



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la  
subrasante de la carretera vía Altoqosqo, Cusco, 2022**

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

**AUTOR:**

Vilca Yucra, Alejandro (ORCID: [0000-0002-0908-2119](https://orcid.org/0000-0002-0908-2119))

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**Lima – Perú**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mi madre y mis hermanos que con sus enseñanzas y sus buenos consejos han creado en mi sabiduría haciendo que hoy tenga el conocimiento de lo que soy. A Dios, luz y guía de mi existir, porque siempre está a mi lado y ha hecho posible mis logros anhelados.

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento especial a la Universidad Cesar Vallejo y a sus docentes por sus conocimientos compartidos y su apoyo constante que permitieron que culmine mis estudios superiores.

Asimismo, agradecer al rector de la universidad, Asesor de metodología de la investigación Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Indice de contenidos.....	iv
Indice de tablas.....	v
Indice de figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y Operacionalización .....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimiento.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS .....	55
ANEXOS.....	61

## Índice de tablas

Tabla 1: Muestra de la investigación - CCG.....	19
Tabla 2: Ensayos de Laboratorio.....	20
Tabla 3: Ensayos de Laboratorio Granulometría de la C-1. ....	26
Tabla 4: Ensayos de Laboratorio Granulometría C-2. ....	27
Tabla 5: Ensayos de Laboratorio Granulometría C-3. ....	29
Tabla 6: Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural .....	31
Tabla 7: Limite Liquido de C-1 NTP 339.128.....	31
Tabla 8: Limite Plástico de C-1 NTP 339.128.....	32
Tabla 9: Limites de consistencia de las calicatas .....	32
Tabla 10: Resultados a la penetración de suelo natural.....	35
Tabla 11: Resultados a la penetración de suelo natural.....	36
Tabla 12: Resultados a la penetración de suelo natural.....	38
Tabla 13: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de CMF y MPT.....	39
Tabla 14: Resumen de los resultados del ensayo de Proctor .....	40
Tabla 15: Resistencia a la comprensión a los 7 días .....	41
Tabla 16: Resistencia a la comprensión a los 14 días .....	42
Tabla 17: Resistencia a la comprensión a los 21 días .....	42
Tabla 18: Limite liquido .....	44
Tabla 19: Limite liquido .....	45
Tabla 20: Limite liquido .....	45
Tabla 21: Limite plástico.....	46
Tabla 22: Limite plástico.....	46
Tabla 23: Limite plástico.....	47
Tabla 24: Resumen .....	47



figura 30:	comparación de resultados de máxima densidad seca y contenido de humedad optimo.....	40
figura 31:	elaboración de ceniza .....	41
figura 32:	comparación de resistencia a la compresión a los 7 días .....	42
figura 33:	comparación de resistencia a la compresión a los 14 días .....	42
figura 34:	comparación de resistencia a la compresión a los 21 días .....	43
figura 35:	resistencia a la compresión 0%.....	43
figura 36:	resistencia a la compresión 15y 30% .....	44
figura 37:	comparación de limite de atterberg .....	48
figura 38:	índice plástico de 0%, 15% y 30% .....	48

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en subrasante adicionando ceniza de cascara de semilla de girasol, se realizo resistencia a la compresión del suelo (CBR), Resistencia a la compresión simple e Índice Plástico. La metodología que se utilizó para el desarrollo: el diseño cuasi experimental, el tipo es aplicada, según los resultados al incorporar ceniza de cascara de semilla de girasol serán de 0%, 15% y 30%, primer objetivo evaluar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en subrasante adicionando ceniza de cascara de semilla de girasol, segundo objetivo determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión por el método CBR y el proctor modificado, tercer objetivo determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión simple, finalmente se considero como cuarto objetivo determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en el Índice plástico del suelo en subrasante. Conclusion, la adición de ceniza de cáscara de girasol mejora las propiedades físicas y mecánicas.

**Palabras clave:** Resistencia, compresión, adición, ceniza, propiedades físicas y mecánicas



## **Abstract**

The main objective of this research was to evaluate the improvement of the physical and mechanical properties of the soil in subgrade by adding sunflower seed husk ash, soil compressive strength (CBR), simple compressive strength and Plastic Index were performed. The methodology that was used for the development: the quasi-experimental design, the type is applied, according to the results when incorporating sunflower seed husk ash will be 0%, 15% and 30%, the first objective is to evaluate the improvement of the properties physical and mechanical properties of the soil in subgrade adding sunflower seed hull ash, second objective to determine how sunflower seed hull ash influences compressive strength by the CBR method and the modified proctor, third objective to determine how the sunflower seed husk ash in the resistance to simple compression, finally it was considered as a fourth objective to determine how sunflower seed husk ash influences the plastic index of the soil in subgrade. Conclusion, the addition of sunflower husk ash improves the physical and mechanical properties.

**Keywords:** Strength, compression, shear, improvement, applied physical and mechanical properties

## I. INTRODUCCIÓN

En la etapa de la construcción de las carreteras estas conllevan diferentes etapas las cuales son el perfilado, la compactación, la producción del pavimento y más; durante estos procesos es común encontrarse con suelos que presentan deficiente comportamiento geotécnico como las arcillas, generando así deficiencias y fallas las cuales afectan el correcto comportamiento de las mismas. Se pretende aumentar la capacidad portante inicial de la subrasante con un aditivo o algún material que tenga la misma reacción, esto se reflejaría en una reducción del costo por kilómetro de construcción, pues reduciría el espesor y material de las capas de subbase y base.

A nivel internacional, actualmente se viene llevando investigaciones acerca de los beneficios que conllevan los desechos de las biomásas en el sector constructivo vial pues la ceniza se puede utilizar como relleno, como reemplazo de pequeñas fracciones de agregados, como aglutinante en sí mismo cuando contiene minerales activos, en aglutinante hidráulico, como complemento o adición de aglutinante cuando contiene minerales puzolánicos (por ejemplo, vidrio, Portland, yeso o minerales de arcilla), que en combinación con otros materiales conduce a una reacción puzolánica<sup>1</sup>. Las últimas investigaciones realizadas en México, Colombia Y Chile para la mejoramiento y estabilización de subrasante con la inclusión de cenizas provenientes de: de cascara de coco, bagazo de caña de azúcar y cisco de café, mejorando de manera considerable en el CBR, la compactación y resistencia a la compresión simple y de esta forma reutilizar los residuos de estas contribuyendo de esta manera al cuidado ambiental, aportando a la reducción económica para la construcción.

A nivel nacional, es necesaria la construcción de una infraestructura vial, de esa manera garantizar el acceso y transporte seguro y eficaz a las poblaciones. El sector transporte del Perú cuenta con una de las brechas más grandes dentro del territorio nacional, pues se estima en un 30.7%<sup>2</sup>. En la zona selvática y adina de nuestra nación se encuentran suelos mayormente arcillosos generando de esta forma fallas y problemas en el servicio que estas brindan, esto debido a diversos factores como son la mala compactación del terreno, deficientes procesos de

construcción, uso inadecuado de las vías (sobrecarga), y demás factores. En el Perú se viene buscando alternativas para mejorar dichas propiedades de los suelos en subrasante utilizando nuevos y más económicos materiales como son las cenizas de desecho de biomasa para brindar mejores características a las propiedades físico-mecánicas del suelo. En varios departamentos del Perú como Amazonas, San Martín y Lima en el tratamiento de las subrasantes de vías se encontraron diferentes tipos de suelo las cuales fueron materia de estudio aplicando cenizas de biomasa como: ceniza de carbón, ceniza de madera de fondo y ceniza de cascara de arroz; Donde se encontró suelos de baja resistencia el cual las propiedades que presenta no es adecuada para una buena construcción de carretera, lo que conllevó a una estabilización agregando estos materiales obteniendo resultados favorables.

A nivel local, la zona de Alto Qosqo está considerada como zona crítica, de peligro alto a movimientos en masa y proceso de licuefacción de suelos, ante la ocurrencia de lluvias y sismos de gran magnitud, litológicamente esta zona está constituida por secuencias de areniscas, arcillitas y diatomitas lo cual genera un pésimo comportamiento geotécnico para cimentaciones y subrasantes de vías, además se encuentra dentro del contexto de fallas geológicas activas de importante capacidad sísmogénica<sup>3</sup>. Este sector presenta un suelo pésimo en materia constructiva por lo que resulta necesario su estudio y aplicación, para mejorar las propiedades de estas, la presente tesis pretende estudiar el suelo de la subrasante de la vía Intiraymi entre los tramos 3er paradero de San Sebastián y Quillahuata.

Formulación del problema, la mayoría de las vías en el sector de Alto Qosqo se encuentran sin pavimentar perjudicando a los usuarios en épocas de lluvias obstaculizando el libre tránsito y las pocas vías que se encuentran asfaltadas presentan fallas las cuales se pueden observar en rajaduras, desgaste, y huecos. Ante ello se planteó mejorar este tipo de suelo utilizando ceniza de cascara de semilla de girasol y verificando su mejor comportamiento ante diferentes porcentajes en peso de adición de ceniza.

De lo anterior se desprende Problema General ¿De qué manera influye la adición al 0%, 15% y 30% de ceniza cascara de semilla de girasol en las propiedades físicas y mecánicas aplicadas al suelo?, Como Problemas Específicos se propuso

¿Cuánto influye la adición al 0%, 15% y 30% de ceniza cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión del suelo? ¿Cuánto influye la adición al 0%, 15% y 30% de ceniza cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión simple del suelo?, ¿Cuánto influye la adición al 0%, 15% y 30% de ceniza cascara de semilla de girasol en el índice plástico del suelo?

#### Justificación De La Investigación

Seguidamente la justificación de la investigación se da en: la Justificación Ambiental, puesto que se trata de convertir un desperdicio en un aditivo útil para la construcción. Desde el punto de vista técnico, la investigación se justifica porque permitirá investigar nuevos materiales para la ingeniería civil. La presente investigación es necesaria por que se Justifica Técnicamente, debido a que se realizara ensayos para las muestras de suelo de resistencia a la compresión por el método CBR, resistencia a la compresión simple y el analisis de limites de atterberg (plástico) , beneficiara a los futuros proyectos que se realicen en la zona y brindara un antecedente de estudio de suelos. Por otro lado se Justifica Teóricamente, por que se expone una nueva investigacion que aportara una base de datos del comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos utilizados en subrasante en el sector Altoqosqo, se evaluara el comportamiento de estas ante distintos porcentajes de ceniza de cascara de girasol, comparando el porcentaje óptimo de estas; De esta manera enriquecerá el conocimiento y las teorías de la influencia de desechos de biomasa (ceniza que nacen de la calcinacion de materiales organicos) en el comportamiento de los suelos beneficiando a las investigaciones posteriores que se realicen con este material. La Justificación Económica, esta tesis beneficiará a la parte ejecutora del proyecto debido a que sustituirá de manera complementaria, la adición de cemento, reduciendo la cantidad de esta por otro material desecho que es más fácil y económico de obtener, beneficiando de esta manera directamente a la economía de los ejecutores.

La presente investigación se propone la siguiente Hipótesis general: La incorporación de la ceniza de semilla de cascara de girasol al 0%, 15% y 30% de buena manera las propiedades de los suelos, las Hipótesis Específicas: La adición de ceniza de cascara de semilla de girasol mejora la resistencia a la compresión

con el método CBR; La adición de ceniza de cascara de semilla de girasol mejora la resistencia a la compresión simple; La adición de ceniza de cascara de semilla de girasol mejora el índice plástico del suelo en la subrasante.

El Objetivo General de la investigación es: Evaluar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en subrasante adicionando ceniza de cascara de semilla de girasol, como Objetivos Específicos se propuso; Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión por el método CBR y el proctor modificado; Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión simple por el método PDC, Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en el Índice plástico del suelo en subrasante.

## II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional podemos mencionar a: Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018), el objetivo fue: determinar la incidencia de la sustitución parcial de cemento portland compuesto (3%, 5% y 7%) compuesto comparándolo con la sustitución de ceniza de bagazo de caña de azúcar (0%, 25%, 50% y 100%) en peso y verificando las propiedades de resistencia a la compresión, compactación y CBR de un suelo granular arenoso. El tipo de investigación: fue de experimental y descriptivo, la muestra y muestreo: se realizaron 12 mezclas con cada una de las sustituciones (ceniza de bagazo de caña de azúcar y cemento portland compuesto), donde los resultados obtenidos fueron: respecto a la compactación, la combinación de 25% de CBCA (ceniza de bagazo de caña de azúcar) con 75% de CPC (cemento portland compuesto) presentando una mayor masa volumétrica seca máxima (MVSM) alcanzando a un valor de 1348kg/m<sup>3</sup>. Respecto a la compresión simple, aquella combinación que presenta mejor comportamiento a la compresión simple es de 100%CPC con 0% CBCA, para los efectos del CBR se obtuvo lo siguiente, el 5% de CPC reporta un 110%, 7% reporta un valor de 208% de CBR, llegando a la conclusión: El porcentaje que mejor comportamiento presenta es el de 25% de sustitución de CPC por CBCA en relación a suelos granulares<sup>4</sup>.

On the other hand, the author Quaranta (2019), in his research "Characterization of sunflower husk ashes and feasibility analysis of its incorporation into mixtures of soils and clays for ceramics" aimed to know the environmental suitability of the ashes originating from the combustion of sunflower husk to use it as an aggregate in clay mixtures and thus make ceramics. For this, characterization techniques were used such as pH, X-ray diffraction, ecotoxicity, particle size distribution analysis, such as optical and electronic microscopy, soluble solids, leaching test, X-ray electron dispersive analysis, conductivity, among others. The results show that the main elements are calcium, phosphorus and magnesium; furthermore, after 2 hours of stirring with distilled water, the pH and conductivity values are 17.11 mS and 11.46, respectively<sup>5</sup>.

The researcher Ivanka Netinger (2019) in her thesis "Feasibility of the use of agricultural biomass ashes for soil stabilization in road works", highlights the importance of the use of agricultural biomass, this waste is produced after the

harvests by incineration of waste, which generates large amounts of ash and represents an ecological problem. Another environmental problem is the use of natural material for the construction of the pavement layers. Currently, roads are built in places that are difficult to access, which makes it necessary to improve the mechanical characteristics of the materials to be used and these are available through stabilization means. In this investigation, 3 types of agricultural biomass ash were used as lime substitutes for hydraulically stabilized soils<sup>6</sup>.

In addition, the authors Basha and Mahmud (2019) in their research titled "Stabilization of residual soils with rice husk ash and cement" state that, using these elements, the stabilization of residual soils is studied chemically and the plasticity of the soil is reduced. For the study, the soil properties of resistance, X-ray diffraction and compaction were evaluated. On the other hand, cement and rice husks increase the moisture content and decrease the maximum dry density. Recommendations are to add 10–15% rice husk ash and 6–8% cement to improve compaction, strength, and plasticity<sup>7</sup>.

Cobos, et al. (2019), en su trabajo de investigación buscaron evaluar el potencial de estabilización del cisco de café y la cascara de coco en el comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados. La metodología aplicada fue de tipo experimental y como resultados respecto a la gravedad específica los datos arrojaron un valor de 2.56gr/cm<sup>3</sup>; respecto a la compactación el valor obtenido fue que el valor óptimo de humedad para una respectiva compactación es de 30% alcanzando una densidad seca máxima de 10, 167gr/cm<sup>3</sup> y con respecto al CBR de las muestras inalteradas fueron de 76,67% de CBR a 56 golpes, adicionando el 5% de ceniza de cisco de café (CCF) fue de 68.66%, al 10% de CCF 84.22% y al 15% de CCF fue de 99.15% por otro lado con respecto a los resultados adicionando ceniza de cascara de coco (CCO) al 5% se obtuvo 70.22% al 56 golpes, al 10% de CCO se obtuvo 85.32% y al 15% de CCO se observó 101.55% CBR, se llegó a la conclusión de que las cenizas que fueron objeto de estudio funcionan como un material conglomerante los cuales permiten aumentar las propiedades de los suelos razón por la que al agregar al 15% de ceniza se obtuvo un porcentaje muy favorable y superiores al 100%, el suelo a bajos grados de humedad (7% o menos) alteran considerablemente sus propiedades y finalmente

el suelo de origen volcánico adicionado con ceniza de materiales orgánicos (biomasa) mejora las condiciones de la subrasante de los suelos<sup>8</sup>.

Payne, Dalia (2017), en su investigación tuvo el fin de conocer cómo la estabilización de la subrasante de carreteras es influido por la escoria blanca de la fábrica ACINOX Las Tunas, la metodología de la investigación es aplicada pues se buscara dar una solución a una interrogante incluyendo escoria blanca los cuales proceden de la planta de aceros de ACINOX, la muestra y muestreo fue de 42.5kg de este residuo industrial los cuales se utilizaron como agregado fino, Los resultados obtenidos fueron respecto al ensayo de peso específico se obtuvo un promedio de 17.43KN/m<sup>3</sup> y la humedad inicial fue de 3.4% además se halló la humedad después de la inmersión con un peso específico de 2.64KN/m<sup>3</sup> y con respecto al ensayo de Proctor modificado se llegó a que la humedad optima es de 14.3%, se llegó a la siguiente conclusión de que al analizar las escorias de la fábrica ACINOX de las tunas adicionadas para la estabilización de la subrasante presenta valores en rangos permisibles, además permite ahorrar hasta en 428.00 pesos por kilómetro de suelo estabilizado<sup>9</sup>.

A nivel en otros idiomas tenemos a: Ikeagwuani, Obeta y Agunwamba (2019), el fin de la tesis es la factibilidad de utilizar como estabilizante de suelo el algodón negro (BCS) el cual es un suelo altamente expansivo, utilizando la ceniza de aserrín (SDA) y aplicarlo a la subrasante, la metodología utilizada es del tipo aplicada por que utilizo los conocimientos ya estipulados para la mejora de la subrasante, la muestra y muestreo que se utilizó al 4%, 8%, 12%, 16%, y 20%; respecto a los resultados el límite líquido se determinó por ensayo de casa grande obteniendo un valor de 86.6% mientras que el índice plástico obtenido fue de 53.4%, respecto a los valores de 4% y 16% aumentó la densidad seca máxima de 1.54g/cm<sup>3</sup> a 1.6g/cm<sup>3</sup>. Esta adición también se presentó como un aumento de en cuanto al valor de CBR del 5% al 10.5%, más sin embargo el aumento a un valor de 20% de SDA produce una disminución en los valores de CBR y la densidad seca máxima (MDD) además resulta en el aumento de la humedad óptima. Se llegó a la siguiente conclusión que la dosificación óptima para un trabajo optimo y mejorado de los suelos de la subrasante del tipo algodón negro es de 16% de SDA y 4% de cal<sup>10</sup>.



Anjani y otros (2017), el fin principal de la investigación es estabilizar el suelo de subrasante usando diferentes materiales orgánicos como con ceniza de cascara de arroz, ceniza de estiércol de vaca, ceniza de bagazo, estas se mezclarán al suelo con un porcentaje en peso de 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5%; La metodología utilizada es del tipo experimental por que manipula una de las componentes o variables agregando ceniza de biomásas, La muestra y muestreo será un suelo de una carreta de la india (el lugar de estudio) que es la proximidad de Patna en Bihar donde el suelo natural es del tipo arcilla plástica intermedia, los resultados obtenidos fueron respecto a los límites de atterberg donde el índice de plasticidad del suelo natural es de 12.36%, el límite liquido (LL) fue de 36.06% y el límite plástico (PL) fue de 23.70%, agregando 2.5% de ceniza de cascara de arroz fue de 35.20% (LL) y 24.92%(PL); a un 5% 35.06% (LL) y 25.27%(PL) ; a un 7.5%, 34.87% (LL) y 26.32%(PL); 10%, 34.52% (LL) y 27.96% (PL); 12.5%, 34.49%(LL) y 28.33%(PL); llegando a una conclusión de al adicionar más ceniza la tendencia del CBR es creciente y luego decrece, llegando de esta forma al contenido de cenizas optimo el cual es 7.5%<sup>11</sup>.

Yucheng y otros (2020), la meta general de esta investigación es la de investigar las propiedades mecánicas y la validez de las cenizas de fondo se han utilizado con éxito en diversas aplicaciones como sustituto de materiales de subrasantes convencionales, la metodología utilizada es del tipo aplicada debido a que lo realizo en un laboratorio y el problema principal fue el de mejorar las propiedades del suelo es subrasante, los resultados obtenidos son para muestras con diferentes contenidos de agua de 0%, 10% y 16% y varias presiones verticales de 50, 100, 200, 300 y 400 kPa, mientras que con la misma densidad seca de 1,23 g/cm<sup>3</sup>. Las muestras que tienen una humedad de 16% y un peso específico seco de 1.76g/cm<sup>3</sup> presentan un mayor esfuerzo cortante y dilatación en comparación con las demás, respecto al CBR el valor más significativo es cuando presenta un contenido de agua en un 16%, finalmente se llegó a la siguiente conclusión: Las cenizas de fondo al ser trituradas podrían reemplazar con los agregados tradicionales, se observó que la humedad optima de agua es el 16% y esta presenta una densidad máxima seca de 1.76g/cm<sup>3</sup><sup>12</sup>.

A nivel nacional tenemos a: Brandon (2020) como objetivo de la investigación es estudiar la incidencia de aplicación de 5 tipos de ceniza proveniente de la madera de fondo para asentar la subrasante en la Avenida Universitaria con San Felipe. Tipo de investigación es aplicada y experimental y la población son las avenidas Universitaria y San Felipe, pertenecientes al Distrito de Comas, Lima, la muestra y muestreo fueron en total cuatro dosificaciones en diferentes porcentajes (SN50 Y CF50, SN70 + CF30, SN100, SN90 + CF10) En los resultados obtenidos la primera muestra tuvo una adición de 50% al terreno natural, a una velocidad de corte de 0.143 mm/min; la segunda una adición de ceniza de madera de fondo en un 30%; la tercera cuenta con 20% de ceniza de fondo y la cuarta en un 100% es terreno natural; las cargas fueron incrementadas iniciando con 0.5 kg, 1.0 kg y 2.0 kg, donde se puede verificar que mientras más ceniza se utiliza mayor es la resistencia al corte que tendrá. En cuanto a los resultados del ángulo de fricción y la cohesión se demostró el aumento de acuerdo a la añadidura de la ceniza, además se comprobó que al añadir 30% de ceniza de fondo al material de la muestra. Llegando a la conclusión que, en el ensayo de Proctor Modificado, al adicionar 50% de ceniza de madera de fondo al terreno natural, el contenido de humedad será 6.7%, considerándolo como óptimo; lo mismo ocurre en el caso de la máxima densidad seca, que cuando se le aplica 50% de ceniza de madera de fondo al suelo natural es de 2.184 gr/cm<sup>3</sup><sup>13</sup>; finalmente las diferentes combinaciones de ceniza de madera de fondo y el material de muestra pueden disminuir la humedad óptima del suelo.

Chilcon y León (2020), el objetivo de la tesis es de precisar la incidencia de la ceniza carbón en el proceso de estabilización de los suelos arcillosos en la subrasante de las vías que corresponden a la avenida Cusco del distrito de San Martín en la ciudad de Lima. El tipo de investigación es del tipo aplicada con una población de: la Av. Cuzco en el distrito de San Martín De Porres, Lima-Perú. La muestra del presente estudio es del tipo de carretera para lo que se realizaron 4 calicatas las cuales se hizo cada 250m con una profundidad de 1.5m, Los resultados mostraron que el óptimo contenido de humedad (OCH) del terreno natural es de 27%, CC (ceniza de carbón) 13% (28.37%), CC 21% (29.27%), CC 24% (30.00%), llegando a la dosificación óptima del contenido de humedad a un porcentaje del 24%. De acuerdo al índice de plasticidad en terreno natural es de 24%, CC 13% (21.4%), CC 21% (18.4%), CC 24% (16.6). al utilizarse 24% de CC se aprecia la disminución del

Índice de Plasticidad. Respecto al CBR tenemos que Terreno Natural es 10%, CC 13% (9.815%), CC 21% (10.20%), 32 CC 24% (10.70%). La conclusión de la presente tesis es que al obtener una mezcla de 24% se llegara al resultado más optimo en lo referido al CBR y las demás propiedades<sup>14</sup>.

