C	11,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	59 %HR	59 %HR

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

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

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

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
**Gerente Técnico**  
**C.F.P. N° 0316**



Anexo 9. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

<b>UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.</b> CAL. PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO ALTURA QUINTO PARADERO DE TTIO WANCHAQ - CUSCO - CUSCO		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20490872508 EB01-17				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>11/03/2022</b> Señor(es) : <b>VICTORIA MOLLO ONOFRE</b> DNI : <b>47622180</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación :						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
3.00	UNIDAD	ENSAYOS: DE CBR, LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO INDICE DE PLASTICIDAD, PRORTOR, GRANULOMETRIA	254.237288135	0.00	899.9999999979	0.00
3.00	UNIDAD	ENSAYOS DE: CBR LIMITE DE CONSISTENCIA, PROCTOR MODIFICADO, GRANULOMETRIA	254.237288135	0.00	899.9999999979	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/1,800.00
<p><b>SON: UN MIL OCHOCIENTOS Y 00/100 SOLES</b></p>						
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Gravada : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 1,525.42</span> Op. Exonerada : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</span> Op. Inafecta : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</span> ISC : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</span> IGV : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 274.58</span> ICBPER : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</span> Otros Cargos : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</span> Otros Tributos : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</span> Monto de Redondeo : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</span> Importe Total : <span style="float: right; border: 1px solid black;">S/ 1,800.00</span>				
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						