Diaz (2018), su trabajo tuvo el objetivo fue de mejorar la subrasante en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018 con la aplicación la cáscara de arroz, además de demostrar su efectividad. El tipo de investigación fue aplicada, la población estudiada fueron los ensayos que se hacen al estudio de mecánica de suelos, se realizaron 2 calicatas donde se extrajo la muestra del suelo, uno es el ensayo CBR que busca encontrar la capacidad de soporte del suelo y el ensayo de Proctor Modificado para hallar contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca. Los resultados obtenidos respecto a los límites de atterberg fueron de 54.40% y 50.80% el límite plástico fue de 28.10% y 28.40% donde además el índice de plasticidad fue de 26.30% y 22.30%. y respecto al Proctor modificado se obtuvo el óptimo contenido de humedad es de 11.2 % y 11.0% Y la densidad máxima seca es de 1.85g/cm<sup>3</sup> y 1.83g/cm<sup>3</sup> conclusión de la investigación fue que las propiedades del suelo mejoran con la combinación de ceniza de cascara de arroz y un suelo arcilloso; además al aumentar los porcentajes de ceniza de cascara de arroz los valores de CBR también se incrementan hasta llegar al 100%, al igual que la capacidad de soporte del Proctor modificado y del valor de la máxima densidad seca hasta en un factor 1.6 veces. De esta manera se logró obtener el porcentaje óptimo para el aumento y mejoramiento de la capacidad de los suelos con un contenido del 20% de ceniza de cáscara de arroz<sup>15</sup>.

**Conceptos teóricos**, tenemos a la **Subrasante**: esta sirve de soporte para el pavimento generalmente se encuentra en la capa superior del terraplén, está conformada por suelos las cuales deberán cumplir con características aceptables y compactadas por capas, de esta forma evita las deformaciones y fallas por las cargas de diseño que proviene del tránsito, los últimos 30cm de la subrasante deberá ser compactado en un 95%<sup>16</sup>. La subrasante también viene determinada de acuerdo al valor obtenido del CBR con ello se obtiene una estructura de soporte adecuada para la estructura de pavimento, esta se categoriza de acuerdo a su comportamiento si el CBR es menor o igual a 3% se considera malo, si es mayor

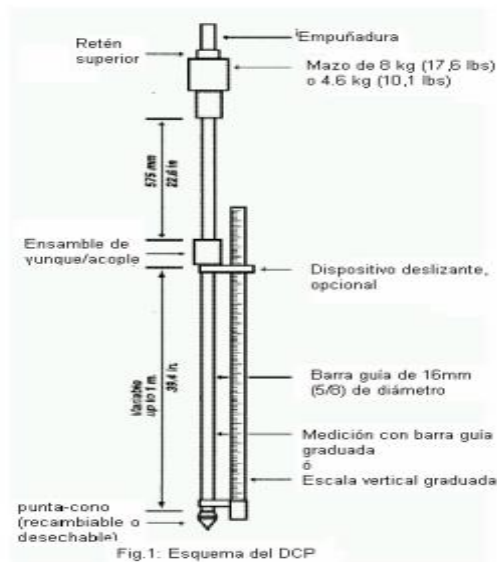
de 3 y menor o igual que 5 se considera regular, si es mayor de 5 y menor o igual de 10 se considera bueno y finalmente si es mayor a 10 es muy bueno<sup>17</sup>.

Dentro de los inconvenientes que presenta la sub rasante se encuentra de que esta no pueda soportar las cargas exigidas de diseño por el cual se recurre a la **Estabilización de suelos**: La palabra estabilización alude a la corrección de inestabilidades y desequilibrios, de manera que se define como el proceso por el cual un suelo es equilibrado y compacto, de manera que se mejoran las propiedades de un suelo incorporando productos químicos y físicos o sintéticos; otra forma de estabilizar es de manera mecánica<sup>18</sup>. Para estabilizar un suelo natural hay que modificarlas características físicas y/o mecánicas, como son: la deformabilidad o compresibilidad, la estabilidad volumétrica ante la presencia de agua, la resistencia al esfuerzo cortante, entre otros<sup>19</sup>. La estabilización de suelos que más se utiliza en estos tiempos es de aquellas en las cuales se agregan productos químicos como la cal, cemento, arenas granulares con material fino, esperando que estas reaccionen y mejoren las propiedades de los suelos y sus características geotécnicas ingenieriles<sup>20</sup>.

Asimismo, se pueden encontrar diferentes definiciones del suelo, según la rama de estudio. En el caso de las ingenierías el suelo es un depósito no consolidado de partículas minerales o sustrato terroso, conformado por diferentes fases: líquido, sólido y gaseoso, en el que se realizar diferentes obras de ingeniería<sup>21</sup>.

**Propiedades Mecánicas**, una forma de verificar la estabilización de la subrasante es verificando las **Propiedades de la subrasante**: dentro de las características que deben presentar las subrasantes tenemos a la resistencia a la compresión, CBR, Resistencia a la penetración, límites de atterberg, entre otros. Primero la **Resistencia CBR por método PDC (ASTM D6951)**. El cono dinámico de penetración fue creado en 1956 por Scala; además los estudios en campo de Livneh y Ishali (1987) y Kleyn (1975) han sido fundamentales para la evaluación de pavimentos. Posteriormente se ha extendido su uso de manera que hasta el día de hoy es uno de los ensayos más difundidos y aplicados en materia de estabilización de pavimentos<sup>22</sup>.

La resistencia a la compresión simple corresponde a las diferentes características mecánicas principales que corresponden al concreto. Es definido como el nivel de soporte de una carga por unidad de área, y son expresados en términos de esfuerzo generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada<sup>23</sup>.

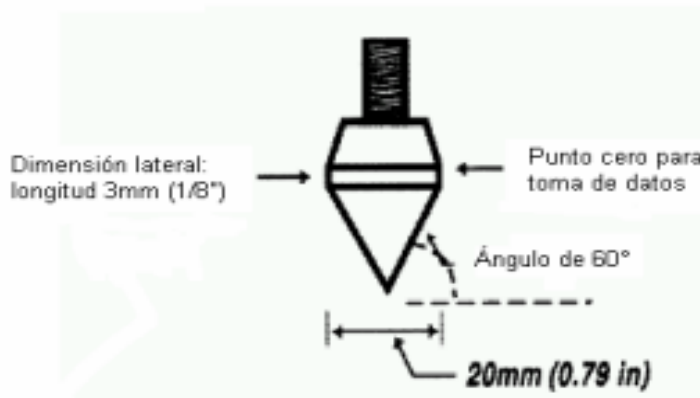


**Figura 1: Penetrómetro Dinámico De Cono**

**Fuente:** ASTM D6951

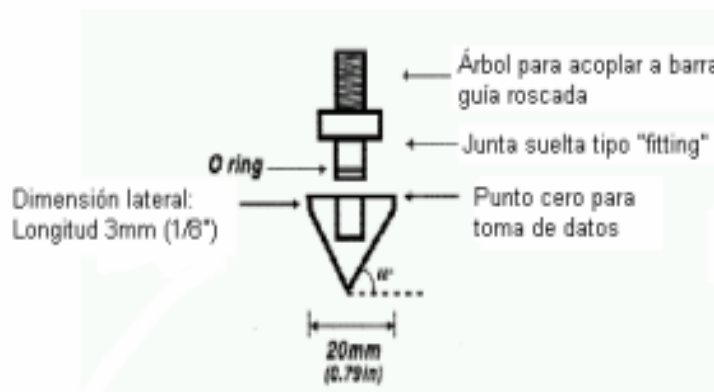
Penetrómetro Dinámico de Cono de 8kg, en la norma ASTM D6951 Se trata de un dispositivo usado para evaluar la resistencia de suelos inalterados y/o compactados es un tipo de ensayo in situ en cual sirve para evaluar el grado de resistencia, en el cual se realiza en los suelos inalterados y compactados, de manera que esta nos brinda el CBR (Razón de soporte de california), otro parámetro que nos brinda este ensayo es el espesor de las capas, también identifica las características de los suelos; la versatilidad de este ensayo nos permite realizar estudios en toda clase de superficies y a profundidades bastante coherentes para realizar un estudio de suelos adecuados; en un primer instante se realizan hasta los 39" sin embargo estas permiten expandir y mejorar la exploración de suelos a partir de extensiones de barras sin embargo si se realiza estas extensiones se deberán de cambiar la masa y la inercia de dicho ensayo además de tomar en cuenta la fricción por contacto de superficie; para la realización de este ensayo se realizara in situ en el

cual el análisis de las muestras serán lo más representativas posibles y bajo las condiciones reales existentes<sup>24</sup>.



**Figura 2: Punta De Cono Recambiable**

Fuente: ASTM D6951

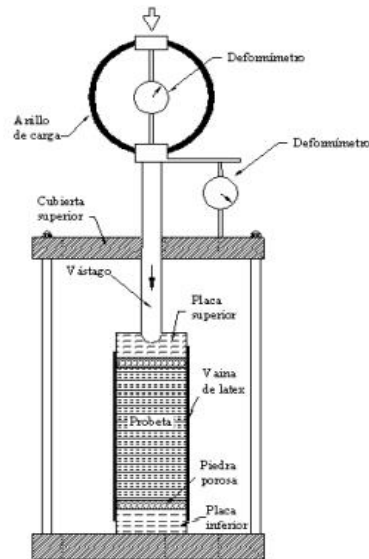


**Figura 3: Punta de cono desechable**

Fuente: ASTM D6951

Otra de las propiedades de la subrasante se tiene a La Compresión **simple (ASTM D2166)**: Esta prueba tiene la principal labor de obtener rápidamente la resistencia a la compresión y generalmente se usan en suelos finos las cuales poseen un alto grado de índice de cohesión las cuales se harán el estado confinado. El proceso de realización de las pruebas consiste en colocar la muestra de suelo el cual debe contener una dimensión de 2 a 3 veces el diámetro, las cuales se colocan en el medio de dos placas porosas las cuales transmiten las cargas por todo el área de la muestra, se aplica una carga axial hasta que el espécimen falle por el cual con un cálculo simple podremos obtener el coeficiente de cohesión y se podrá calcular la

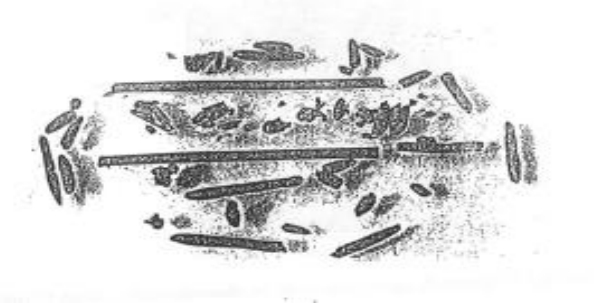
deformación unitaria que generalmente se obtiene por una deformación creciente de hasta el 20% gracias a la carga aplicada de esta forma se calcula la resistencia a la compresión inconfiada y las áreas corregidas<sup>25</sup>.



**Figura 4: Ensayo de compresión inconfiada para arcilloso**

**Fuente:** ASTM D2166

**Propiedades Físicas,** la zona de estudio presenta un suelo arcilloso por lo que También se verificaran los **Límites de atterberg:** Los suelos arcillosos presentan límites entre los estados en las cuales se suele presentar, cuando cambia de estado líquido a uno plástico se denomina índice plástico así mismo del mismo modo cuando cambia de un estado plástico a uno solido se le denomina limite plástico y límite de contracción; a estos umbrales se les denomina límites de atterberg<sup>26</sup>. Dentro de estos límites de se encuentra el **Limite Plástico (NTP 339.129, 1999):** Es el contenido de humedad, pretende indicar la humedad a la cual un suelo arcilloso pierde plasticidad e inicia su estado semisólido la manera de calcularlo se realiza a través de realizar hilos de 118pulgadas hasta que estas presenten grietas sin llegar a romperse del todo<sup>27</sup>.



**Figura 5: Limite Plástico de suelos arcillosos**

**Fuente:** NTP 339.129, 1999

**Semilla de cascara de girasol:** La semilla de girasol, botánicamente es llamado como achenio, es un fruto seco, con cascara el cual es conocido como (pericarpio) el cual es separado de la pepa de semilla<sup>28</sup>. La semilla de girasol como otros productos agrícolas pertenecen dentro de un gran campo que se les denomina **biomasa** el cual se define como: Fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico proveniente de actividades agrarias el presente trabajo explica el aprovechamiento de la ceniza de semilla de la cascara de girasol en la estabilización de los suelos, este residuo es considerado dentro de ceniza de biomasa<sup>29</sup>. **Ceniza de cascara de semilla de girasol:** esta es procedente de los residuos de combustión generalmente de la industria aceitera en el cual genera billones de toneladas de residuos no comestibles, esta no solo genera un problema ambiental debido a su lenta degradación debido a que presenta en su composición grandes cantidades de lignina, el cual limita su posibilidad de biodegradación y de uso como alimento animal, finalmente se procede a la quema de estas generando así cenizas las cuales se depositan en los materiales disminuyendo la vida útil de las mismas<sup>30</sup>.



**Figura 6: Semilla de cascara de girasol**

**Fuente:** Science



### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación:**

El trabajo realizado se enfoca en identificar a través del conocimiento científico o de conocimientos ya estudiados y ampliamente difundidos, la metodología, protocolo y tecnologías por los cuales se puede contribuir a solucionar una necesidad o un problema reconocido<sup>31</sup>.

El presente trabajo de investigación es del tipo aplicado, porque se pusieron en práctica los conocimientos previamente estudiados en base a investigaciones, la clasificación de suelos, su uso, aplicación de cenizas de biomasa, con el fin de dar una elección al porcentaje óptimo de adición de ceniza según los resultados que se obtendrán, los criterios de límites de atterberg, los resultados de laboratorio, CBR, prueba de compresión simple, y otros.

##### **Diseño de investigación:**

“Experimental del tipo cuasiexperimental”.

El diseño experimental se utiliza cuando se quiere conocer el efecto que se produce en la variable dependiente a causa de la manipulación de la variable independiente<sup>31</sup>.

El presente proyecto tendrá un diseño experimental del tipo cuasiexperimental, Debido a que se manipulará de manera intencional la cantidad de ceniza en (0%, 15% y 30%), y se pretenderá verificar la influencia de estas en las propiedades de la subrasante (variable dependiente).

#### **3.2. Variables y Operacionalización**

Las variables que se estudiaron en la investigación son: variable dependiente (las características de la subrasante de la vía Altoqosqo) y la variable independiente (las cenizas de cascara de semilla de girasol)

**Variable independiente:** Ceniza de cascara de girasol

##### **Definición conceptual:**

Pertencen a la familia de las Asteráceas, estas se encuentran en el centro de la flor el cual se desprende de la semilla, estas además representan un impacto

negativo medioambiental, pues presenta sclerotinia sclerotiorum los cual imposibilita su degradación rápida<sup>32</sup>.

**Definición operacional:**

Las dosis de la ceniza de cascara de semilla de girasol serán de 0%, 15% y 30% con respecto al peso de la muestra de suelo, además se emplearán 3 muestras de diferente composición para reducir el contenido de humedad para llegar a un volumen máximo y aumentar la resistencia la CBR

**Variable dependiente:** características de la subrasante

**Definición conceptual:**

Se refiere a la capa que se encuentra en la parte de encima del terraplén el cual sirve de apoyo de las demás capas las cuales soportan un pavimento el suelo que conforman a la subrasante debe cumplir con los requisitos mínimos estipulados y recomendados del MTC<sup>33</sup>.

**Definición operacional:**

Los suelos arcillosos presentan características y propiedades las cuales no son muy favorables a la hora de construir. Esta tesis primera evaluara el ensayo de CBR por el método PDC donde halleemos la humedad óptima para su correcta compactación para los 3 diseños (0% suelo natural o patrón, al 15% y al 30% ) para poder comparar entre las dosificaciones antes preestablecidas estas en las 3 calicatas que se realizaran in situ; luego se realizara el ensayo de compresión simple para los 3 diseños antes preestablecidos (0% suelo natural o patrón, al 15% y al 30% ) para las 3 calicatas preestablecidas in situ de manera que se realizaran 9 ensayos de compresión simple de esta forma presentar un mejor análisis en cuanto al resultado y finalmente se realizaran el ensayo de Índice plástico para verificar la humedad en el cual cambia de estado plástico a sólido, se realizara para los diseños y porcentajes ya establecidos y para las calicatas ya expuestas líneas arriba.

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

**Población.**

Una población es un conjunto universal donde se encuentran las características necesarias que se pretenden estudiar por lo cual y se la delimita para generalizar los resultados<sup>34</sup>.

La población estará compuesta por todo el area que comprende al terreno natural del sector de Alto Qosqo, el tipo de suelo es inestable con el CBR por debajo de lo recomendado por el MTC, que se utilice en la zona para fines de transitabilidad vehicular en lugar el sector de Alto Qosqo de la vía Inti Raymi entre los tramos del 3er paradero de san Sebastián con Quilla huata de una longitud de 2.5km.

de distrito de San Sebastian provincia Cusco.

Penetrómetro Dinámico de Cono de 8kg, en la norma ASTM D6951 Se trata de un dispositivo usado para evaluar la resistencia de suelos que no han sufrido ningún tipo de alteración o q están compactados, para lo cual se procede a agregar en los siguientes, (0% suelo natural o patrón, al 15% y al 30%). La razón de penetración del DCP de 8 kg puede ser usada para estimar el CBR in situ. Para obtener la medida de resistencia a la compresión de los suelos con cohesión necesaria para realizar las pruebas en estado confinado, es la prueba de compresión simple. Además, se expresa en porcentajes el contenido de humedad y el suelo está entre los estados de semisólido y plástico; el contenido más bajo de humedad bajo en el cual el suelo puede ser rolado en hilos de 3,2 mm. (118 pulg).

**Muestra:**

La muestra, es una parte derivada de la población, es un subconjunto de la población seleccionados por algún método estadístico racional, Si se tienen varias poblaciones, entonces se tendrán varias muestras<sup>35</sup>.

La vía de Alto Qosqo de la avenida de Inti Raymi entre los tramos de 3er paradero de San Sebastián hasta el sector de Quillahuata presenta una distancia de 2.5km además el IMD de la vía varía entre los 400-200 veh/día por el cual lo considera como una carretera de tercera clase, según el MTC recomienda para esta clase de vidas realizar los pozos exploratorios 2 calicatas por kilómetro por lo que para la presente investigación se realizaran 3 calicatas de 1.5m dependiendo del nivel de subrasante del proyecto, además se extraerán las muestras de suelo a las cuales se le añadirá la ceniza de cascara de semilla de girasol (0%, 15% y 30%) dichos porcentajes se extrajeron de acuerdo a las investigaciones de Chilcon que realizo la dosificación con el 13%, 21% y 24% con ceniza carbón.

Por lo tanto y de acuerdo a la recomendación del MTC se verificará el CBR en las 3 calicatas e in situ cuando el suelo sea con una adición del 0% de ceniza posteriormente se verificará en laboratorio un total de 3 ensayos (0%, 15% y 30%).

**Tabla 1:** Muestra de la investigación - CCG

DESCRIPCIÓN	COMPRESIÓN	CBR	LIMITE PLASTICO
Espécimen aplicación de Ceniza de cáscara Girasol (Grupo de control) = N	3(3) = 3	1	3(3) = 3
Espécimen con adición CCG 0%	3	1	3
Espécimen con adición CCG 15%	3	1	3
Espécimen con adición CCG 30%	3	1	3
TOTAL	9	3	9

**Fuente:** Elaboración propia

### **Muestreo.**

Se denomina muestras no probabilísticas, cuando los elementos no se eligen según la probabilidad sino son elegidas previa disposición y a propósito por el investigador<sup>36</sup>.

La elección de las muestras se realizará de acuerdo a las zonas más críticas observadas por la vía, y por conveniencia de la investigación, las muestras son elegidos por el criterio del investigador en buen juicio personal, por lo que no se requirió de fórmulas para su elección ni fue de manera aleatoria.

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

#### **Técnica de recolección de datos**

Las técnicas de análisis de datos se refieren a las herramientas útiles de los cuales el investigador se apoyará para conseguir información del tipo científico. Luego de obtener los datos se deben organizar cuantitativa y cualitativamente, según su naturaleza<sup>37</sup>.

Por eso que la presente investigación se utilizó la observación directa tanto para la elección de las zonas más críticas de la subrasante, así como en la elaboración y

proceso de los ensayos, del mismo modo se utilizó normas técnicas internacionales como nacionales.

### Instrumento de investigación

Cuando nos referimos a los instrumentos de investigación nos referimos al conjunto de documentos los cuales ayudan al investigador al momento de recabar datos y mediciones para su posterior análisis, en estos se registran las mediciones de las variables o indicadores las cuales deberán de ser lo suficientemente fiables<sup>38</sup>.

De tal forma que se realizara para aquella investigación se realizaran varios ensayos en miras de alcanzar los objetivos, para ello se necesita lo siguiente:

- Observación.
- Fichas De Recolección De Datos (Indicadores de la variable Independiente).
- Fichas De Resultados De Laboratorio (Proyecto Certificados).
- Ensayos.

**Tabla 2:** Ensayos de Laboratorio

	Ensayos	Instrumentos
Ensayos	Resistencia del suelo a la penetración. (CBR)	Fichas de Resultados de Laboratorio, según la ASTM D6951
	Resistencia a la compresión.	Fichas de Resultados de Laboratorio, según la ASTM D2166
	Índice Plástico.	Fichas de Resultados de Laboratorio según la ASTM D4318

**Fuente:** Elaboración propia

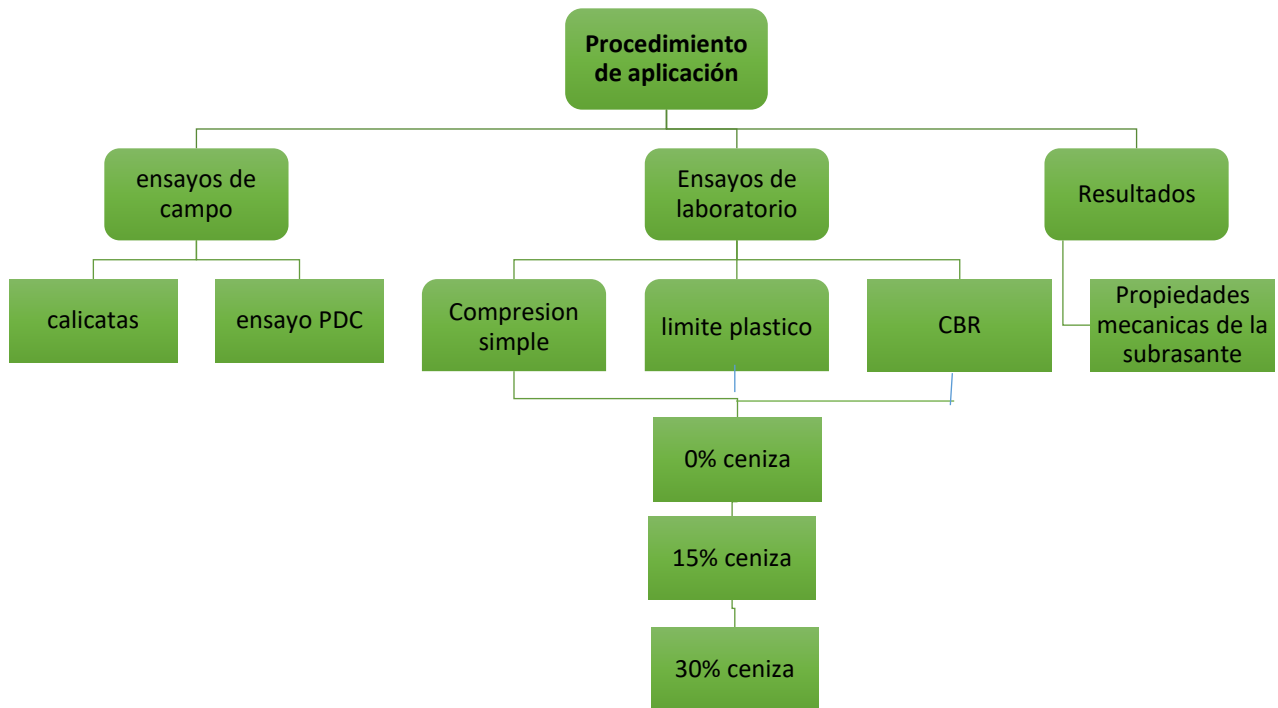
**Confiabilidad,** los instrumentos a utilizarse al momento de realizar los ensayos propuestos para la presente investigación, estas deberán de arrojar resultados

similares y coherentes, de manera que, si el ensayo realizado por el investigador es repetido en otro contexto, estas arrojaran resultados iguales a las de la presente tesis. Básicamente es el nivel en el que un instrumento genera datos consistentes y coherentes<sup>39</sup>. Para la presente tesis se elaboraron el laboratorio certificados y calibrados, así como como la utilización de software para su correcta distribución de resultados.

**Validez,** Cuando se pretende obtener una menor incertidumbre en la medida de los indicadores o variables nos referimos a la valides, que pretende dimensionar el grado precisión de un instrumento al momento de realizar la recolección de datos<sup>40</sup>. La presente investigación será a través de la verificación de 3 profesionales los cuales darán su respaldo a las fichas que se utilizó en las pruebas de laboratorio.

### **3.5. Procedimiento.**

Para la obtencion las muestras se realizo la excavacion de calicatas a una profundidad de 1.5m debajo del nivel del terreno natural, en estas se diferencian a traves de la observacion y analisis de texturas, los diferentes tipos de suelo en cada estrato los cuales son extraidos para su analisis del ensayo (CBR) luego se procede al laboratorio para realizar los ensayos de (CBR) capacidad portante de la muestra del suelo, compresion simple, limite plastico según ASTM, de esa manera se realizaron la evaluacion para la mejora de resultados.



### 3.6. Método de análisis de datos

Para estudiar y examinar los datos se utilizarán software como SPSS y Excel.

### 3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación fue desarrollado con principios éticos, de respeto a los trabajos de investigación tomados como referencia, los procedimientos de análisis de laboratorios se realizaron con un especialista del tema, y los equipos utilizados fueron previamente verificados y calibrados, los cuales al final fueron comprobados mediante la utilización del software estimando un porcentaje de similitud respectivo (25% de similitud).

#### IV. RESULTADOS

**Nombre de la investigación:**

**Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Vía Altoqosqo, Cusco, 2022**

**Ubicación:**

Departamento :Cusco

Provincia : Cusco  
Cusco

Distrito : San Sebastian

Ubicación : Carretera Inti Raimi – Quillahuata (Altoqosqo)



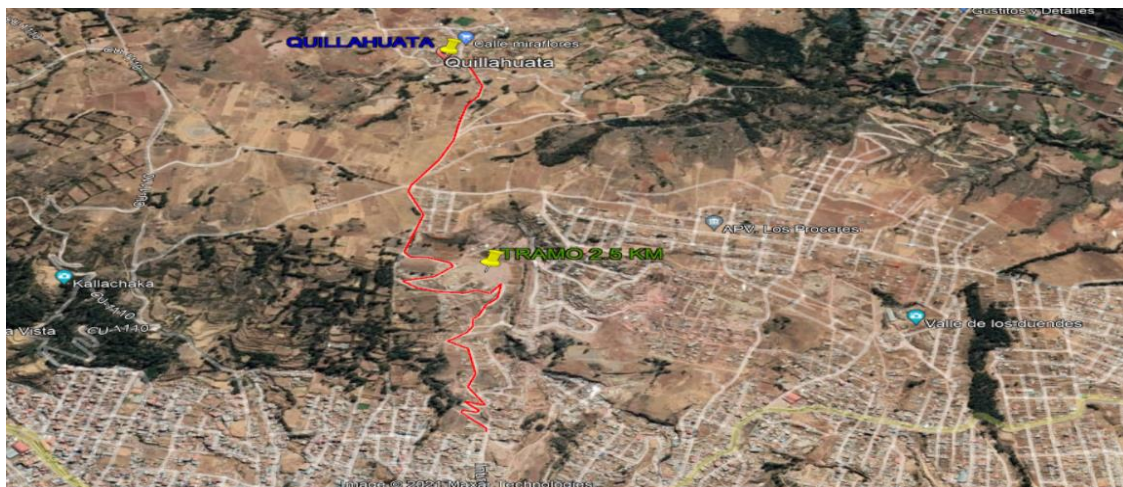
**Figura 7: Mapa del Perú**

**Fuente:** Google Maps



**Mapa de departamento**

**Localización:**



**Figura 8: Carretera Inti Raimi – Quillahuata (Altoqosqo)**

**Fuente:** Google Maps.



**El estudio** se efectuó en la carretera Inti Raimi, Quillahuata (Altoqosqo), localizada a media hora de Cusco (provincia), donde se cavaron 3 calicatas en las siguientes progresivas:

**Descripción: Calicata -1:**

Progresiva: 2 + 800 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de vía : Derecha



**Figura 9: Calicata 1**

**Fuente:** Elaboración propia

**Descripción: Calicata -2:**

Progresiva: 1 + 400 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones 1.00 x 1.20 m

Lado de vía: Izquierda



**Calicata 2**



**Figura 10: Calicata 3**

**Fuente:** Elaboración propia

**Descripción: Calicata -3:**

Progresiva: 0 + 660 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de vía: Derecha

## Trabajo de Laboratorio

Se realizaron en total 3 calicatas en diferentes progresivas, según el Manual de Carretera en la sección de suelos y pavimentos, recomienda realizar una calicata por kilometro, por ello se procedió a hacer los ensayos el cuarteo y granulométricos, y así reconocer el terreno menos adecuado para mejorarlo con la aplicación de ceniza.

**CUARTEO:** La muestra primeramente traída del campo, se extenderá sobre una superficie plana horizontal para su secado al aire (2 días).



**Figura 11: Cuarteo**

**Fuente:** Elaboración propia

**INTERPRETACIÓN.** - El cuarteo es muy importante en laboratorio puesto es necesario para diversos ensayos. El cuarteo consiste en tomar la muestra más representativa de una muestra, uno de ellos se toma para la granulometría, Proctor, CBR, límites. Aplicando los mismos pasos para cada calicata que se realizó.

**GRANULOMETRÍA.** Según la norma técnica (NTP 339.128) serie de tamices usados para el ensayo por tamizado según la norma ASTM-422, con el fin de identificar cuál de los terrenos es más desfavorable y así plantear su respectivo mejoramiento adicionando la ceniza de semilla de cascara de girasol

### CALICATA C-1 (Progresiva 2+800Km).

Tabla 3: Ensayos de Laboratorio Granulometría de la C-1.

Malla		Peso (gr)	% Ret	% Ret	% que	Especifi- caciones
Tamiz	mm.		Parcial	Acum.	Pasa	
3"	76.200				100.00	
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.0	100.00	
2"	50.600	0.0	0.00	0.0	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.0	100.00	
1"	25.400	0.0	0.00	0.0	100.00	
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.0	100.00	
3/8"	9.525	2.2	1.10	1.1	98.90	
1/4"	6.350	4.0	2.00	3.1	96.90	
No4	4.760	1.8	0.90	4.0	96.00	
10	2.000	5.2	2.70	6.7	93.30	
40	0.420	24.1	12.30	19.0	81.00	
100	0.149	25.7	13.10	32.1	67.90	
200	0.074	10.8	5.50	37.6	62.40	
< 200		121.8	62.30	99.9	0.10	
Total		<b>195.6</b>	100.00			

Fuente: Elaboración propia

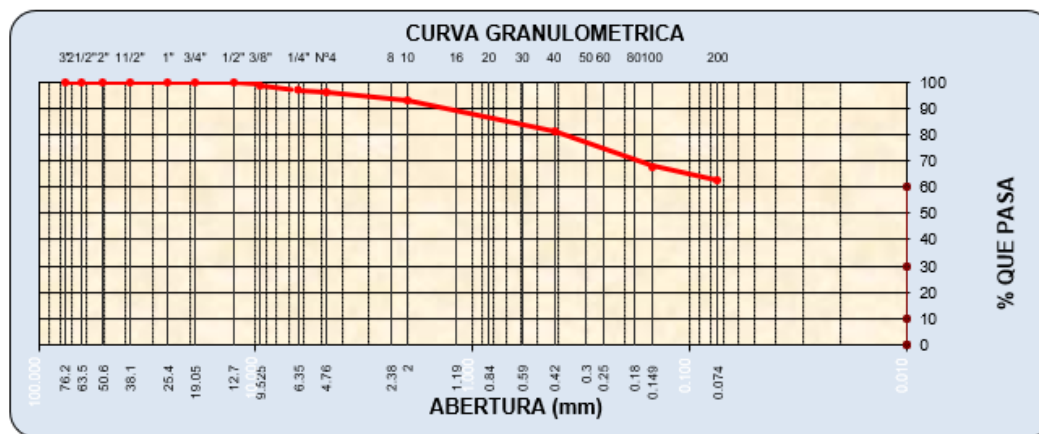


Figura 12: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 13: Tamizado granulométrico**

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.-** Gracias al ensayo granulométrico por tamizado se pudo determinar que el material obtenido de la **CALICATA 01**, en un mayor porcentaje, con el 96.00% de material logró pasar por la malla N° 4 concluyendo que es un material arcilla limoso; sin embargo solo el 0.10 % logró pasar el por la malla N° 200 por lo que es un material con poca cantidad de finos.

De acuerdo, a la muestra tomada de la calicata situada en el km 2 + 800 de la carretera Carretera Inti Raimi – Quillahuata (Altoqosqo), se pudo demostrar que pertenece al grupo A-6 (5) ello mediante la clasificación AASHTOO; también la muestra es una ARCILLA LIMOSO(CL) según la clasificación SUCS en el laboratorio (G y S E.I.R.L).

**CALICATA C-2 (progresiva 1+400Km):**

**Tabla 4:** Ensayos de Laboratorio Granulometría C-2.

Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especifi- caciones
Tamiz	mm.					
3"	76.200				100.00	
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.0	100.00	
2"	50.600	0.0	0.00	0.0	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.0	100.00	
1"	25.400	0.0	0.00	0.0	100.00	
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.0	100.00	
1/4"	6.350	4.5	0.50	0.5	99.50	
No4	4.760	23.8	2.70	3.2	96.80	
10	2.000	12.1	1.40	4.6	95.40	



40	0.420	89.7	10.00	14.6	85.40	
100	0.149	121.4	13.50	28.1	71.90	
200	0.074	121.5	13.60	41.7	58.30	
< 200		523.0	58.40	100.1	-0.10	
Total		<b>896.0</b>	100.00			

Fuente: Elaboración propio

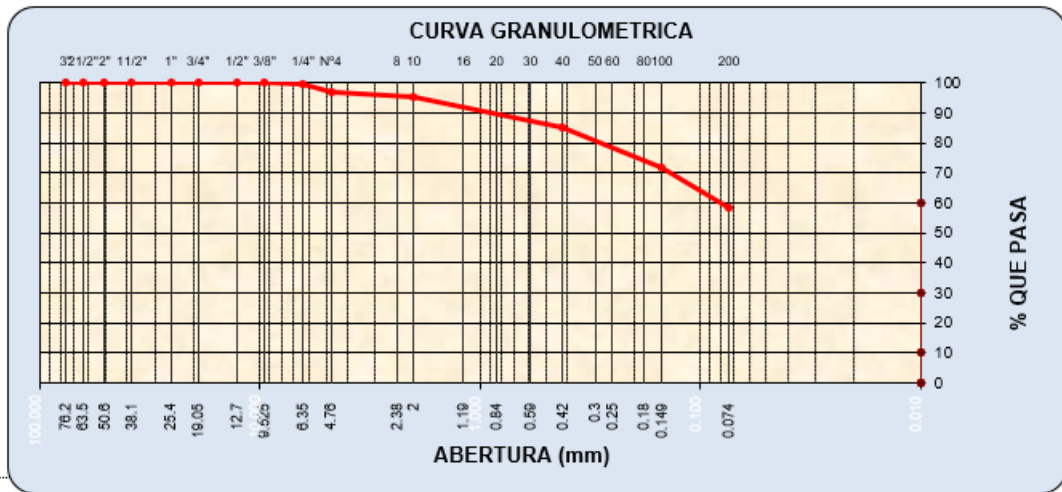


Figura 14: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 2

Fuente: Elaboración propia



Figura 15: Tamizado granulometría

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación.-** Según el ensayo granulométrico por tamizado se pudo demostrar que el material obtenido de la **CALICATA 02**, en un mayor porcentaje, con el 96.80% de material logró pasar por la malla N° 4 concluyendo que es de tipo arcilla

limoso; sin embargo solo el 0.10 % logró pasar el por la malla N° 200 por lo que es un material con poca cantidad de finos.

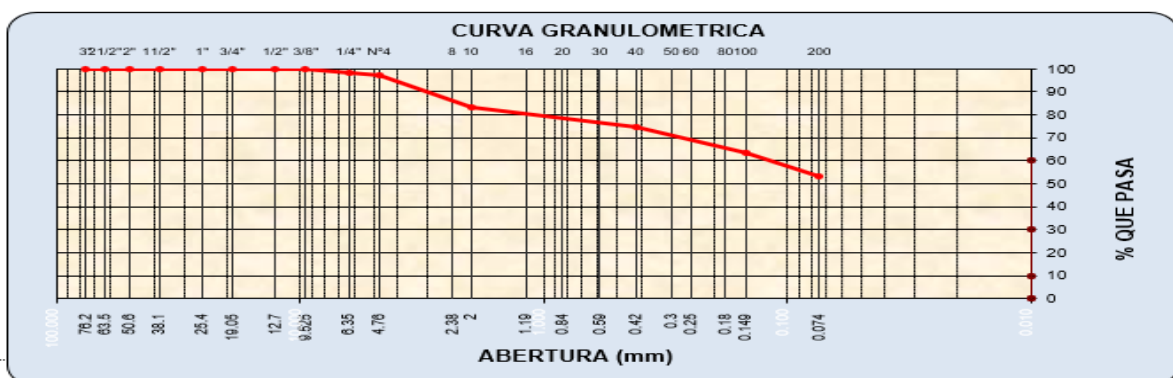
De acuerdo, a la muestra tomada de la calicata situada en el km 1 + 400 de la carretera Carretera Inti Raimi – *Quillahuata* (Altoqosqo), se pudo demostrar que pertenece al grupo ello mediante clasificación AASHTOO; además la muestra es una ARCILLA LIMOSO(CL) según la clasificación SUCS en el laboratorio (G y S E.I.R.L).

**CALICATA C-3 (progresiva 0+660Km):**

**Tabla 5:** Ensayos de Laboratorio Granulometría C-3.

Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especificaciones
Tamiz	mm.					
3"	76.200				100.00	
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.0	100.00	
2"	50.600	0.0	0.00	0.0	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.0	100.00	
1"	25.400	0.0	0.00	0.0	100.00	
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.0	100.00	
1/4"	6.350	34.0	1.80	1.8	98.20	
No4	4.760	21.9	1.20	3.0	97.00	
10	2.000	258.0	13.80	16.8	83.20	
40	0.420	154.0	8.30	25.1	74.90	
100	0.149	211.0	11.30	36.4	63.60	
200	0.074	196.0	10.50	46.9	53.10	
< 200		989.0	53.10	100.0	0.00	
Total		<b>1863.9</b>	100.00			

**Fuente:** Elaboración propio



**Figura 16: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 3**  
**Fuente:** Elaborada propia



**Figura 17: Tamizado granulometría**  
**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.-** De acuerdo al ensayo granulométrico por tamizado se pudo demostrar que el material obtenido de la **CALICATA 03**, en un mayor porcentaje, con el 97.00% de material logró pasar por la malla N° 4 concluyendo que es de tipo arcilla limoso; sin embargo nada logró pasar el por la malla N° 200.

De acuerdo, a la muestra tomada de la calicata situada en el km 0 + 660 de la carretera Inti Raimi – *Quilla huata* (Altoqosqo), se pudo demostrar que pertenece al grupo A-4 (3) ello mediante la clasificación AASHTOO y que la muestra es una ARCILLA LIMOSO(CL) según la clasificación SUCS en el laboratorio (G y S E.I.R.L).

**EN CONCLUSIÓN**, según la **calicata N°01 (+DESFAVORABLE)** se conoce como la zona de terreno menos favorable, por tal motivo se llevaron las muestras a laboratorio y allí se realizaron los ensayos Objetivos de CBR, Compresion Simple y limite liquido.

**Tabla 6:** Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural

RESUMEN DE RESULTADOS CALICATA 1		
Humedad Natural	Contenido de Humedad	7.85%
Límites de consistencia	Límite Líquido	31.35%
	Límite Plástico	19.60%
	Índice de Plasticidad	11.76%
Clasificación	SUCS	CL
	AASHTO	A-6 (5)
Parámetros Suelo	MDS	1.45 g/cm <sup>3</sup>
	Humedad Óptima	6.95 %
	AI 95%	3.37%
	AI 100 %	4.97%

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación se muestran las características de la calicata a estabilizarse (calicata N° 1)

**Tabla 7:** Límite Líquido de C-1 NTP 339.128

<b><u>Límite Líquido NTP 339.128</u></b>				
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
N.º de Golpes	33	27	25	21
Recipiente N.º	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	28.26	26.09	25.44	24.88
R + Suelo Seco	25.49	23.77	22.65	22.22
Peso Recip.	16.12	16.23	13.86	14.06
Peso Agua	2.77	2.32	2.79	2.66
Peso S. Seco	9.37	7.54	8.79	8.16
% de Humedad	29.56	30.77	31.74	32.60

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.-** Se puede visualizar el ensayo del límite líquido de la calicata N° 1 (la más desfavorable para el cual se realizara la estabilización agregando cenizas de cascara de girasol)

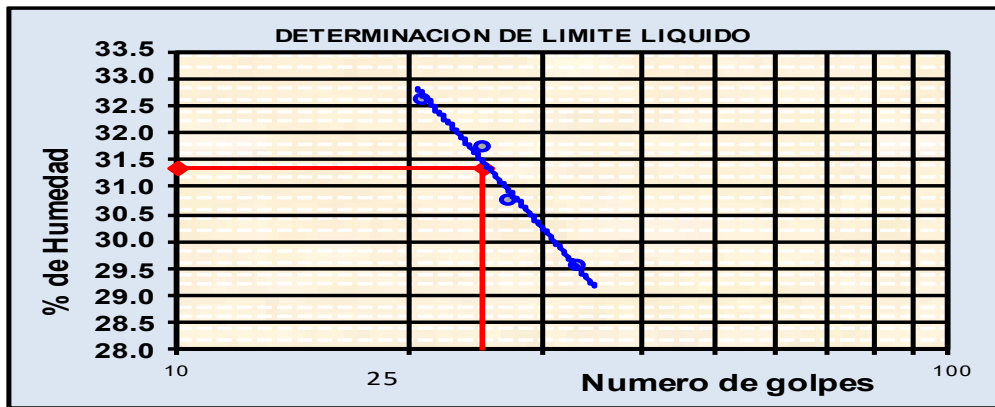


**Tabla 8:** Limite Plástico de C-1 NTP 339.128

<b><i>Límite Plástico NTP 339.128</i></b>				
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Recipiente N.º	a	b	c	
R + Suelo Hum.	16.00	14.18	15.43	
R + Suelo Seco	14.62	13.05	14.12	
Peso Recip.	7.70	7.27	7.33	
Peso Agua	1.38	1.13	1.31	
Peso S. Seco	6.92	5.78	6.79	
% de Humedad	19.94	19.55	19.29	<b>19.60</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.-** Se puede visualizar que en los ensayos del limite plastico de la calicata N° 1 (la mas desfavorable para el cual se realizara la estabilizacion agregando cenizas de cascara de girasol)



**Figura 18:** Determinación del limite

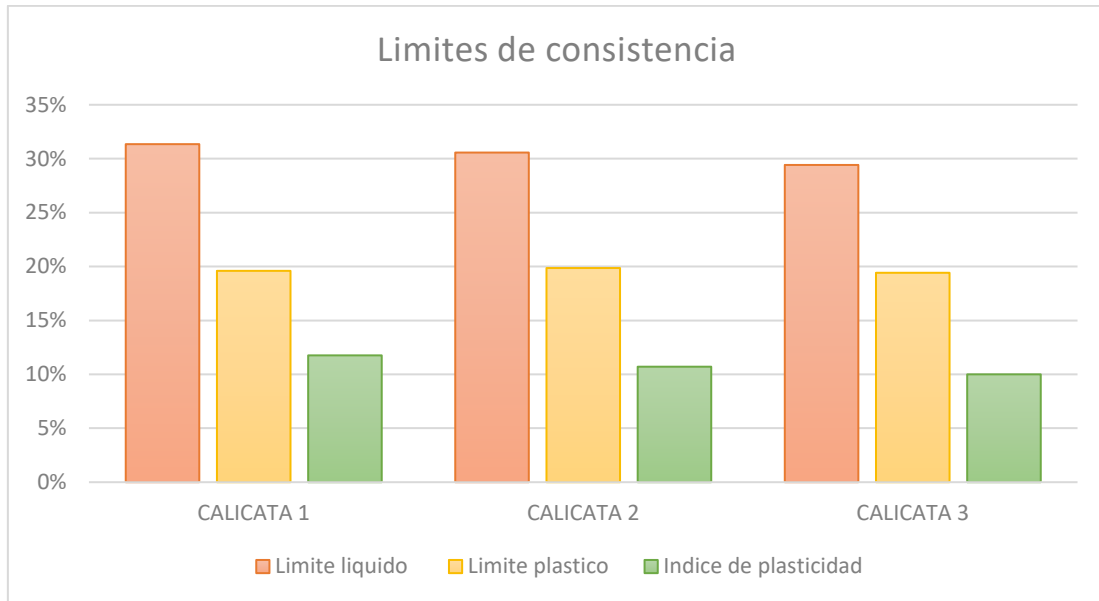
**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.** - en la figura N.º 24 se halla el limite liquido correspondiente a la calicata N.º 1 el cual resultado 31.35%.

**Tabla 9:** Limites de consistencia de las calicatas

Límites de consistencia	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
Limite liquido	31.35	30.57	29.42
Limite plástico	19.60	19.86	19.42
Índice de plasticidad	11.76	10.71	10

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 19: Elaboración de ceniza**

**Fuente:** Elaboración propia

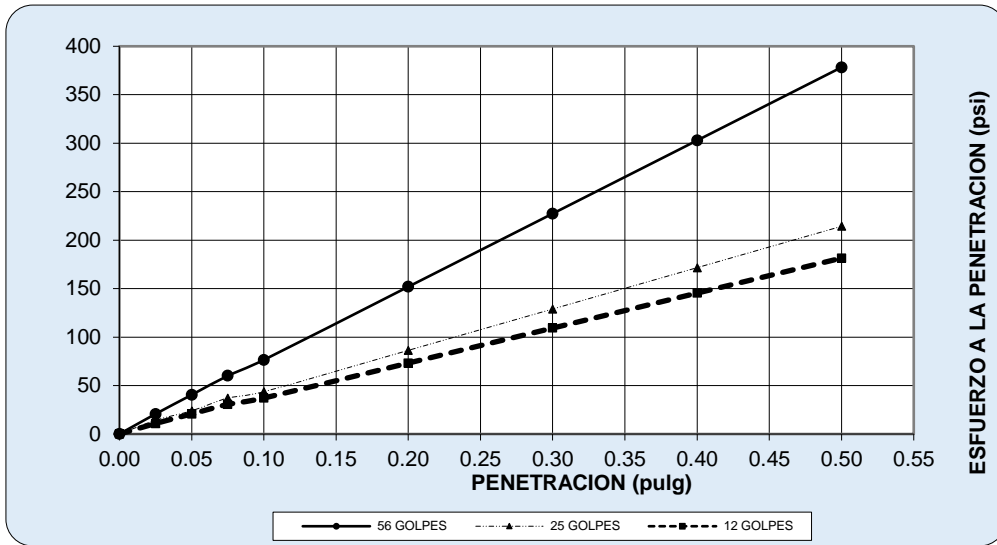
Interpretación.- Podemos apreciar debido al índice de plasticidad que la calicata N° 1 presenta el mayor de todos, el límite líquido de igual forma es el mayor con 31.35%.

### **Objetivo 1:**

Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la penetración por el método del CBR.

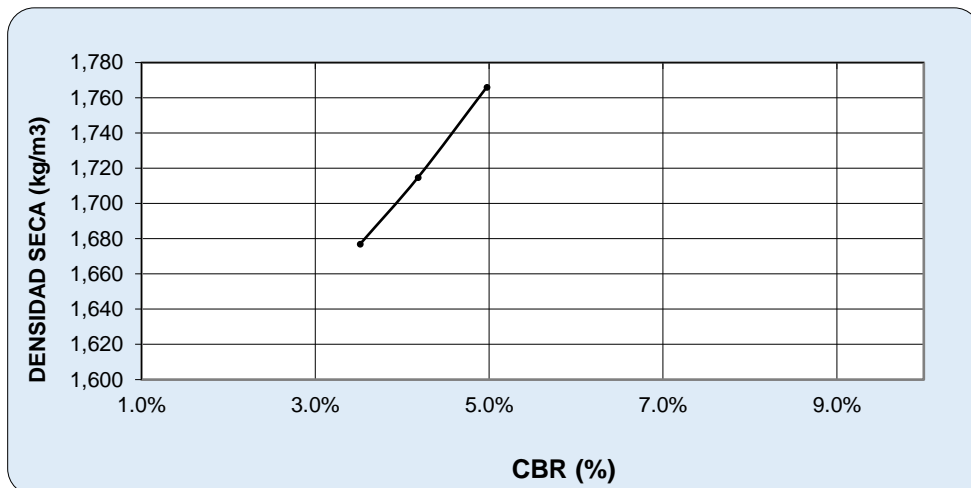
### **Reseña de ensayo de CBR**

Llamado también valor de la relación de soporte “California Bearing Ratio” es el índice con el que se evalúa la capacidad de soporte de las capas de base, subbase y de afirmado y de los suelos de subrasante. Narra el proceso para determinar el índice de resistencia de los suelos. El ensayo se puede realizar en muestras inalteradas del terreno o en suelo preparado en el laboratorio bajo ciertas condiciones de densidad y humedad.



**Figura 20: Esfuerzo a la penetración de suelo natural**

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 21: CBR**

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 10:** Resultados a la penetración de suelo natural

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m <sup>3</sup> )	1.4		
	5	CBR AL 95% DE MDS =	3.4 %
HUMEDAD OPTIMA (%)	6.9		5.0
	5	CBR AL 100% DE MDS =	%

Nro. DE GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
56 GOLPES	0.35%	5.27%	CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.75
25 GOLPES	0.78%	10.32%	
12 GOLPES	0.98%	24.21%	
			OBSERVACION:

**Fuente:** Elaboración propia

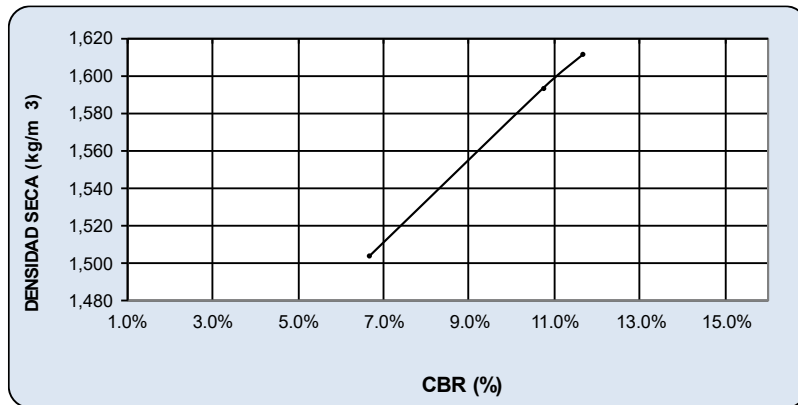
**Interpretación.-** Se puede determinar que el resultado del CBR al 95% de MDS es 3.4% y al 100% es de 5%, como también la máxima densidad seca es de 1.45 kg/m<sup>3</sup> y la humedad óptima obtenida es de 6.95% correspondiente al suelo natural (calicata N° 1).

**Figura 22:** Ensayo de CBR

**Fuente:** Elaboración propia

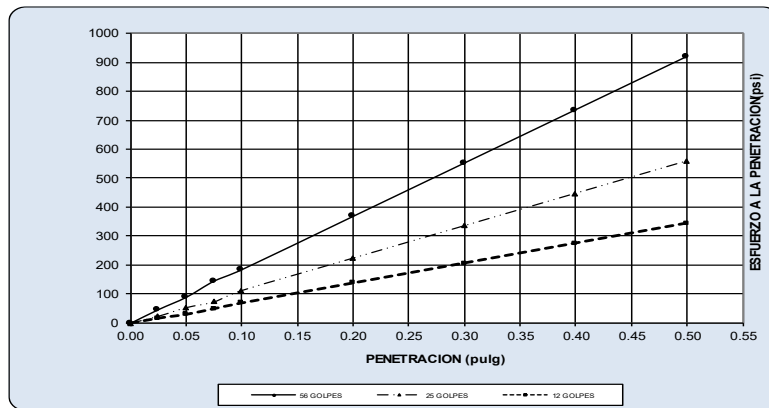


## Dosificación del 15%



**Figura 23: Esfuerzo a la penetración del 15%**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24: Esfuerzo a la penetración del 15%**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11: Resultados a la penetración de suelo natural**

RESULTADOS		
MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1.59</b>	CBR AL 95% DE MDS = <b>8.85%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%)	<b>6.33</b>	CBR AL 100% DE MDS = <b>11.65%</b>

Nro. DE GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.75  OBSERVACION:
56 GOLPES	0.35%	4.52%	
25 GOLPES	0.55%	9.12%	
12 GOLPES	0.68%	22.61%	

Fuente: Elaboración propia

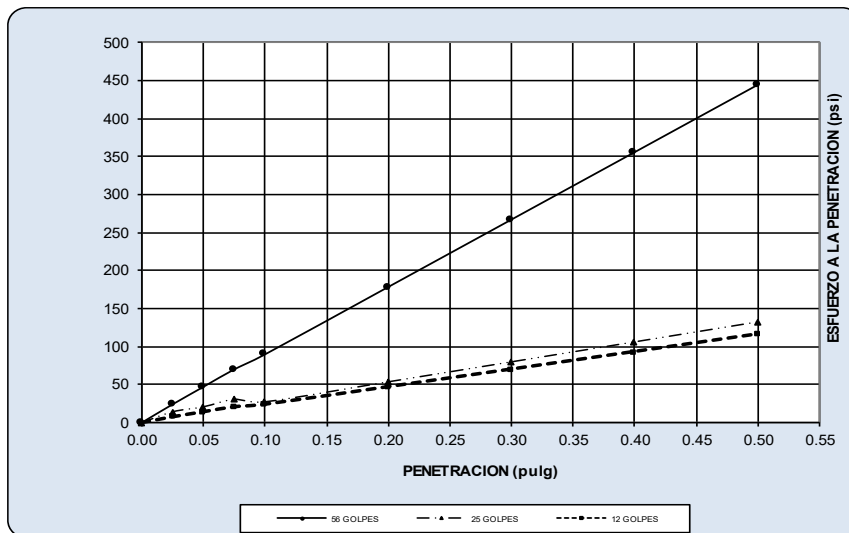
**Interpretación.-** Se puede determinar que el resultado del CBR al 95% de MDS es 8.85% y al 100% es de 11.65%, como también la máxima densidad seca es de 1.59 kg/m<sup>3</sup> y la humedad óptima obtenida es de 6.33% correspondiente al suelo adicionando 15% de ceniza de cascara de girasol.



**Figura 25: Ensayo CBR**

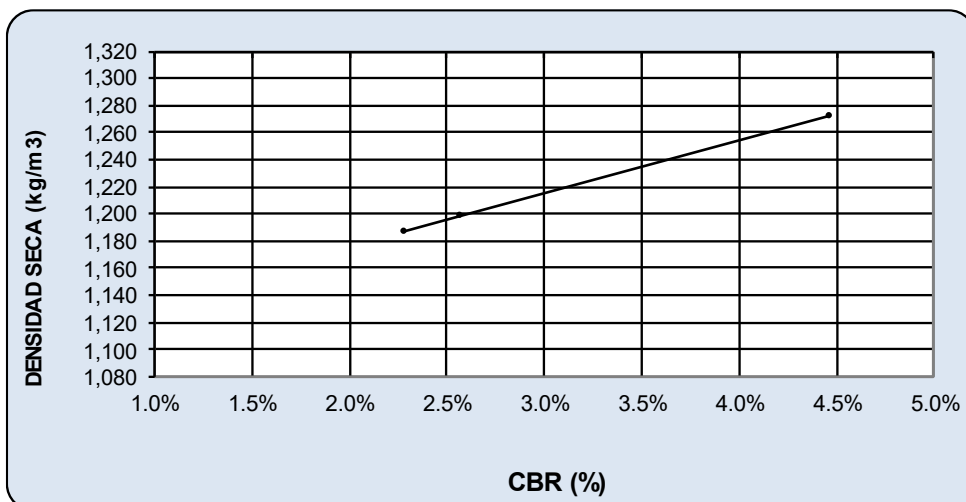
**Fuente:** Elaboración propia

**Dosificación del 30%**



**Figura 26: Esfuerzo a la penetración del 30%**

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 27: CBR 30%**

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 12:** Resultados a la penetración de suelo natural

RESULTADOS		
MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m3)	<b>1.34</b>	CBR AL 95% DE MDS = <b>3.8%</b>
HUMEDAD OPTIMA (%)	<b>7.30</b>	CBR AL 100% DE MDS = <b>4.5%</b>

Nro. DE GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.76  OBSERVACION:
56 GOLPES	0.61%	6.62%	
25 GOLPES	0.55%	17.94%	
12 GOLPES	0.68%	26.68%	

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.-** Se puede determinar que el resultado del CBR al 95% de MDS es 3.8% y al 100% es de 4.5%, como también la máxima densidad seca es de 1.34 kg/m<sup>3</sup> y la humedad óptima obtenida es de 7.30% correspondiente al suelo adicionando 30% de ceniza de cascara de giras

**Figura 28: CBR 30%**

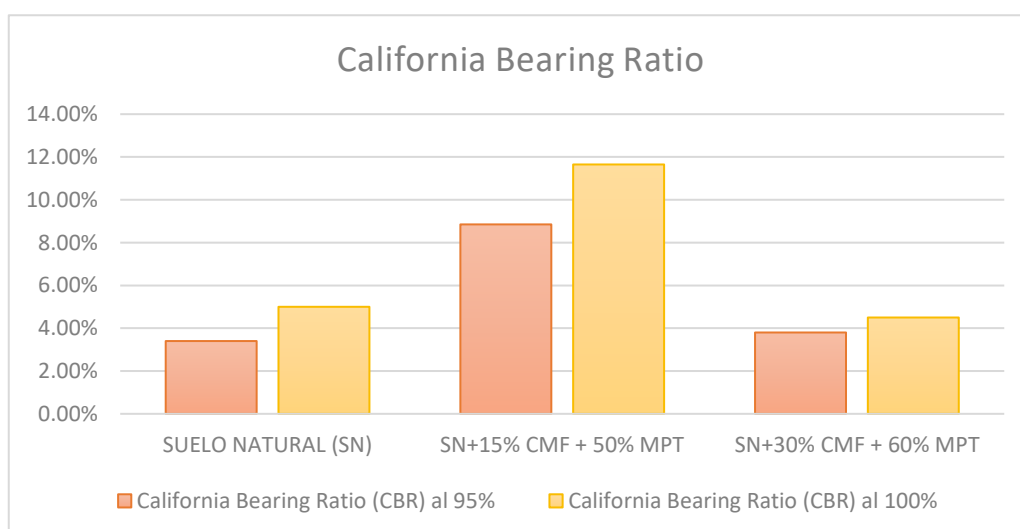
**Fuente:** Elaboración propia



**Tabla 13:** Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de CMF y MPT.

<b>CALICATA N°01</b>	California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	3.40%	5.00%
SN+15% CMF + 50% MPT	8.85%	11.65%
SN+30% CMF + 60% MPT	3.80%	4.50%

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 29: Resumen de los resultados del ensayo CBR**

**Fuente:** Elaboración propia



**Proctor Modificado MTC E 115(terreno natural)**

Máx. Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.45</b>
--	-------------

Contenido Humedad Optima (%)	<b>6.95</b>
------------------------------	-------------

**Proctor Modificado MTC E 115 (15%)**

Máx. Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ):	<b>1.59</b>
---	-------------

Contenido Humedad Optima (%)	<b>6.33</b>
------------------------------	-------------

**Proctor Modificado MTC E 115 (30%)**

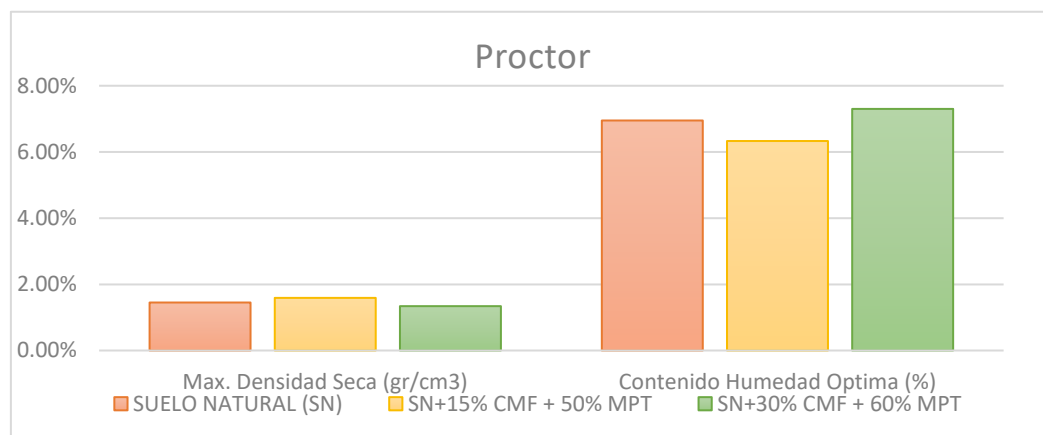
Máx. Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.34</b>
:	

Contenido Humedad Optima (%)	<b>7.30</b>
------------------------------	-------------

**Tabla 14:** Resumen de los resultados del ensayo de Proctor

<b>CALICATA N°01</b>	Max. Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido Humedad Optima (%)
SUELO NATURAL (SN)	1.45%	6.95%
SN+15% CMF + 50% MPT	1.59%	6.33%
SN+30% CMF + 60% MPT	1.34%	7.30%

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 30:** Comparación de resultados de máxima densidad seca y contenido de humedad optimo

**Fuente:** Elaboración propia

## Evidencia Fotográfica



**Figura 31: Elaboración de ceniza**

**Fuente:** Elaboracion propia

**Interpretacion.-** Se puede determinar que la maxima densidad seca se obtiene adicionando el 15% de CMF llegando a un valor de 1.59% y la humedad optima de optiene adicionando el 30% llegando a un valor de 7.30%.

### Objetivo 2:

Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión simple por el método PDC.

### Reseña de

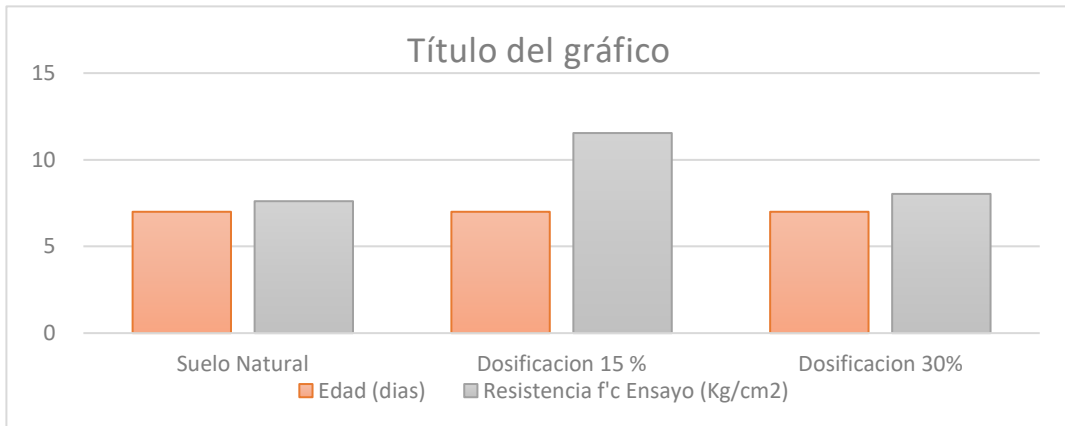
**Fuente:** Elaboración propia

**ensayo de la resistencia a la compresion.**

**Tabla 15:** Resistencia a la compresión a los 7 días

Nº	Estructura y elemento	Edad	Resistencia
		(días)	f'c Ensayo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Suelo Natural	7	7.6
2	Dosificación 15 %	7	<b>11.5</b>
3	Dosificación 30%	7	8.0

**Fuente:** Elaboración propia



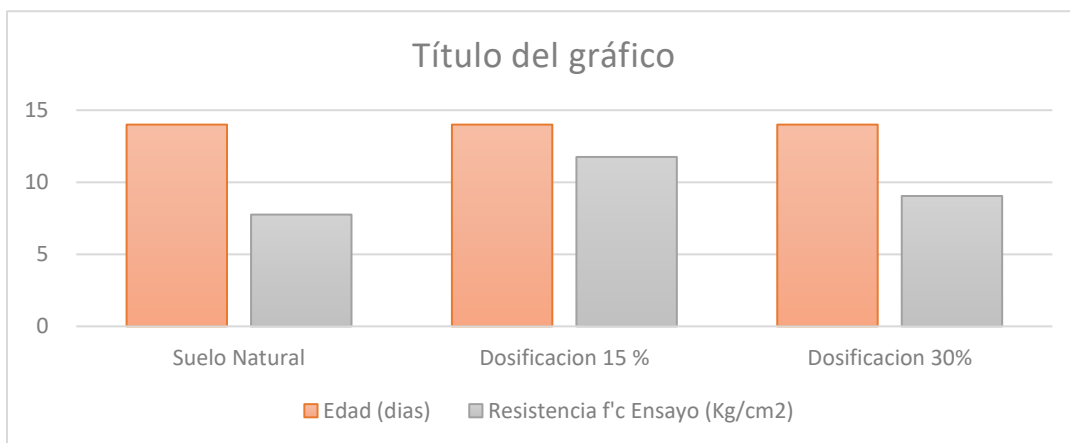
**Figura 32: Comparación de resistencia a la compresión a los 7 días**

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 16:** Resistencia a la compresión a los 14 días

Nº	Estructura y elemento	Edad	Resistencia
		(días)	f'c Ensayo
			(Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Suelo Natural	14	7.8
2	Dosificación 15 %	14	11.8
3	Dosificación 30%	14	9.0

**Fuente:** Elaboración propia



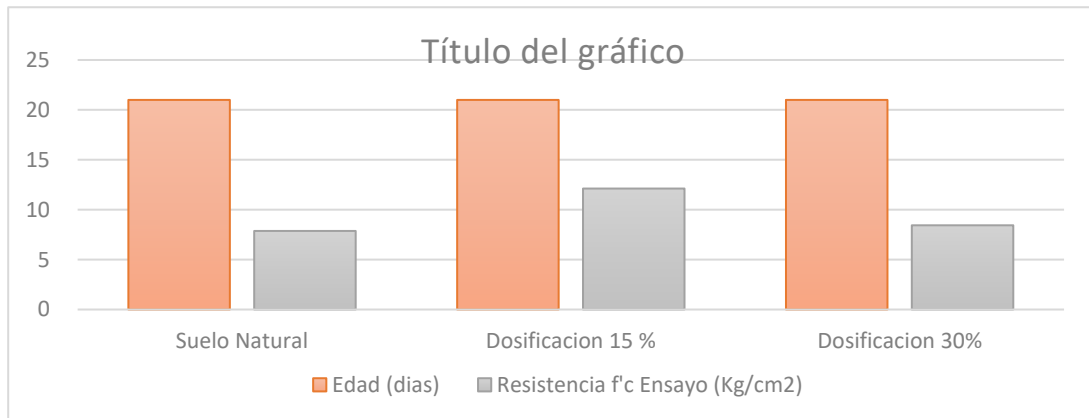
**Figura 33: Comparación de resistencia a la compresión a los 14 días**

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 17:** Resistencia a la compresión a los 21 días

N.º	Estructura y elemento	Resistencia	
		Edad	f <sup>c</sup> Ensayo
		(días)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Suelo Natural	21	7.9
2	Dosificación 15 %	21	12.1
3	Dosificación 30%	21	8.4

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 34:** Comparación de resistencia a la compresión a los 21 días

**Fuente:** Elaboración propia

**Evidencia fotografica 0%**



**Figura 35:** Resistencia a la compresión 0%

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 36: Resistencia a la compresión 15y 30%**

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.-** Se puede determinar que a los 7 días se obtiene una mejor resistencia adicionando el 15% llegando a un valor de 11.5 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se obtiene una mejor resistencia adicionando el 15% llegando aun valor del 11.8kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a los 21 días se obtiene un mejor resultado adicionando el 15% llegando a un valor de 12.1 kg/cm<sup>2</sup>.

**Objetivo 3:**

Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en el límite plástico del suelo en subrasante.

**Reseña de ensayo de la resistencia a la compresion.**

**Limite Liquido**

**Terreno natural:**

**Tabla 18:** Limite liquido

<b><u>Límite Líquido NTP 339.128</u></b>				
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
N.º de Golpes	33	27	25	21
Recipiente N.º	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	28.26	26.09	25.44	24.88
R + Suelo Seco	25.49	23.77	22.65	22.22
Peso Recip.	16.12	16.23	13.86	14.06
Peso Agua	2.77	2.32	2.79	2.66

Peso S. Seco	9.37	7.54	8.79	8.16
% de Humedad	29.56	30.77	31.74	32.60

**Fuente:** Elaboración propia

**Dosificación al 15%**

**Tabla 19:** Limite liquido

<b><u>Límite Líquido NTP 339.128</u></b>				
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
N.º de Golpes	32	26	24	14
Recipiente N.º	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	32.44	18.96	20.01	22.37
R + Suelo Seco	29.75	16.68	17.51	19.33
Peso Recip.	19.75	8.39	8.57	9.01
Peso Agua	2.69	2.28	2.50	3.04
Peso S. Seco	10.00	8.29	8.94	10.32
% de Humedad	26.90	27.50	27.96	29.46

**Fuente:** Elaboración propia

**Dosificación al 30%**

**Tabla 20:** Limite liquido

<b><u>Límite Líquido NTP 339.128</u></b>				
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
N.º de Golpes	29	24	21	13
Recipiente N.º	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	20.37	22.92	35.70	27.43
R + Suelo Seco	19.42	21.51	34.42	26.21
Peso Recip.	15.42	15.80	29.35	21.55
Peso Agua	0.95	1.41	1.28	1.22
Peso S. Seco	4.00	5.71	5.07	4.66
% de Humedad	23.75	24.69	25.25	26.18

**Fuente:** Elaboración propia

## Limite plastico

Terreno natural:

Tabla 21: Limite plástico

<b><u>Límite Plástico NTP 339.128</u></b>				
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Recipiente N.º	a	b	c	
R + Suelo Hum.	16.00	14.18	15.43	
R + Suelo Seco	14.62	13.05	14.12	
Peso Recip.	7.70	7.27	7.33	
Peso Agua	1.38	1.13	1.31	
Peso S. Seco	6.92	5.78	6.79	
% de Humedad	19.94	19.55	19.29	<b>19.60</b>

Fuente: Elaboración propia

## Dosificacion del 15%

Tabla 22: Limite plástico

<b><u>Límite Plástico NTP 339.128</u></b>				
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Recipiente N.º	a	b	c	
R + Suelo Hum.	12.91	11.96	12.00	
R + Suelo Seco	12.38	11.44	11.45	
Peso Recip.	9.48	8.64	8.55	
Peso Agua	0.53	0.52	0.55	
Peso S. Seco	2.90	2.80	2.90	
% de Humedad	18.28	18.57	18.97	<b>18.60</b>

Fuente: Elaboración propia

## Dosificacion del 30%

**Tabla 23:** Limite plástico

<b><u>Límite Plástico NTP 339.128</u></b>				
<b>Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Recipiente N.º	a	b	c	
R + Suelo Hum.	10.16	9.75	10.45	
R + Suelo Seco	9.96	9.59	10.21	
Peso Recip.	8.75	8.54	8.66	
Peso Agua	0.20	0.16	0.24	
Peso S. Seco	1.21	1.05	1.55	
% de Humedad	16.53	15.24	15.48	<b>15.75</b>

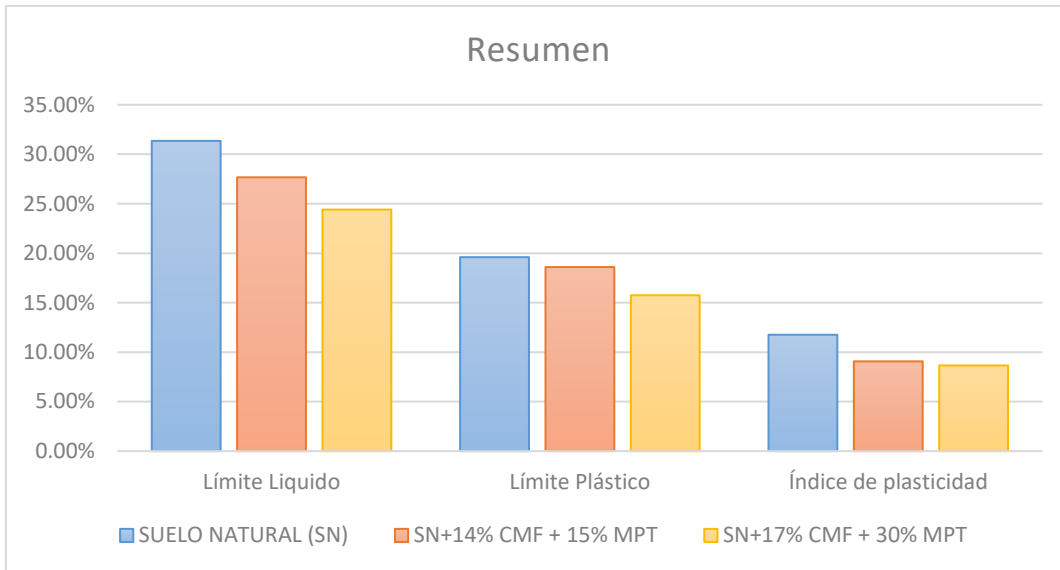
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 24:** Resumen Índice Plástico

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
SUELO NATURAL (SN)	31.35%	19.60%	11.76%
SN+14% CMF + 15% MPT	27.67%	18.60%	9.07%
SN+17% CMF + 30% MPT	24.41%	15.75%	8.66%

**Fuente:** Elaboración propia





**Figura 37: Comparación de límite de Atterberg**

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 38: Índice plástico de 0%, 15% y 30%**

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.-** Se puede determinar que la menor límite líquido se obtiene adicionando el 30% llegando a un valor de 24.41%, el menor límite plástico se obtiene adicionado el 30% llegando a un valor de 15.75% por lo tanto el menor índice de plasticidad se obtiene al 30% llegando a un valor de 8.66%.

## V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión por el método CBR y el Proctor modificado.

Yucheng y otros (2020) en su investigación evalúan las propiedades mecánicas y la validez de las cenizas de fondo como sustituto de materiales de subrasantes convencionales, los resultados obtenidos evidenciaron que las muestras con humedad de 16% y peso específico seco de  $1.76\text{g/cm}^3$  requieren mayor esfuerzo cortante y dilatación, al igual que muestra un valor CBR más significativo; finalmente, las cenizas de fondo al ser trituradas y adicionadas al suelo podrían reemplazar los agregados tradicionales, considerando la humedad óptima de 16% y esta presenta una DMS de  $1.76\text{g/cm}^3$ . Diaz (2018) en su tesis analiza el perfeccionamiento de la subrasante, los cuales muestran que con respecto al Proctor modificado se alcanzó un contenido de humedad óptimo de 11.2 % y 11.0% y la DMS es de  $1.85\text{g/cm}^3$  y  $1.83\text{g/cm}^3$ , es decir, el valor CBR incrementa para la combinación dada, por otro lado, cuando se incrementa el porcentaje de ceniza de cáscara de arroz en el suelo arcilloso se observan los valores más altos en cuestiones de CBR hasta llegar al 100% y la capacidad de soporte y MDS del Proctor modificado se incrementa en un 1.6 veces su valor. De esta manera, el porcentaje óptimo se obtiene con el 20% de ceniza de cáscara de arroz para el aumento y mejoramiento de la capacidad de los suelos. Payne (2017), en su investigación analiza la incidencia de la escoria blanca para la estabilización de la subrasante de carreteras, obteniéndose que el ensayo de peso específico dio un promedio de  $17.43\text{KN/m}^3$  y humedad inicial de 3.4%, además la humedad después de la inmersión con un peso específico de  $2.64\text{KN/m}^3$  y con respecto al ensayo de Proctor modificado se obtuvo que la humedad adecuada es de 14.3%. Brandon (2020) en su investigación determino que cuando se incrementa la ceniza hay mayor resistencia al corte, además la Cohesión y el Angulo de fricción se incrementan al agregar 30% de ceniza de fondo al material de muestra; el ensayo de Proctor Modificado demostró que al añadir 50% de ceniza de madera de fondo al suelo natural es de  $2.184\text{ gr/cm}^3$ . La humedad óptima del suelo disminuye según las combinaciones de la CMF y el material de muestra y al aplicar 50% de CMF al terreno natural el contenido de humedad llegará a un 6.7%, considerándola una dosis óptima.

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión por el método CBR y el Proctor modificado, su resultado fueron que el CBR al 95% de MDS es 3.4% y al 100% es de 5%, la MDS es 1.45 kg/m<sup>3</sup> y la humedad óptima 6.95% en el suelo natural. Al adicionar 15% de ceniza de cascara de girasol al suelo el CBR al 95% de MDS es 8.85% y al 100% es de 11.65%, la MDS es 1.59 kg/m<sup>3</sup> y la humedad óptima 6.33%. Al agregar 30% de ceniza de cascara de girasol al suelo el CBR al 95% de MDS es 3.8% y al 100% es 4.5%, la MDS es 1.34 kg/m<sup>3</sup> y la humedad óptima 7.30%. Por otra parte, la MDS se obtiene adicionando el 15% de CMF alcanzando un valor de 1.59% y la humedad óptima se obtiene con el 30% llegando a un valor de 7.30%.

Según los antecedentes, al aplicar porcentajes de cenizas de alrededor de 20% se logran valores para la humedad óptima que oscila entre 11% y 16%, dichos valores son mayores a los obtenidos en nuestro estudio los cuales son menores a 7.30% al agregar 30% de ceniza de cáscara de girasol inclusive. Mientras que la MDS varía entre 1.34 kg/m<sup>3</sup> y 1.59 kg/m<sup>3</sup> resultados que están por debajo de los otros estudios pues estos varían entre 1.76 kg/m<sup>3</sup> y 1.85 kg/m<sup>3</sup>. En consecuencia, se reafirma que, al aplicar la ceniza de cáscara de girasol al terreno, esta mejorará las características de la subrasante de fundación encontrado en la carretera Inti Raymi Al – Quillahuata (Altoqosqo) Cusco, ya que aumenta la capacidad portante del suelo al aumentar la compresión simple en el suelo y disminuir la humedad.

Objetivo 2: Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión simple por el método PDC.

Cobos, et al. (2019), en su investigación evaluaron la reacción geotécnica de suelos volcánicos, estabilizándolos con ceniza proveniente cáscara de coco (CCO) y cisco de café (CCF), los resultados de la gravedad específica fueron de 2.56gr/cm<sup>3</sup>; respecto a la compactación el valor óptimo de humedad es 30% llegando a una MDS de 10,167gr/cm<sup>3</sup> y con respecto al CBR de las muestras inalteradas fueron de 76,67% a 56 golpes, con el 5% de CCF fue 68.66%, al 10% de CCF 84.22% y al 15% de CCF 99.15%; por otro lado, los resultados de adicionar CCO al 5% se obtuvo 70.22% con 56 golpes, al 10% de CCO 85.32% y al 15% de CCO 101.55% CBR; en consecuencia, las cenizas funcionan como un material conglomerante lo que aumenta las propiedades de los suelos y al agregar 15% de ceniza se obtuvo un porcentaje muy favorable y superiores al 100%, el suelo a bajos grados de

humedad (7% o menos) alteran sus propiedades y el suelo de origen volcánico adicionado con ceniza de materiales orgánicos (biomasa) mejora las condiciones de la subrasante de los suelos.

Al realizar los ensayos se pudo verificar que a los 7 días se obtuvo una mejor resistencia adicionando el 15% llegando a un valor de 11.5 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se alcanzó una mejor resistencia adicionando el 15% llegando aún valor del 11.8kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a los 21 días se obtuvo un mejor resultado adicionando el 15% llegando a un valor de 12.1 kg/cm<sup>2</sup>.

Los estudios anteriores muestran que el mejoramiento de la subrasante está relacionado con el porcentaje de ceniza añadido; es así, cuando se adiciona mayor porcentaje de ceniza al suelo se incrementa de 5% al 15%, el CBR también aumenta, de igual manera en nuestro estudio el ensayo del CBR aumenta en un 6.68% más del terreno en estado natural, al emplearse hasta un 15% de ceniza de cascara de semilla de girasol.

Objetivo 3: Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en el Índice plástico del suelo en subrasante.

Diaz (2018) en su trabajo de tesis analiza el mejoramiento de la subrasante, Los resultados obtenidos respecto a los límites de atterberg fueron de 54.40% y 50.80% el límite plástico fue de 28.10% y 28.40% donde además el índice de plasticidad fue de 26.30% y 22.30%. Ikeagwuani, Obeta y Agunwamba (2019), en su investigación evalúan el algodón negro (BCS) como estabilizante del suelo, teniendo un suelo altamente expansivo, utilizando la ceniza de aserrín (SDA) y aplicarlo a la subrasante, respecto a los resultados el índice plástico obtenido fue de 53.4%, respecto a los valores de 4% y 16%, siendo la dosificación óptima para mejorar las características de los suelos de la subrasante del tipo algodón negro es de 16% de SDA y 4% de cal. Anjani y otros (2017), en esta investigación estabilizan el suelo de subrasante con ceniza de cascara de arroz; los resultados respecto a los límites de Atterberg donde el índice de plasticidad del suelo natural es de 12.36%, límite líquido (LL) de 36.06% y el límite plástico (PL) 23.70%, fueron que agregando 2.5% de ceniza de cáscara de arroz fue de 35.20% (LL) y 24.92% (PL); a un 5% 35.06% (LL) y 25.27% (PL); a un 7.5%, 34.87% (LL) y 26.32% (PL); 10%, 34.52% (LL) y 27.96% (PL); 12.5%, 34.49% (LL) y 28.33% (PL); llegando a la conclusión de que el contenido de cenizas óptimo es 7.5%. Chilcon y León (2020),

determinaron la incidencia de la ceniza carbón para estabilizar los suelos arcillosos en la subrasante; los resultados respecto al índice de plasticidad (IP), se tuvo en Terreno Natural un IP de 24%, con CC 13% (21.4%), CC 21% (18.4%), CC 24% (16.6). al utilizar 24% de Ceniza de carbón, el Índice de Plasticidad decrece; en conclusión, al obtener una mezcla de 24% el resultado es óptimo en el IP y las demás propiedades.

Luego de realizar los ensayos pertinentes, se pudo verificar que el menor límite líquido se obtiene adicionando el 30% llegando a un valor de 24.41%, el menor límite plástico se obtiene adicionando el 30% llegando a un valor de 15.75%. Por lo tanto, el menor índice de plasticidad se obtiene al 30% llegando a un valor de 8.66%.

Al igual que los resultados de las investigaciones anteriores, a mayor porcentaje de ceniza de cáscara de girasol, se tiene una disminución del límite líquido siendo el valor óptimo 24.41% al añadir 30% de la ceniza de cascara de semilla de girasol, además se alcanza un límite plástico de 15.75%, similar al alcanzado con la CC, mientras que con la cáscara de arroz los porcentajes de límite plástico son mayores a 20%.

## **VI. CONCLUSIONES.**

**TESIS:** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Vía Altoqosqo, Cusco, 2022.

Al evaluar la capacidad portante de la Subrasante con cenizas de cáscara de semilla de girasol, se evidenció que las características de la subrasante del terreno de la carretera Inti Raymi Al – Quillahuata (Altoqosqo) mejoraron notablemente; observando que la añadidura de 15% de ceniza de cáscara de girasol mejora las propiedades físicas y mecánicas, al aumentar la capacidad portante del suelo, la compresión simple y disminuir el índice plástico (Límites de Atterberg), la humedad del límite líquido y límite plástico.

La ceniza de cáscara de semilla de girasol incide en la capacidad portante a la compresión del suelo (subrasante), porque el ensayo del CBR aumenta en un 6.68% más la condición del terreno en estado natural, al emplearse hasta un 15% de ceniza de cascara de semilla de girasol la humedad óptima es de 6.33%, la MDS 1.59 kg/m<sup>3</sup>; entonces la optimización de la subrasante está directamente relacionada con el porcentaje adicionado.

La ceniza de cáscara de semilla de girasol incide en la resistencia a la compresión simple del suelo (subrasante), porque el ensayo de Compresión (PDC) al aumentar en un 4.2 Kg/cm<sup>2</sup> más del terreno en estado natural, al utilizarse hasta un 15% de ceniza de cascara de semilla de girasol; entonces la optimización de la subrasante está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, debido a ello, el mejoramiento es positivo con respecto a la compresión simple del terreno, el cual queda comprobada.

La ceniza de cáscara de semilla de girasol incide en el Índice plástico del suelo en (subrasante), debido a que una mayor cantidad adicionada evidenció la disminución del límite líquido, siendo el valor óptimo 24.41% al utilizarse un 30% de la ceniza de cascara de semilla de girasol, además se alcanza un límite plástico de 15.75% y el menor índice de plasticidad de 8.66%; entonces la influencia de la ceniza de cascara de semilla de girasol está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, disminuyendo los Límites de Atterberg, el cual queda comprobada.

## VII RECOMENDACIONES

### Objetivo específico 1.

En la presente trabajo de investigación al aplicarse porcentajes de ceniza de cáscara de semilla de girasol que va desde un 15%, se obtuvo el incremento de la resistencia a la compresión del suelo comparados al 0%, pero al incrementar hasta un 30% la ceniza de cascara de semilla de girasol disminuyó la resistencia hasta menos del 0%; para continuar la Investigación recomendamos no usar valores un 30% la aplicación de la ceniza de cascara de semilla de girasol, por que disminuirá la resistencia a la compresión.

### Objetivo específico 2.

En la presente trabajo de investigación al aplicarse porcentajes de ceniza de cascara de semilla de girasol que va desde un 15% , se alcanzó un incremento en la compresión simple del suelo comparados al 0%, pero al incrementar hasta un 30% la ceniza de cascara de semilla de girasol disminuyo la resistencia de compresión simple hasta menos del 0%; para continuar la Investigación recomendamos no usar valores un 30% la aplicación de la ceniza de cascara de semilla de girasol, por que disminuirá la compresión simple.

### Objetivo específico 3.

En la presente trabajo de investigación al aplicarse porcentajes de ceniza de cascara de semilla de girasol que iban des 0%,15% al 30%, se disminuyó el limite liquido del suelo, así también como la reducción del límite plástico que iban des 0%, 15% al 30%, así también como la reducción del índice plástico que iban des 0%, 15% al 30% y así también como la reducción del contenido de humedad que iban des 0%, 15%, al emplearse un **30%** de la ceniza de cascara de semilla de girasol se incrementó; para continuar la Investigación recomendamos no usar valores un 30% la aplicación de la ceniza de cascara de semilla de girasol, por que aumenta el contenido de humedad.

## REFERENCIAS

1. BARISIC, Ivana y Otros. (2019). *Feasibility of Agricultural Biomass Fly Ash Usage for Soil Stabilization of Road Works*. OSIJEK: University of Osijek, 2019 [consultado el 26 de noviembre 2021] disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/332718568\\_Feasibility\\_of\\_Agricultural\\_Biomass\\_Fly\\_Ash\\_Usage\\_for\\_Soil\\_Stabilisation\\_of\\_Road\\_Works](https://www.researchgate.net/publication/332718568_Feasibility_of_Agricultural_Biomass_Fly_Ash_Usage_for_Soil_Stabilisation_of_Road_Works) pág. 2
2. BONIFAZ, Jose Luis, y Otros. 2019. *Brecha de infraestructura en el peru*. s.l. : Banco Interamericano de Desarrollo, 2019. JEL: E22, H54, R53. [consultado el 26 de noviembre 2021] disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Brecha-de-infraestructura-en-el-Peru-Estimacion-de-la-brecha-de-infraestructura-de-largo-plazo-2019-2038.pdf>. Pág. 61
3. INGEMMET. 2020. *Evaluacion de peligros geologicos por movimiento de masa en alto qosqo*. Cusco [consultado el 27 de noviembre del 2021]: disponible en: [https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/2797/1/A7076-Evaluaci%C3%B3n\\_peligros\\_movimientos\\_en\\_masa\\_Alto\\_Qosqo-Cusco.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/2797/1/A7076-Evaluaci%C3%B3n_peligros_movimientos_en_masa_Alto_Qosqo-Cusco.pdf) pag. 37
4. OJEDA Farias, O., Mendoza Rangel, J.M. Y Baltazar Zamora, M.A. 2018. *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante*. [Ciudad de Mexico] : Revista ALCONPAT. ISSN 2007-6835.[consultado el 02 de diciembre de 2021] disponible en: DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>
5. QUARENTA, Pelazo & A. A. Cristóba 2019. *Characterization of sunflower husk ashes and feasibility analysis of their incorporation in soil and clay mixtures for ceramics* [Ciudad de Mexico] : Revista CONFERENCES: <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/EID16/EID16002FU1.pdf>
6. IVANKA Netinger. 2019 *Feasibility of Agricultural Biomass Fly Ash Usage for Soil Stabilisation of Road Works*. [Ciudad de Basel] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31035328/>



7. BASHA And Mahmud. 2019, Stabilization of residual soil with rice husk ash and cement, [consultado en 03 de marzo 2022] disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061804001734>
8. COBOS Molina , Mario Alejandro, Ortegon Ramirez , Carol Tatiana y Peralta Zarrate , Juan Camilo . 2019. *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café*. IBAGUE : Universidad Cooperativa de Colombia, 2019.[consultado en 02 de diciembre 2021] disponible en:  
<http://hdl.handle.net/20.500.12494/14966>
9. PAYNE Deliz Dalia Rosa. 2017. *Estabilización de la subrasante de carreteras empleando escorias de acería universidad de Holguín* trabajo de diploma [consultado el 14 de diciembre del 2021] disponible en:  
<http://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/7377>
10. IKEAGWUANI, I.N. Obeta, J.C. Agunwamba. 2019. *stabilization of black cotton soil subgrade using sawdust ash and lime*, *Soils and Foundations*, Volume 59, Issue 1, Pages 162-175, ISSN 0038-0806, [consultado el 04 de diciembre del 2021] disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.sandf.2018.10.004>.
11. ANJANI Kumar Yadav, Kumar Gaurav, Roop Kishor, S.K. Suman. 2019. *Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads*, *International Journal of Pavement Research and Technology*, Volume 10, Issue 3, 2017, Pages 254-261, ISSN 1996-6814, [consultado el 04 de diciembre del 2021] disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.02.001>.
12. HUANG, YUCHENG Y OTROS 2020 Mechanical Properties Of Municipal Solid Waste Incinerator (MSWI) Bottom Ash as Alternatives of Subgrade Materials. SSN: 1687-8086. [consultado el 05 de diciembre del 2021] disponible en:  
<https://doi.org/10.1155/2020/9254516>
13. BRANDON Calero , Yosselin Anaiss. 2020. *Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas 2020*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2020.[consultado el 08 diciembre 2021] disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55918>

14. CHILCON Chilcon , Ronaldinio Y Guillermo Oliver, Leon Polo. 2020. *Evaluación de estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de carbón en la subrasante de la AV. Cuzco, Distrito de San Martin de Porres, 2020*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2020.[consultado el 08 de diciembre del 2021] disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/57212>
15. DIAZ Vazquez , Fernando . 2018. *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018*. Lonya Grande : Universidad Cesar Vallejo, 2018 [consultado el 09 de diciembre del 2021]  
Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/25951>
16. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013) *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [consultado el 16 de diciembre 2021] Disponible en:  
[https://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual\\_Suelos\\_Pavimentos.pdf](https://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf)
17. MONSALVE escobar y otros (2012) *diseño de pavimento flexible y rígido*. [consultado el 10 de diciembre del 2021] Disponible en  
[https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29\\_03-02-0798398.pdf](https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf) pág. 23
18. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013) *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [consultado el 16 de diciembre 2021] Disponible en:  
[https://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual\\_Suelos\\_Pavimentos.pdf](https://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf) Pag 107
19. GÓMEZ De Santos Carlota (2019) *Comportamiento geotécnico de suelos arcillosos compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas*. [consultado 15 diciembre 2021] disponible en:  
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/55931/1/T41185.pdf>
20. JHONATHAN F. Rivera (2020) *Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente* [consultado en 03 de marzo 2022]

disponible

en:

[http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/2530/3417](http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3417)

21. VISCARRA Agreda, Fabiana . 2006. *El Cono Dinámico De Penetración Y Su Aplicación En La Evaluación De Suelos* . [La Paz] : Universidad Privada Boliviana, 2006. Pag 6 [consultado el 10 de diciembre 2021] disponible en:  
<http://civil.upb.edu/files/2010/11/EL-CONO-DIN%C3%81MICO-DE-PENETRACI%C3%93N-Y-SU-APLICACI%C3%93N-EN-LA-EVALUACI%C3%93N-DE-SUELOS.pdf>
22. OSPINA Miguel, Chaves. 2019. *Características de la resistencia a la compresión simple*, [consultado en 03 de marzo 2022] disponible en:  
[https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/11692](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/11692)
23. ASTM D6951. 2003. *Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en estructuras de pavimentos*. s.l. : ASTM , 2003
24. ASTM D2166. 2013. *Standart test method for unconfined compressive strength of cohesive soil*. s.l. : ASTM INTERNACIONAL , 2013.
25. BRAJA M. DAS (s.f.) *fundamentos de ingeniería de cimentaciones* 7ma pág. 15.
26. NTP 339.129. 1999. *Método de ensayo para determinar el límite líquido. límite plástico, e índice de plasticidad de suelos*. Lima: NTP, 1999.
27. AGUIRREZABAL LUIS y otros (2001) *Girasol aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento unidad integrada Balcarce* [revisado el 16 diciembre 2021] disponible en:  
<https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/girasol.pdf>
28. HERGUEDAS Lucas, Ana Isabel, Rodriguez Garcia, Encarna y PRIETO PANIAGUA, Prado. 2012. *BIOMASA, BIOCOMBUSTIBLES Y SOSTENIBILIDAD*. Madrid: Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. ITAGRA.CT, 2012. ISBN: 978-84-931891-5-0.  
[consultado el 10 diciembre 2021] disponible en:  
<http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf> pág. 4
29. MARTINESFSKY, C.L., Nolasco, S.M. Y Riccobene, I.C. 2015. *Aprovechamiento Energético De Un Residuo De La Agroindustria Aceitera*.

- Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Picia. de Buenos Aires., 2015.
30. ARISPE Alburqueque, Claudia Milagros, y otros. 2020. *La investigación científica*. Guayaquil-Ecuador: Universidad Nacional del Ecuador, 2020. 978 9942 38 578 9.pag 62
  31. HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la investigación [en línea]*. s.l.: MC Graw Hill Educación, 2014. Vol. Sexta Edición. 978-1-4562-2396-0. [consultado el 12 de diciembre del 2021] Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf> pág. 163
  32. POSTEMSKY P.D. Y OTROS (2018) *Pretratamientos de la cáscara de semilla de girasol para su utilización como sustrato de plantas* [Consultado el 16 de diciembre del 2021] disponible en: [https://digital.cic.gba.gov.ar/bitstream/handle/11746/6654/11746\\_6654.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digital.cic.gba.gov.ar/bitstream/handle/11746/6654/11746_6654.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  33. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013) *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [consultado el 16 de diciembre 2021] Disponible en: [https://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual\\_Suelos\\_Pavimentos.pdf](https://cdnweb.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf) Pp 29-30
  34. HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la investigación [en línea]*. s.l.: MC Graw Hill Educación, 2014. Vol. Sexta Edición. 978-1-4562-2396-0. [consultado el 12 de diciembre del 2021] Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf> pág. 207
  35. VARA Horna, Arístides Alfredo. 2012. *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima: Universidad San Martin de Porres, 2012.
  36. HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la investigación [en línea]*. s.l.: MC Graw Hill Educación, 2014. Vol. Sexta Edición. 978-1-4562-2396-0. [consultado el 12 de diciembre del 2021] Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf> pág. 176

37. Vara Horna, Arístides Alfredo. 2012. *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima: Universidad San Martín de Porres, 2012 pág. 338
38. VARA Horna , Aristedes Alfredo. 2012. *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima : Universidad San Martín de Porres, 2012 pag 244
39. HERNÁNDEZ Sampieri , Roberto. 2014. *Metodología de la investigación [en línea]*. s.l. : MC Graw Hill Educación, 2014. Vol. Sexta Edición. 978-1-4562-2396-0.[consultado el 12 de diciembre del 2021] Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf> pag 234
40. VARA Horna, Arístides Alfredo. 2012. *7 Pasos para una tesis exitosa*. Lima: Universidad San Martín de Porres, 2012 pág. 247

## ANEXOS

- Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables
- Anexo 2: Matriz de consistencia
- Anexo 3: Instrumento de recolección de datos
  - (Fichas de Recolección de Datos)
- Anexo 4: Fichas de Resultados de Laboratorio
  - (Certificados)
    - P1 = 1 Granulometría
    - P2 = 1 Clasificación de Suelos
    - O1 = 1 Límites de Consistencia
    - O2 = 1 Proctor Modificado
    - O3 = 1 CBR
- Anexo 5: Panel Fotográfico
- Anexo 6: Foto captura %Turnitin

**ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

**TITULO:** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en sub rasante en la vía Altoqosqo, San Sebastián CUSCO 2022

**AUTOR:** Vilca Yucra Alejandro

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
<b>INDEPENDIENTE</b>		Como Ingresa				
<b>CENIZA DE CASCARA DE SEMILLA DE GIRASOL</b>	El uso de ceniza de cáscara de semilla de girasol, como material cementante suplementario de suelo en infraestructura vial es factible. Asimismo, las hipótesis específicas son: la sustitución de cemento por la ceniza de cáscara de semilla de girasol tiene un efecto significativo en el CBR de un suelo arcilla limoso.	La dosificación a utilizarse sera de 0%, 15%, y 30% porcentaje de ceniza de cascara de semilla de girasol que se adicionará al suelo seco.	Porcentaje en peso del suelo seco de ceniza que se adicionará al suelo.	T1= 0% T2= 15% T3= 30%	De razon	<p><b>Metodo:</b> Cientifico  <b>Tipo de Investigacion:</b> Tipo Aplicada  <b>Nivel de Investigacion:</b> EXPLICATIVA (Cuasa Efecto)  <b>Diseño de Investigacion:</b> Experimental (Cuasi)  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Poblacion:</b> todo el area que comprende al terreno natural del sector alto qosqo  <b>Muestra:</b> La av. Inti Raymi entre los tramos 3er paradero de San Sebastián-Quillahuata.</p>
<b>DEPENDIENTE</b>		Que efecto				
<b>PROPIEDADES DEL SUELO DE LA SUBRASANTE</b>	Los suelos arcillosos presentan características y propiedades, las cuales no son muy favorables a la hora de construir. Se evaluara el ensayo de CBR donde hallemos la CHO para su correcta compactación para los 3 objetivos (0% suelo natural o patrón, al 15% y al 30% ) para poder comparar entre las dosificaciones antes preestablecidas; luego se realizara el ensayo de compresión simple para los 3 objetivos antes preestablecidos (0% suelo natural o patrón, al 15% y al 30% ) preestablecidas in situ de manera que se realizaran 9 ensayos de compresión simple de esta forma presentar un mejor análisis; finalmente se realizaran el ensayo de limite plástico para verificar la humedad en el cual cambia de estado plástico a sólido, se realizara para los diseños y porcentajes ya establecidos.	Los suelos de la subrasante se aplican con la ceniza de cascara de semilla de girasol para que mejore las propiedades mecánicas y físicas del suelo, para determinar si es desfavorable o favorable en la capacidad portante se realiza los ensayos de laboratorio para el aumento de resistencia a la compresión del suelo (CBR), el incremento de la resistencia a la compresión simple (uní axial) y la disminución de Indice plástico y el CHO. Finalmente, los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas según la NTP y el ASTM	Propiedades Mecanicas  Propiedades Fisicas	CBR %  Compresion Simple kg/cm2  Indice Plastico %	De razon  De razon  De razon	<p><b>Muestreo:</b> No Probabilistico  <b>Tecnica.</b> Observacion Directa  <b>Instrumento de la Investigacion</b> Ficha Recoleccion de Datos Ficha de Resultados de Laboratorio</p>



## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en sub rasante en la vía Altoqosqo, San Sebastián CUSCO 2022

AUTOR: Vilca Yucra Alejandro

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>				
¿De qué manera influye la adición al 0%, 15% y 30% de ceniza cascara de semilla de girasol en las propiedades físicas y mecánicas aplicadas al suelo?	Evaluar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en subrasante adicionando ceniza de cascara de semilla de girasol	La incorporación de la ceniza de cascara de girasol al 0%, 15% y 30% mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo	<b>CENIZA DE CASCARA DE SEMILLA DE GIRASOL</b>	Porcentaje en peso del suelo seco de ceniza que se adicionará al suelo.	0%	Tamizado según la norma ASTM-422	
					15%	Tamizado según la norma ASTM-422	
					30%	Tamizado según la norma ASTM-422	
<b>P. Especifico</b>	<b>O. Especifico</b>	<b>H. Especifico</b>	<b>DEPENDIENTE</b>				
¿Cuánto influye la adición al 0%, 15% y 30% de ceniza cascara de semilla de girasol en la resistencia a la penetración del suelo?	Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión por el método CBR	la adición de ceniza de cascara de semilla de girasol mejora la resistencia a la Compresión con el método CBR	<b>PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE</b>	Propiedades Mecánicas	Resistencia CBR por método PDC (ASTM D6951) (Kg/cm <sup>2</sup> )	<a href="#">Ficha Resultado de Laboratorio</a> según NTP 339.145 Anexo 4-B	
¿Cuánto influye la adición al 0%, 15% y 30% de ceniza cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión del suelo?	Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en la resistencia a la compresión simple por el método PDC	la adición de ceniza de cascara de semilla de girasol mejora la resistencia a la compresión simple			Propiedades Mecánicas	Compresión simple (ASTM D2166) (Kg/cm <sup>2</sup> )	<a href="#">Ficha Resultado de Laboratorio</a> según NTP 339.167 Anexo 4-C
¿Cuánto influye la adición al 0%, 15% y 30% de ceniza cascara de semilla de girasol en el índice plástico del suelo?	Determinar cómo influye la ceniza de cascara de semilla de girasol en el índice plástico del suelo en subrasante	la adición de ceniza de cascara de semilla de girasol mejora el índice plástico del suelo en la subrasante			Propiedades Físicas	Índice Plástico (ASTM D4318) (%)	<a href="#">Ficha Resultado de Laboratorio</a> Según NTP 339.129 Anexo 4-D



## ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: ceniza de cascara de semilla de girasol y subrasante

**TÍTULO:** "Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la vía Altoqosqo San Sebastián, Cusco 2022"

### Parte A: Datos generales

Tesista 01: ... Vilca Yucra Alejandro

Fecha: Lima, 15 noviembre 2021

### Parte B: Aplicación de ceniza

0%	OK
15%	OK
30%	OK

Tesis: Brandon, (2020) Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante: 0%, 20%, 30% y 50%

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Vilca Yucra

Nombres: Felimon

Título: Ingeniero Civil

Grado: Bachiller

N° Reg. CIP: 170064

Firma:

Felimon Vilca Yucra  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 170064

Apellidos: Arbulo Jurado

Nombres: Cesar Edilberto

Título: Ingeniero Civil

Grado: MBA

N° Reg. CIP: .115764

Firma:

CESAR EDILBERTO ARBULO JURADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 115764

Apellidos: Vasquez Lima

Nombres: Juan Amílcar

Título: Ingeniero Civil

Grado: Bachiller

N° Reg. CIP: 47960

Firma:

Juan Amílcar Vasquez Lima  
INGENIERO CIVIL  
CIP 47960

**ANEXO 4: FICHAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO**  
**RESULTADOS DEL 0%**



**SOLICITANTE** Vilca Yucra Alejandro  
**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**FECHA** 17/01/2022  
**CALICATA** : C-1  
**SECTOR** Altoqosqo

<b>CALICATA</b>		
<b>: C-1</b>		
<b>COORDENADA</b>	<b>E</b>	
	<b>N</b>	

<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>		
Humedad Natural	Contenido de Humedad	7.85%
Limites de consistencia	Limite Liquido	31.35%
	Limite Plastico	19.60%
	Indice de Plasticidad	11.76%
Clasificación	SUCS	CL
	AASHTO	A-6 (5)
Parametros Suelo	MDS	1.45 g/cm3
	Humedad Optima	6.95 %
	AI 95%	3.37%
	AI 100 %	4.97%

**Observaciones** Muestras tipo Mab NTP 339.151

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 G & C E.I.R.L.  
  
 Ing. Juan V. Casa Apaza  
 CIP 107104

laboratorio de Mecanica de Suelos  
 y Materiales G & C E.I.R.L.  
  
 Ing. Alfredo Gaspar Apaza  
 CIP 128571  
 RESP. LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRANULOMETRIA / LÍMITES DE CONSISTENCIA  
NORMAS TÉCNICAS: NTP. 339.127 / NTP 339.128

DATOS DE LA MUESTRA

**SOLICITANTE** Vilca Yucra Alejandro  
**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**FECHA** 17/01/2022  
**CALICATA** : C-1

Granulometría (NTP 339,127)

Datos de ensayo

Peso Total : 1911.0  
Peso de muestra lavada: 73.8  
Pérdida por lavada: 1837.2

Malla	Peso (gr)	% Ret. Parcial	% Ret. Acum.	% que Pasa	Especificaciones
Tamiz 3"	76.200			100.00	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.00	
2"	50.600	0.0	0.0	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.00	
1"	25.400	0.0	0.0	100.00	
3/4"	19.050	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	2.2	1.10	98.90	
1/4"	6.350	4.0	3.1	96.90	
No4	4.760	1.8	0.90	96.00	
10	2.000	5.2	2.70	93.30	
40	0.420	24.1	12.30	81.00	
100	0.149	25.7	13.10	67.90	
200	0.074	10.8	5.50	62.40	
< 200		121.8	62.30	99.9	0.10
Total		195.6	100.00		

Límite Líquido NTP 339,128

Ensayo	1	2	3	4
Nº de Golpes	33	27	25	21
Recipiente Nº	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	28.26	26.09	25.44	24.88
R + Suelo Seco	25.49	23.77	22.65	22.22
Peso Recip.	16.12	16.23	13.86	14.06
Peso Agua	2.77	2.32	2.79	2.66
Peso S. Seco	9.37	7.54	8.79	8.16
% de Humedad	29.56	30.77	31.74	32.60

Límite Plástico NTP 339,128

Ensayo	1	2	3
Recipiente Nº	a	b	c
R + Suelo Hum.	16.00	14.18	15.43
R + Suelo Seco	14.62	13.05	14.12
Peso Recip.	7.70	7.27	7.33
Peso Agua	1.38	1.13	1.31
Peso S. Seco	6.92	5.78	6.79
% de Humedad	19.94	19.55	19.29



Clasificación SUCS : **CL** L.L. : **31.35** Máx.Dens. Seca : **1.45** CBR AL 95% MDS : **3.4%**  
Clasificación AASHTO : **A-6 (5)** LP : **11.76** Humedad Optima: **6.95** CBR AL 100% MDS : **5.8%**

**CURVA GRANULOMETRICA**







**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y  
MATERIALES G&C E.I.R.L.**



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MITC E 108, ASTM D 2216

**DATOS DE LA MUESTRA**

**SOLICITANTE** Vilca Yucra Alejandro  
**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la  
carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**FECHA** 17/01/2022  
**CALICATA** : C-1

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

<b>N° de muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Cápsula	g	19.05	15.8	19.89
Cápsula + suelo húmedo	g	76.32	74.13	88.56
Cápsula + suelo seco	g	72.14	69.45	84.09
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.87</b>	<b>8.72</b>	<b>6.96</b>
<b>Promedio</b>	%	<b>7.85</b>		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
G&C E.I.R.L.



Ing. Juan Víctor Casa Apaza  
CIP 194104

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G & C E.I.R.L.  
Ing. Alfredo Gaspar Apaza  
CIP 128571  
RPSP LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**MATERIAL** : C-1  
**FECHA** 17/01/2022

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m <sup>3</sup> )	1.448	Peso del martillo	10 lbs	Clas. Suelos
Humedad Optima	7.0%	Altura del martillo	18 pulg	AASHTO: A-6 (5)
Humedad Natural		Número de Capas	5 capas	UCS : CL

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	1	2	3
Nro. De Golpes	56 GOLFES	25 GOLFES	12 GOLFES
Altura	12.90	12.90	12.90
Diámetro	15.24	15.23	15.23
Volumen	2353.2	2350.1	2350.1

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE N° 6	MOLDE N° 9F	MOLDE N° 32
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,699	8,534	8,298
Peso del Molde (gr)	4243	4211	4056
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,456	4,323	4,242
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.89	1.84	1.81
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	1.71	1.68

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	14.24	14.40	14.27	14.38	15.35	14.12
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	87.17	86.11	82.98	75.14	81.73	77.40
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	82.31	81.23	78.48	70.88	76.97	72.96
Peso del Agua (gr)	4.86	4.88	4.50	4.26	4.76	4.44
Peso del Suelo Seco (gr)	68.07	66.83	64.21	56.50	61.62	58.84
Contenido de Humedad	7.14%	7.30%	7.01%	7.54%	7.72%	7.55%
Contenido de Humedad Promedio	7.22%	7.27%	7.64%			

DATOS DE ABSORCION

	1	2	3
Peso M+M.C. despues de Inmersión (gr)	8,934	8,980	9,325
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,699	8,534	8,298
Porcentaje de Absorción	5.27%	10.32%	24.21%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
22/01/2022	13.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
23/01/2022	13.00	24 horas	30	0.012	0.20%	34	0.018	0.39%	60	0.026	0.56%
24/01/2022	13.00	48 horas	30	0.015	0.33%	43	0.024	0.52%	60	0.026	0.56%
25/01/2022	13.00	72 horas	35	0.016	0.35%	45	0.035	0.76%	66	0.034	0.74%
26/01/2022	13.00	96 horas	35	0.016	0.35%	45	0.036	0.78%	66	0.045	0.98%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 9.8423*DIAL + 3.1048			1			2			3		
AREA PISTON	3.0	Pulg. Cuadradas	56 GOLFES			25 GOLFES			12 GOLFES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.
	(mm)	(pulg)	mm	Lb	PSI	Lb	PSI	Lb	Lb	PSI	
0.5 min	0.64	0.025	6	62	21	4	42	14	3	33	11
1.0 min	1.27	0.050	12	121	40	7	72	24	6	62	21
2.0 min	2.54	0.100	23	229	76	13	131	44	9	92	37
4.0 min	5.08	0.200	46	456	152	26	259	86	22	220	73
6.0 min	7.62	0.300	69	682	227	39	387	129	33	327	117
8.0 min	10.16	0.400	92	909	303	52	515	172	44	436	145
10.0 min	12.70	0.500	115	1135	378	65	643	214	55	544	181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GAC E.I.R.L.

ING. JUAN CARLOS APAZA

ING. JUAN CARLOS APAZA

ING. JUAN CARLOS APAZA

ING. JUAN CARLOS APAZA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

y MATERIALES GAC E.I.R.L.

ING. JUAN CARLOS APAZA

ING. JUAN CARLOS APAZA

ING. JUAN CARLOS APAZA

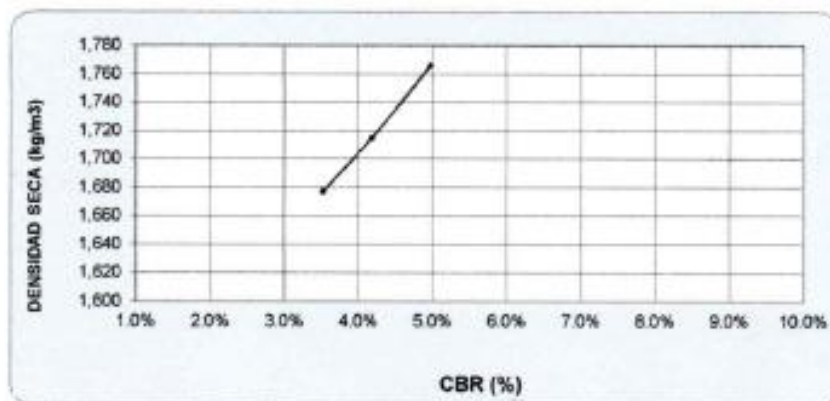
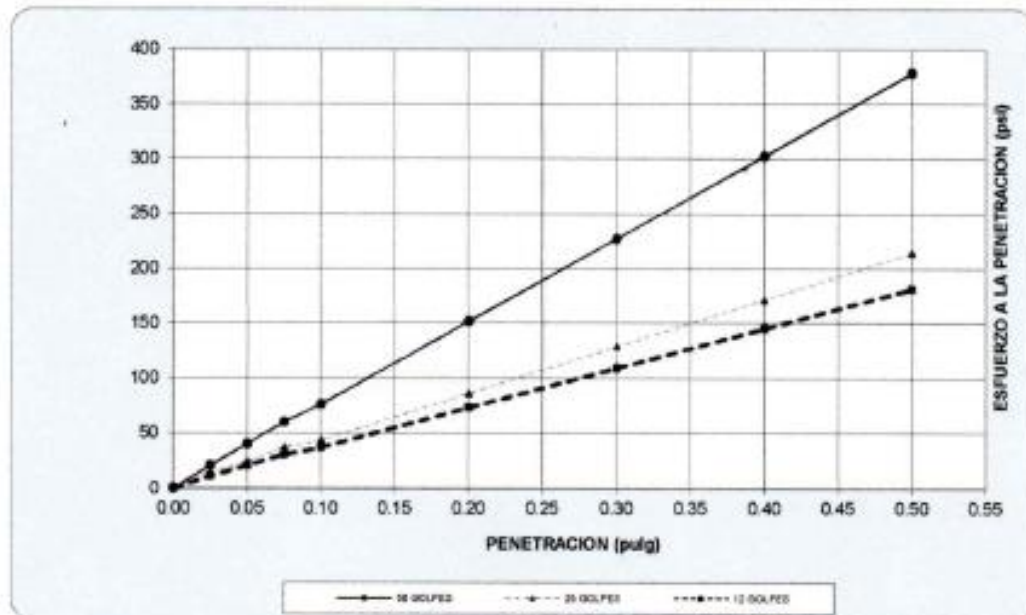


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAFICO DE CBR

DATOS DE LA MUESTRA

**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**MATERIAL** : C-1  
**FECHA** 17/01/2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m <sup>3</sup> )	1.45	CBR AL 95% DE MDS =	3.4%
HUMEDAD OPTIMA (%)	6.95	CBR AL 100% DE MDS :	5.0%
Nro. DE GOLFES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1') / CBR (0.2') = 0.75
56 GOLFES	0.35%	5.27%	
25 GOLFES	0.78%	10.32%	
12 GOLFES	0.98%	14.21%	OBSERVACION:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G & C E.I.R.L.



Ing. Juan Y. In. Casa Apaza  
CIP 104104

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G & C E.I.R.L.  
CIP 120077  
R.F.S.P. LABORATORIO



## RESULTADOS DEL 15%

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L.	
<b>SOLICITANTE</b>	Vilca Yucra Alejandro
<b>PROYECTO</b>	Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022
<b>UBICACIÓN</b>	Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)
<b>FECHA</b>	26/01/2022
<b>CALICATA</b>	: Dosificación 15%
<b>SECTOR</b>	Altoqosqo


### CALICATA

## : Dosificación 15%


COORDENADA	E	
	N	

RESUMEN DE RESULTADOS		
Limites de consistencia	Limite Liquido	27.67%
	Limite Plastico	18.60%
	Indice de Plasticidad	9.07%
Clasificación	SUCS	CL
	AASHTO	A-4 (4)
Parametros Suelo	MDS	1.59 g/cm3
	Humedad Optima	6.33 %
	AI 95%	8.85%
	AI 100 %	11.65%

Observaciones	Muestras tipo Mab NTP 339.151



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
G&C E.I.R.L.  
Ing. Juan Velazco Casa Apaza  
CIP 104104



laboratorio de Mecanica de Suelos  
Materiales G & C E.I.R.L.  
Ing. Alfredo Gaspar Apaza  
CIP 129571  
RESP. LABORATORIO



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**GRANULOMETRÍA / LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
NORMAS TÉCNICAS: NTP. 339.127 / NTP 339.128

**DATOS DE LA MUESTRA**

**SOLICITANTE** Vilca Yucra Alejandro  
**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**FECHA** 26/01/2022  
**CALICATA** : Dosificación 15%

**Granulometría (NTP 339,127)**

**Datos de ensayo**

Peso Total : 392.0  
Peso de muestra lavada: 159.9  
Perdida por lavada: 232.1

Malla	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especificaciones
Tamiz 3"	76.200			100.00	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.00	
2"	50.600	0.0	0.0	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.00	
1"	25.400	0.0	0.0	100.00	
3/4"	19.050	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	1.5	0.4	99.60	
1/4"	6.350	3.6	0.9	98.70	
No4	4.760	3.9	1.0	97.70	
10	2.000	7.9	2.0	95.70	
40	0.420	56.8	14.50	81.20	
100	0.149	66.4	16.90	64.30	
200	0.074	19.8	5.10	59.20	
< 200		232.1	59.20	100.0	0.00
<b>Total</b>	<b>392.0</b>	<b>100.00</b>			

**Límite Líquido NTP 339.128**

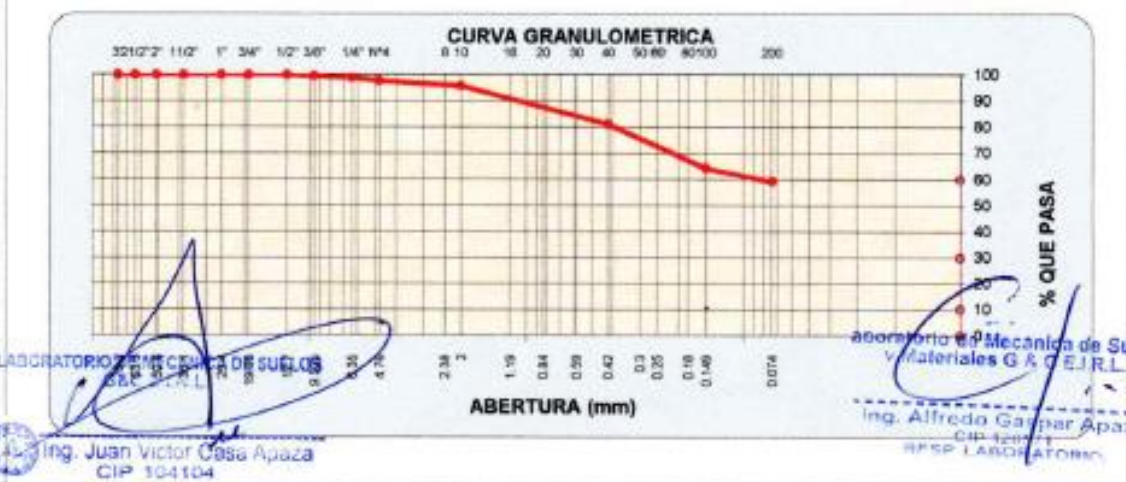
Ensayo	1	2	3	4
N° de Golpes	32	26	24	14
Recipiente N°	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	32.44	18.96	20.01	22.37
R + Suelo Seco	29.75	16.68	17.51	19.33
Peso Recip.	19.75	8.39	8.57	9.01
Peso Agua	2.69	2.28	2.50	3.04
Peso S. Seco	10.00	8.29	8.94	10.32
% de Humedad	26.90	27.50	27.96	29.46

**Límite Plástico NTP 339.128**

Ensayo	1	2	3
Recipiente N°	a	b	c
R + Suelo Hum.	12.91	11.96	12.00
R + Suelo Seco	12.38	11.44	11.45
Peso Recip.	9.48	8.64	8.55
Peso Agua	0.53	0.52	0.55
Peso S. Seco	2.90	2.80	2.90
% de Humedad	18.28	18.57	18.97



Clasificación SUCS : **CL** L.L. : **27.67** Máx.Dens.Seca : **1.59** CBR AL 95% MDS : **8.9%**  
Clasificación AASHTO: **A-4 (4)** I.P. : **9.07** Humedad Óptima: **6.33** CBR AL 100% MDS : **11.7%**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES G & C E.I.R.L.  
Ing. Juan Victor Casa Apaza  
CIP 104104

laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.  
Ing. Alfredo Garpar Apaza  
CIP 12011  
RSPS LABORATORIO





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

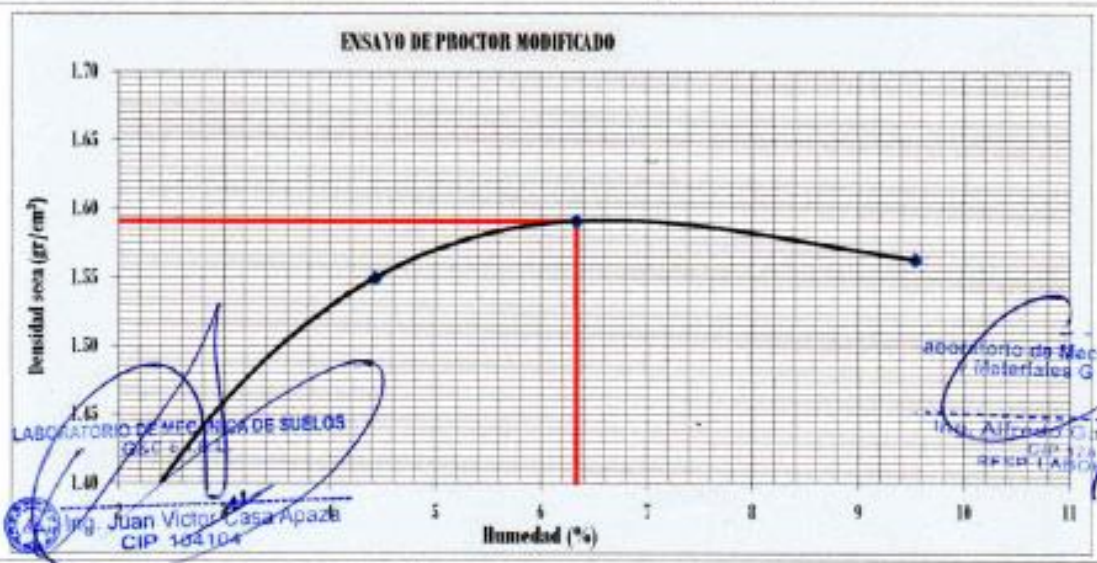
DATOS DE LA MUESTRA

**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**MATERIAL** : Dosificación 15%  
**FECHA** 26/01/2022

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5609	5876	5980	6009
Peso molde (gr.)	3580	3580	3580	3580
Peso suelo compactado (gr.)	2029	2296	2400	2429
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	1418.6	1418.6	1418.6	1418.6
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.430	1.618	1.692	1.712

Humedad (%)								
Tara N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de tara (gr.)	19.21	20.21	20.01	18.98	19.04	19.79	19.98	20.11
Tara + suelo húmedo (gr.)	115.23	112.80	117.87	115.21	119.09	111.42	108.32	120.20
Tara + suelo seco (gr.)	113.67	110.03	113.67	111.18	113.09	106.00	100.72	111.38
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	96.02	92.59	97.86	96.23	100.05	91.63	88.34	100.09
Peso del Suelo Seco (gr.)	94.46	89.82	93.66	92.20	94.05	86.21	80.74	91.27
Peso de agua (gr.)	1.56	2.77	4.20	4.03	6.00	5.42	7.60	8.82
Humedad (%)	1.65	3.08	4.48	4.37	6.38	6.29	9.41	9.66
Promedio	2.37		4.43		6.33		9.54	
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.397		1.550		1.591		1.563	

x. Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.59	Contenido Humedad Optima (%)	6.33
--	------	------------------------------	------



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G&C E.I.R.L.  
Ing. Juan Víctor Casa Apaza  
CIP 103104

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G&C E.I.R.L.  
Ing. Alfredo Guzmán Apaza  
CIP 123123  
LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

<b>PROYECTO</b>	Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoosqo, Cusco 2022
<b>UBICACIÓN</b>	Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoosqo)
<b>MATERIAL</b>	Dosificación 15%
<b>FECHA</b>	26/01/2022

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.591	Peso del martillo	10 lbs	Clas. Suelos:
Humedad Optima	6.3%	Altura del martillo	18 pulg	AASHITO: A-4 (4)
Humedad Natural		Número de Capas	5 capas	SUCS : CL

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	1	2	3
Nro. De Golpes	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	16.70	16.72	16.65
Diámetro	10.40	10.42	10.42
Volumen	1418.6	1425.8	1419.8

MOLDE N° R MOLDE N° A MOLDE N° B

DATOS DE COMPACTACION

	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	6,012	5,989	5,832
Peso del Molde (gr)	3580	3576	3563
Peso de la Muestra Compacta (gr)	2,432	2,413	2,269
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.71	1.69	1.60
Densidad Seca (gr/cm3)	1.61	1.59	1.50

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	19.09	20.01	20.12	19.78	19.45	19.73
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	99.12	109.32	112.32	115.34	120.09	121.43
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	93.76	104.54	107.45	109.21	114.78	114.77
Peso del Agua (gr)	5.36	4.78	4.87	6.13	5.31	6.66
Peso del Suelo Seco (gr)	74.67	84.53	87.33	89.43	95.33	95.04
Contenido de Humedad	7.18%	5.65%	5.58%	6.85%	5.57%	7.01%
Contenido de Humedad Promedio	6.42%	6.22%	6.29%			

DATOS DE ABSORCION

	1	2	3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	6,122	6,209	6,345
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	6,012	5,989	5,832
Porcentaje de Absorción	4.52%	9.12%	22.61%

ENSAYO DE EXPANSION

			1			2			3		
CTE. DIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
28/01/2022	13.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
29/01/2022	13.00	24 horas	22	0.022	0.33%	26	0.018	0.27%	42	0.026	0.40%
30/01/2022	13.00	48 horas	22	0.022	0.33%	27	0.024	0.37%	43	0.026	0.40%
31/01/2022	13.00	72 horas	23	0.023	0.35%	27	0.035	0.53%	43	0.034	0.52%
01/02/2022	13.00	96 horas	23	0.023	0.35%	27	0.036	0.55%	44	0.045	0.68%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 9.8423*DIAL + 3.1048			1			2			3		
AREA PISTON	3.0	Pulg. Cuadradas	56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.
	(mm)	(pulg)	mm	Lb	PSI	Lb	PSI	Lb	PSI	Lb	PSI
0.5 min	0.64	0.025	14	141	47	7	72	24	5	52	17
1.0 min	1.27	0.050	27	269	90	16	161	54	15	151	50
1.5 min	1.91	0.075	44	436	145	22	220	73	21	210	70
2.0 min	2.54	0.100	56	554	185	34	338	113	27	270	90
4.0 min	5.08	0.200	112	1105	368	68	672	224	42	416	139
6.0 min	7.62	0.300	168	1657	552	102	1007	336	63	623	208
8.0 min	10.16	0.400	224	2208	736	136	1342	447	84	830	277
10.0 min	12.70	0.500	280	2759	920	170	1676	559	105	1037	346



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES GAC E.I.R.L.  
Ing. Juan Victor Casas Boba  
01/02/2022



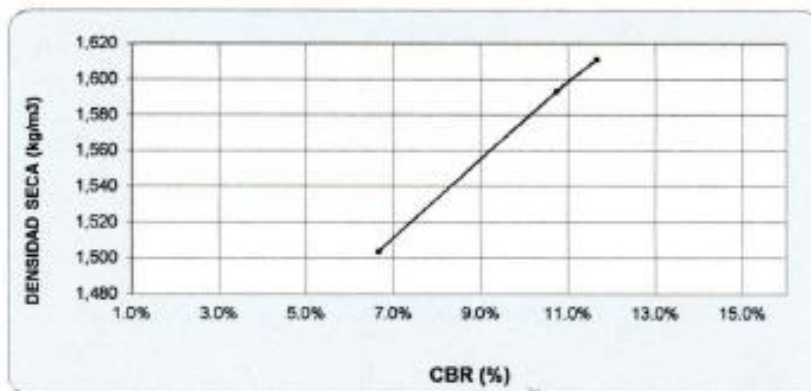
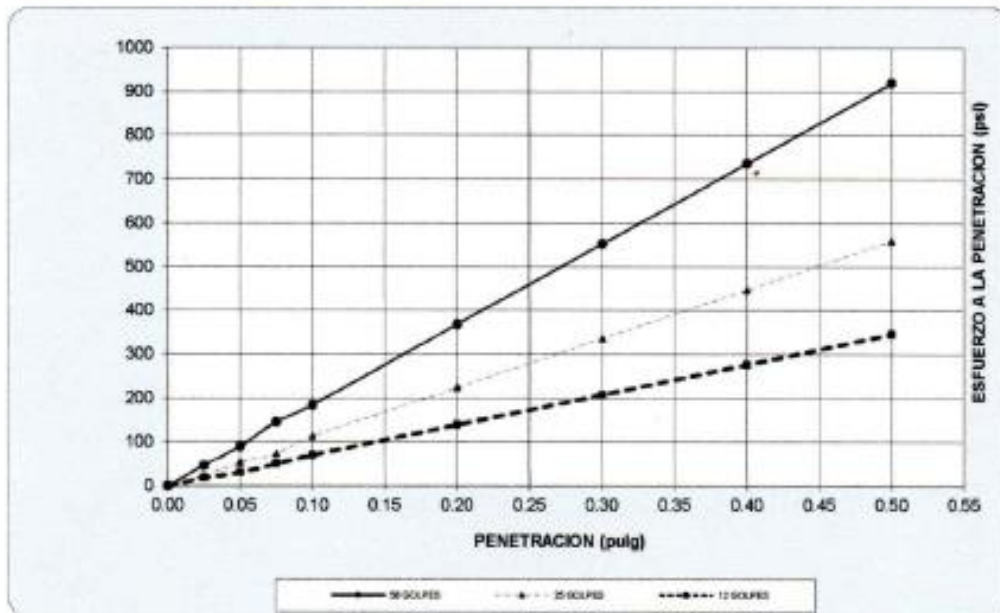


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAFICO DE CBR

DATOS DE LA MUESTRA

**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**MATERIAL** : Dosificación 15%  
**FECHA** 26/01/2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.59	CBR AL 95% DE MDS = 8.85%
HUMEDAD OPTIMA (%)	6.33	CBR AL 100% DE MDS = 11.65%
Nro. DE GOLFES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLFES	0.35%	4.52%
25 GOLFES	0.55%	9.12%
12 GOLFES	0.68%	22.81%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:  
 $CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.75$

OBSERVACION:

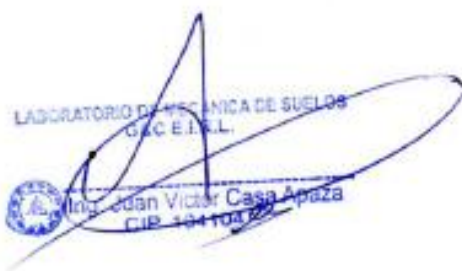

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
G&C E.I.R.L.

Juan Victor C. Apaza  
CIP 104104

Directoria de Mecánica de Suelos  
y Materiales G & C E.I.R.L.

Ing. Alfredo Gaspar Apaza  
CIP 104073  
RESP. LABORATORIO

## RESULTADOS DEL 30%

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L.		
<b>SOLICITANTE</b>	Vilca Yucra Alejandro	
<b>PROYECTO</b>	Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022	
<b>UBICACIÓN</b>	Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)	
<b>FECHA</b>	26/01/2022	
<b>CALICATA</b>	: Dosificación 30%	
<b>SECTOR</b>	Altoqosqo	
<b>CALICATA</b> <b>: Dosificación 30%</b>		
<b>COORDENADA</b>	E	
	N	
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>		
Limites de consistencia	Limite Liquido	24.41%
	Limite Plastico	15.75%
	Indice de Plasticidad	8.66%
Clasificación	SUCS	CL
	AASHTO	A-4 (3)
Parametros Suelo	MDS	1.34 g/cm3
	Humedad Optima	7.30 %
	AI 95%	3.81%
	AI 100 %	4.47%
<b>Observaciones</b>	Muestras tipo Mab NTP 339.151	
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS G & C E.I.R.L. Ing. Juan Víctor Casa Apaza CIP 104104		 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G & C E.I.R.L. Ing. Alfredo Gaspar Apaza CIP 121571 GESP LABORATORIO





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRANULOMETRÍA / LÍMITES DE CONSISTENCIA  
NORMAS TÉCNICAS: NTP. 339.127 / NTP 339.128

DATOS DE LA MUESTRA

**SOLICITANTE** Vilca Yucra Alejandro  
**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**FECHA** 26/01/2022  
**CALICATA** : Dosificación 30%

Granulometría (NTP 339.127)

Datos de ensayo

Peso Total : 483.6  
Peso de muestra lavada: 217.3  
Pérdida por lavada: 266.3

Malla	Peso (gr)	% Ret. Parcial	% Ret. Acum.	% que Pasa	Especificaciones
Tamiz 3"	76.200			100.00	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.00	
2"	50.600	0.0	0.0	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.00	
1"	25.400	0.0	0.0	100.00	
3/4"	19.050	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.0	0.0	100.00	
1/4"	6.350	0.0	0.0	100.00	
No4	4.760	5.8	1.2	98.80	
10	2.000	4.4	0.90	2.1	97.90
40	0.420	66.9	13.80	15.9	84.10
100	0.149	89.9	18.60	34.5	65.50
200	0.074	50.3	10.40	44.9	55.10
< 200		266.3	55.10	100.0	0.00
Total		483.6	100.00		

Límite Líquido NTP 339.128

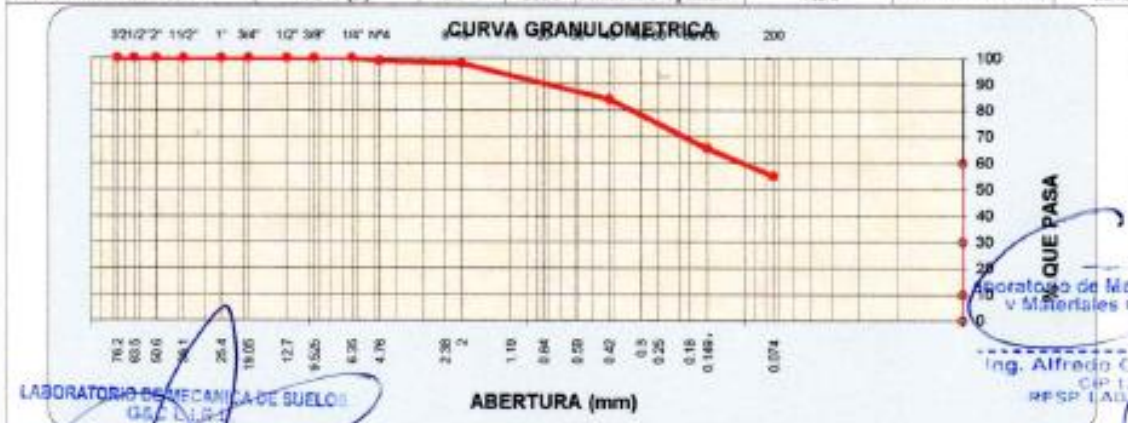
Ensayo	1	2	3	4
Nº de Golpes	29	24	21	13
Recipiente Nº	A	B	C	D
R + Suelo Hum.	20.37	22.92	35.70	27.43
R + Suelo Seco	19.42	21.51	34.42	26.21
Peso Recip.	15.42	15.80	29.35	21.55
Peso Agua	0.95	1.41	1.28	1.22
Peso S. Seco	4.00	5.71	5.07	4.66
% de Humedad	23.75	24.69	25.25	26.18

Límite Plástico NTP 339.128

Ensayo	1	2	3	
Recipiente Nº	a	b	c	
R + Suelo Hum.	10.16	9.75	10.45	
R + Suelo Seco	9.96	9.59	10.21	
Peso Recip.	8.75	8.54	8.66	
Peso Agua	0.20	0.16	0.24	
Peso S. Seco	1.21	1.05	1.55	
% de Humedad	16.53	15.24	15.48	15.75



Clasificación SUCS : **CL** L.L. : **24.41** Máx. Dens. Seca : **1.34** CBR AL 95% MDS : **3.8%**  
Clasificación AASHTO: **A-4 (3)** I.P. : **8.66** Humedad Óptima : **7.30** CBR AL 100% MDS : **4.5%**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
G&C E.I.R.L.

Ing. Juan Víctor Cota Apaza  
CIP 10414

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G&C E.I.R.L.  
Ing. Alfredo César Aparicio  
CIP 10414  
RESP. LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

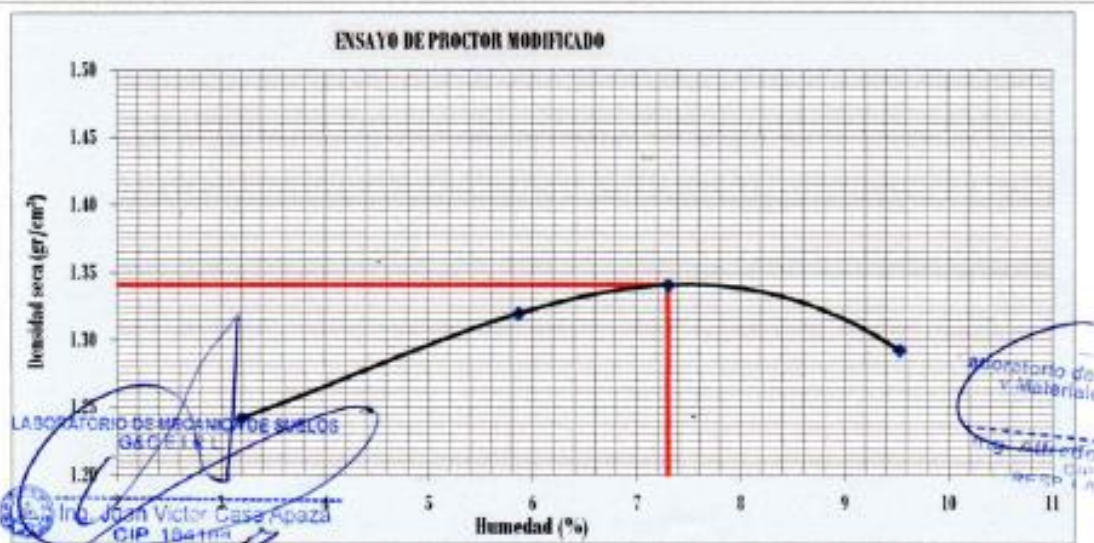
PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

DATOS DE LA MUESTRA

**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**MATERIAL** : Dosificación 30%  
**FECHA** 26/01/2022

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	25	25 +	25
Peso suelo + molde (gr.)	5398	5562	5621	5588
Peso molde (gr.)	3580	3580	3580	3580
Peso suelo compactado (gr.)	1818	1982	2041	2008
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	1418.6	1418.6	1418.6	1418.6
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.282	1.397	1.439	1.415

Humedad (%)								
Tara N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de tara (gr.)	20.11	20.00	19.89	20.14	21.03	19.34	20.21	20.17
Tara + suelo húmedo (gr.)	120.34	109.23	121.54	127.49	132.21	127.38	116.38	114.87
Tara + suelo seco (gr.)	117.53	106.21	116.00	121.45	124.34	120.32	108.32	106.33
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	100.23	89.23	101.65	107.35	111.18	108.04	96.17	94.70
Peso del Suelo Seco (gr.)	97.42	86.21	96.11	101.31	103.31	100.98	88.11	86.16
Peso de agua (gr.)	2.81	3.02	5.54	6.04	7.87	7.06	8.06	8.54
Humedad (%)	2.88	3.50	5.76	5.96	7.62	6.99	9.15	9.91
Promedio	3.19		5.86		7.30		9.53	
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.242		1.320		1.341		1.292	
x. Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.34					Contenido Humedad Optima (%)		7.30







LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**MATERIAL** : Dosificación 30%  
**FECHA** 26/01/2022

DATOS GENERALES												
Maxima Densidad Seca (Kg/ m <sup>3</sup> )	1.341	Peso del martillo	10 lbs	Clas. Suelos								
Humedad Optima	7.3%	Altura del martillo	18 pulg	AASHTO: A-4 (3)								
Humedad Natural		Número de Capas	5 capas	SUCS : CL								
DATOS DEL MOLDE (cm.)												
	1	2	3									
Nro. De Golpes	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES									
Altura	16.71	16.72	16.70									
Diámetro	10.42	10.42	10.42									
Volumen	1425.0	1425.8	1424.1									
DATOS DE COMPACTACION												
	MOLDE N° R	MOLDE N° A	MOLDE N° B									
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES									
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	5,543	5,401	5,327									
Peso del Molde (gr)	3580	3556	3513									
Peso de la Muestra Compacta (gr)	1,963	1,845	1,814									
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.38	1.29	1.27									
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.27	1.20	1.19									
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD												
	1	2	3	4	5	6						
Peso del Tarro (gr)	20.09	20.05	20.11	19.97	19.67	20.11						
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	100.67	110.21	112.54	117.21	116.49	119.29						
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	94.73	103.03	105.74	110.02	110.21	112.28						
Peso del Agua (gr)	5.94	7.18	6.80	7.19	6.28	7.01						
Peso del Suelo Seco (gr)	74.64	82.98	85.63	90.05	90.54	92.17						
Contenido de Humedad	7.96%	8.65%	7.94%	7.98%	6.94%	7.61%						
Contenido de Humedad Promedio	8.31%		7.96%			7.27%						
DATOS DE ABSORCION												
	1	2	3									
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	5,673	5,732	5,811									
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	5,543	5,401	5,327									
Porcentaje de Absorción	6.62%	17.94%	26.68%									
ENSAYO DE EXPANSION												
	1			2			3					
CTE. DIAL EXPANSION	0.001											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	
28/01/2022	13.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	
29/01/2022	13.00	24 horas	36	0.036	0.55%	45	0.018	0.27%	45	0.026	0.40%	
30/01/2022	13.00	48 horas	40	0.040	0.61%	45	0.024	0.36%	66	0.026	0.40%	
31/01/2022	13.00	72 horas	40	0.040	0.61%	56	0.035	0.53%	75	0.034	0.52%	
01/02/2022	13.00	96 horas	40	0.040	0.61%	56	0.036	0.55%	98	0.045	0.68%	
ENSAYO DE PENETRACION												
CTE. ANILLO= 9.8423*DIAL + 3.1048	1			2			3					
AREA PISTON	3.0	Pulg. Cuadradas	56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES			
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	
	(mm)	(pulg)	mm	Lb	PSI	Lb	PSI	Lb	PSI	Lb	PSI	
0.5 min	0.64	0.025	7	72	24	4	42	14	23	8	8	
1.0 min	1.27	0.050	14	141	47	6	62	21	42	14	14	
1.5 min	1.91	0.075	21	210	70	9	92	31	62	21	21	
2.0 min	2.54	0.100	27	269	90	8	82	27	62	21	21	
4.0 min	5.08	0.200	54	535	178	16	161	54	14	14	14	
6.0 min	7.62	0.300	81	800	267	24	239	80	21	210	70	
8.0 min	10.16	0.400	108	1066	355	32	318	106	28	279	93	
10.0 min	12.70	0.500	135	1332	444	40	397	132	35	348	116	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
G&C E.I.R.L.  
Calle Vicos, Cusco Apaza

2. Laboratorio de Mecánica de Suelos  
G&C E.I.R.L.  
Calle Vicos, Cusco Apaza

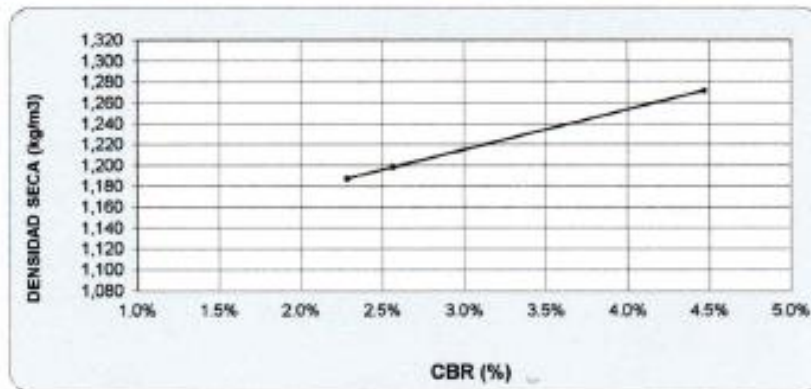
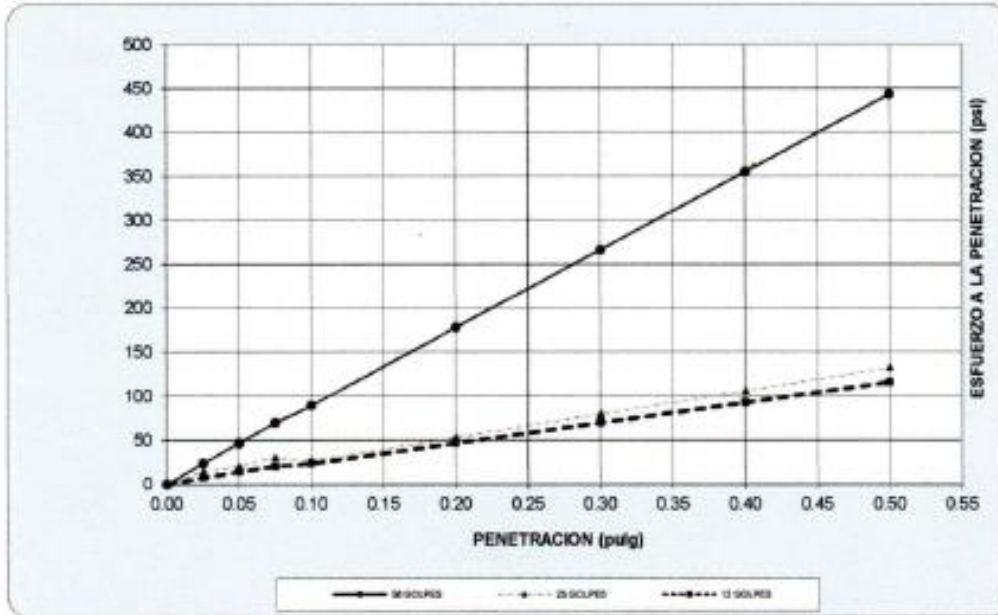


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

GRAFICO DE CBR

DATOS DE LA MUESTRA

**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**MATERIAL** : Dosificación 30%  
**FECHA** 26/01/2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.34	CBR AL 95% DE MDS =	3.8%
HUMEDAD OPTIMA (%)	7.30	CBR AL 100% DE MDS =	4.5%
Nro. DE GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION:
56 GOLPES	0.61%	6.62%	CBR (0.1*) / CBR (0.25) = 0.76
25 GOLPES	0.55%	17.94%	OBSERVACION
12 GOLPES	0.68%	26.68%	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
G&C E.I.R.L.

Ing. Juan Víctor Flores Apaza  
CIP 104104

laboratorio de Mecánica de Suelos  
y Materiales G & C E.I.R.L.

Ing. Alfredo MARTÍN Apaza  
CIP 25311  
RFPSP LABORATORIO



# COMPRESION SIMPLE



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G&C E.I.R.L**



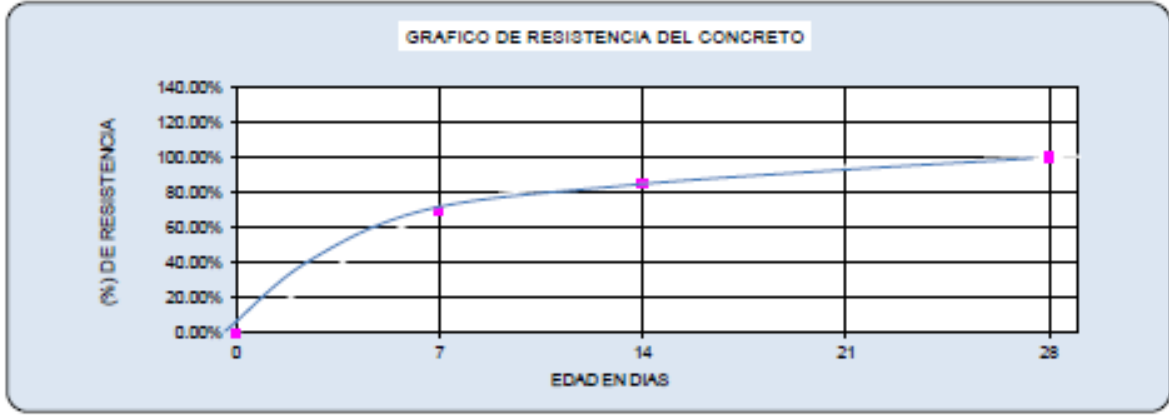
## Compresión Simple de Probetas Cilíndricas

**SOLICITANTE** Vilca Yucra Alejandro  
**PROYECTO** Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco 2022  
**UBICACIÓN** Carretera Inti Raimi- Quillahuata (Altoqosqo)  
**FECHA** 26/01/2022  
**MUESTRA** : Testigos cilíndricos de dosificaciones

N°	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia
		Moldeo	Rotura				$f_c$ Especo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Suelo Natural	17/01/2022	24/01/2022	7	649.0	10.42	7.6
2	Suelo Natural	17/01/2022	31/01/2022	14	660.0	10.41	7.8
3	Suelo Natural	17/01/2022	07/02/2022	21	670.0	10.41	7.9
4	Dosificación 15 %	17/01/2022	24/01/2022	7	945.0	10.21	11.6
5	Dosificación 15 %	17/01/2022	31/01/2022	14	960.5	10.20	11.8
6	Dosificación 15 %	17/01/2022	07/02/2022	21	990.4	10.20	12.1
7	Dosificación 30%	17/01/2022	24/01/2022	7	657.5	10.21	8.0
8	Dosificación 30%	17/01/2022	31/01/2022	14	740.6	10.21	9.0
9	Dosificación 30%	17/01/2022	07/02/2022	21	689.5	10.20	8.4

  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 G & C E.I.R.L.  
 Ing. Juan Velazco Casa Apaza  
 CIP 106104

  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 y Materiales G & C E.I.R.L.  
 Ing. Alfredo Gaspar Apaza  
 CIP 128571  
 R.F.S.P. LABORATORIO



Observación

# ELABORACIÓN DE CENIZA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
MATERIALES G&C E.L.R.L**



**SOLICITANTE** : Alejandro Vilca Yucra

**PROYECTO**

: Aplicación de Ceniza de CascarandenSemilla de Girasol en la Subrasante de la Carretera Via Alto Qosqo, Cusco 2022



SEMILLA DE GIRASOL				
HORNO PINZUAR	T° Min			60 °C
Modelo: PG 190	T° max			500 °C
MUESTRAS	PESOS	T° APLICADA	TIEMPO	OBS.
M-1	800 gr	450° c	5 Horas	-
M-2	700 gr	450° c	5 Horas	-
M-3	750 gr	450° c	5 Horas	-

Observaciones

: Las muestras de semilla fueron proporcionado por el tesista.

: Las muestras de semilla fueron llevadas al horno durante un tiempo de 5 horas a una temperatura promedio de 450°C

: las semillas fueron llevadas a molienda para obtener las cenizas y poder dosificar con el suelo respectivo

*Alfredo Gaspar Apaza*  
 Ing Alfredo Gaspar Apaza  
 CIP 128571  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO D  
 MECANICA DE SUELOS Y MATERIA.



# **CERTIFICADOS DE CALIBRACION**

Expediente	20125
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L
Dirección	APW, MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE
Marca (o Fabricante)	PINZUAR LTDA
Modelo	P5 – 11
Número de Serie	1297
Procedencia	COLOMBIA
Código	NO INDICA
Ubicación del Equipo	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración	APW, MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Fecha de Calibración	2021-10-29

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

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

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Método de Calibración**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: L-0891-2021; T-0292-2021.

**Condiciones Ambientales**

Temperatura promedio: 19.2 °C ; Humedad relativa prom: 25.0 HR%

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

Sello



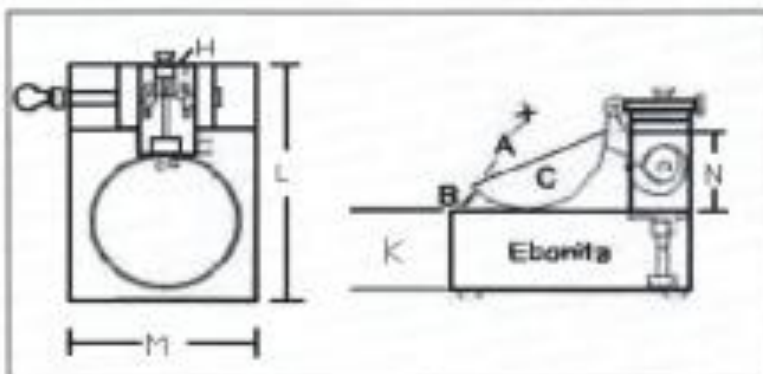
Fecha de emisión

2021-10-31

Jefe del laboratorio de calibración

**CEM INDUSTRIAL**  
**JESÚS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO





Dimensiones MTC E -110 Aparato de Límite Líquido

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54	2.0	27	47	50	150	125
Tolerancia (mm)	2	0.1	1	1.5	5	5	5

### Resultado de Medición

Dimensiones medidas en el Aparato de Límite Líquido.

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	55.8	1.98	27.58	50.14	50.02	150.2	125.08
Incertidumbre (mm)	0.5	0.05	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6



Fin de documento.

Expediente	20125
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L
Dirección	APV. MINKA 01 – SAN SEBASTIAN
Instrumento de Medición	<b>BALANZA NO AUTOMÁTICA</b>
Marca (o Fabricante)	HENKEL
Modelo	ELECTRONIC SCALE
Número de Serie	KG028582
Procedencia	CHINA
Tipo	ELECTRÓNICO
Identificación	NO INDICA
Alcance de Indicación	0 g a 2000 g
División de escala (d) o resolución	0,01 g
Div. verif. de escala (e)	0,2 g
Capacidad Mínima	0,1 g
Clase de exactitud	III
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración	APV. MINKA 01 – SAN SEBASTIAN
Fecha de Calibración	2021-10-29
Método de Calibración	

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

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

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Edición cuarta.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida [SI].

**Patrones utilizados:**

LM-C-041-2021; LM-C-064-2021; LM-C-040-2021; T-0292-2021.

Sello



Fecha de emisión

2021.10.31

Jefe del laboratorio de calibración

**CEM INDUSTRIAL**  
*Jesus Quinto C.*  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

**Resultados de Medición**
**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	INVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura	Inicial	19,2 °C	Final	19,2 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 1000,0 g			Carga L2 = 2000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1000,03	0,005	0,125	2000,07	0,007	0,163
2	1000,02	0,005	0,115	2000,07	0,007	0,163
3	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,006	0,154
4	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,007	0,153
5	1000,03	0,005	0,125	2000,07	0,007	0,163
6	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,006	0,154
7	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,007	0,153
8	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,007	0,153
9	1000,03	0,005	0,125	2000,07	0,006	0,164
10	1000,03	0,005	0,125	2000,07	0,007	0,163

Carga (g)	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub> (g)	e.m.p (g)
1000	0,01	0,6
2000	0,01	0,6

2	5
1	
3	4

 Posición  
de las  
Cargas

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Temperatura	Inicial	19,3 °C	Final	19,3 °C
-------------	---------	---------	-------	---------



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>					e.m.p ±g
	Carga mín. (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	0,10	0,10	0,003	0,097	600	600,07	0,004	0,166	0,069	0,6
2		0,10	0,003	0,097		600,03	0,005	0,125	0,028	0,6
3		0,10	0,003	0,097		600,02	0,004	0,116	0,019	0,6
4		0,10	0,003	0,097		600,05	0,005	0,145	0,048	0,6
5		0,10	0,003	0,097		600,03	0,004	0,126	0,029	0,6



**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	19,3 °C	Final	19,3 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± g
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,1	0,10	0,003	0,097						
0,2	0,50	0,003	0,397	0,300	0,50	0,003	0,397	0,300	0,2
1	1,00	0,003	0,097	0,000	1,00	0,003	0,097	0,000	0,2
10	10,00	0,004	0,096	-0,001	9,99	0,004	0,086	-0,011	0,2
50	50,02	0,004	0,116	0,019	49,97	0,004	0,066	-0,031	0,2
100	100,03	0,004	0,126	0,029	99,98	0,005	0,075	-0,022	0,2
500	500,08	0,005	0,175	0,078	500,06	0,004	0,156	0,059	0,6
1000	1000,09	0,005	0,185	0,088	1000,08	0,004	0,176	0,079	0,6
1500	1500,07	0,005	0,165	0,068	1500,06	0,004	0,156	0,059	0,6
1800	1800,07	0,006	0,164	0,067	1800,07	0,004	0,166	0,069	0,6
2000	2000,06	0,006	0,154	0,057	2000,06	0,004	0,156	0,059	0,6

**Leyenda:** L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado.  
 I: Indicación de la balanza. E<sub>c</sub>: Error en cero.  
 ΔI: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido.

**Incertidumbre expandida de medición**  $U = 2 \times \sqrt{0,00754^2 + 0,00000000010608}$  R<sup>2</sup>

**Lectura corregida**  $R_{\text{corregida}} = R + -0,0000519217$  R

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Se obtuvo un peso inicial de 2000,15 g para una pesa patrón de 2000 g.


**Fin del documento.**



Expediente	20125
Solicitante	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&amp;C E.I.R.L</b>
Dirección	AV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Equipo	<b>HORNO</b>
Marca (o Fabricante)	PINZUAR LTDA
Modelo	PG 190
Número de Serie	206
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Instrumento de Medición	Termómetro con Indicación Digital
Marca / Modelo	AUTONICS
Alcance de Indicación	50 °C a 500 °C
Div. de escala (Resoluc.)	0.1 °C
Identificación	NO INDICA
Selectores	CONTROLADOR DIGITAL
Marca / Modelo	AUTONICS
Alcance de Indicación	50 °C a 500 °C
Div. de escala (Resoluc.)	0.1 °C
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración	AV. MINEA D1 – SAN SEBASTIAN
Fecha de Calibración	2021-10-29

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

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

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Método de Calibración**

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-18, 2da. Ed., Junio 2009 "Procedimiento Para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostático".

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: LT-196-2021; LT-197-2021; T-0292-2021.

**Condiciones Ambientales**

Temperatura ambiental : Inicial: 20.4 °C ; Final : 20.4 °C

Humedad Relativa ambiental: Inicial: 24.0 HR% ; Final : 24.0 HR%

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



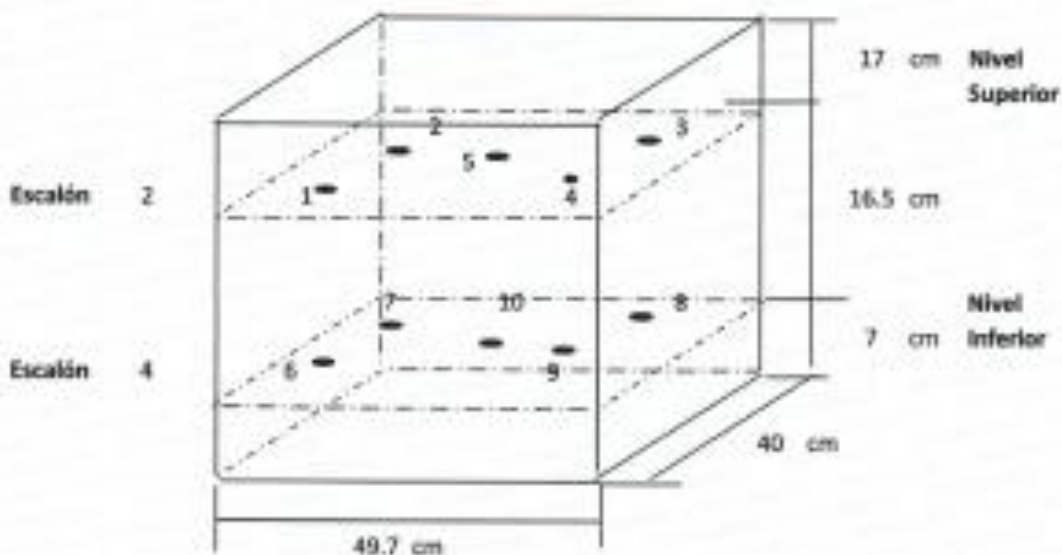
2021-10-31

**CEM INDUSTRIAL**  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

- T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
**T.prom** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.  
**T.MAX** : Temperatura Máxima.  
**T.MIN** : Temperatura Mínima.  
**DTT** : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

**MEDIO ISOTERMO - ESTUFA****Distribución de termopares en el equipo**

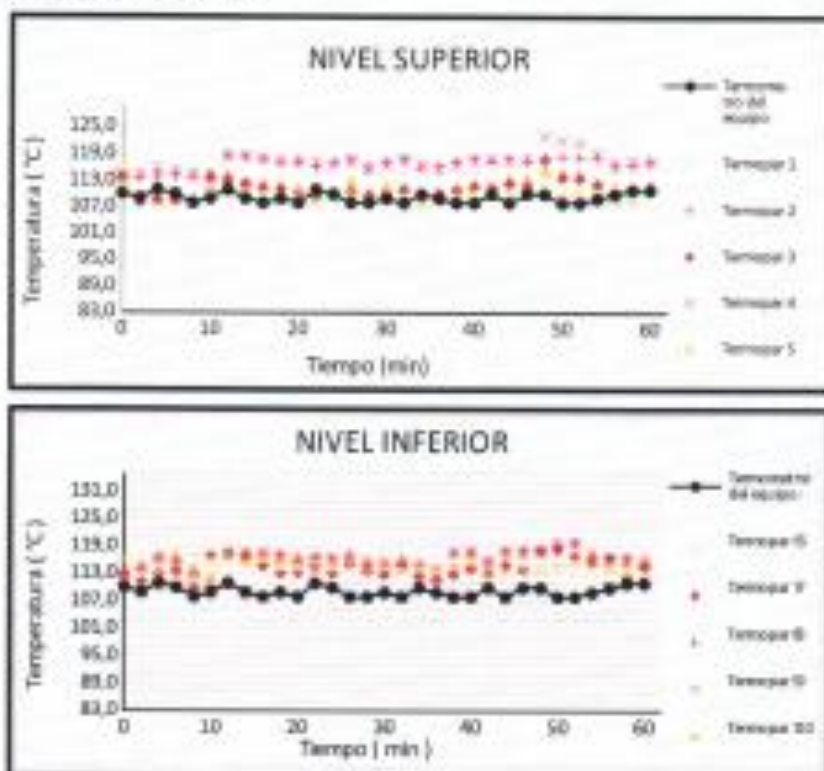
- Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.
- Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.
- Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4,5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.
- Los escalones indican las posiciones de las parrillas.

**Observación:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal correspondiente a una probabilidad de aproximadamente 95 %.



Temperatura de trabajo 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura  
en el medio isoterma



Fin del documento.



Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 19020  
Solicitante **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G&C E.I.R.L**  
Dirección APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado **MAQUINA DE CORTE DIRECTO**

A Alcance de Indicación 500 LBF  
A Marca (o Fabricante) GILSON  
A Modelo HM-382-F  
A Número de Serie 1028  
A Identificación A01  
A Procedencia USA  
A Indicador de Lectura DIGITAL  
A Marca (o Fabricante) KAROL WARNER  
A Modelo 6574  
A Número de Serie 4183  
A Identificación A03  
A Procedencia USA  
A Alcance de Indicación 0 LBF A 500 LBF  
A Resolución 0,01 LBF  
A Transductor de Fuerza CELDA S  
A Alcance de Indicación 1500LBF  
A Marca (o Fabricante) NO INDICA  
A Modelo NO INDICA  
A Número de Serie HI3060246  
A Fecha de Calibración 2019-05-07  
A Ubic. Del Equipo **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y MATERIALES G&C E.I.R.L**

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

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

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Lugar de Calibración APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-10-31

**CEM INDUSTRIAL**  
*Jesús Quinto C.*  
**JESÚS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

Expediente	20125
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L
Dirección	APV, MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Instrumento de Medición	<b>BALANZA NO AUTOMÁTICA</b>
Marca (o Fabricante)	HENKEL
Modelo	ELECTRONIC SCALE
Número de Serie	II F 0285 20
Procedencia	CHINA
Tipo	ELECTRÓNICO
Identificación	NO INDICA
Alcance de Indicación	0 g a 30 kg
División de escala (d) o resolución	0,1 g
Div. verific. de escala (e)	0,1 g
Capacidad Mínima	0,1 g
Clase de exactitud	III
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración	APV, MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Fecha de Calibración	2021-10-29

**Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Edición cuarta.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

**Patrones utilizados:**

LM-C-041-2021; LM-C-064-2021; UM-C-040-2021; T-0292-2021.

Sello



Fecha de emisión

2021.10.31

Jefe del laboratorio de calibración

**CEM INDUSTRIAL**  
  
**JESUS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

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

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

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.



## ANEXO 5: FOTOGRAFIAS



Peso - de Granulometría



saturación -de Granulometría



tamizaje - de Granulometría



tamizaje - de Granulometría



CHO- Calicata 1



CHO- Calicata 1,2 Y 3



Cuarteo – granulometría y IP



Cuarteo- CBR y Proctor





Elaboración - Ceniza



Elaboración - Ceniza



Elaboración - Ceniza



Elaboración - Ceniza



## CBR - (California Bearing Ratio).



CBR – Briquetas 0%



CBR – Compresión 0%



CBR – expansión 15%



CBR – Compresión 15%

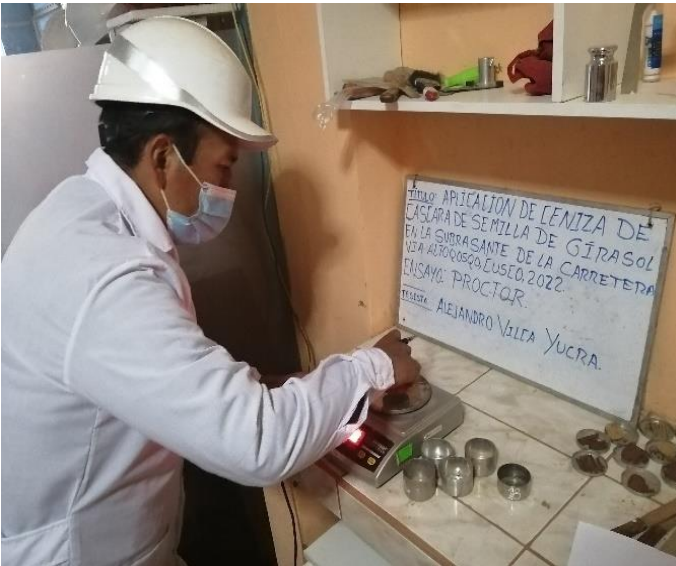


CBR – Briquetas 30%



CBR – Compresión 30%

### Proctor Modificado



Proctor – CHO



Proctor – cinco capas 56 golpes





Saturación - de muestras



Saturación - de muestras

### COMPRESION SIMPLE



Medicion - de briqueta 0%



Rotura - de briqueta 0%



Rotura - de briqueta 15%



Rotura - de briqueta 15%



Rotura - de briqueta 30%



Rotura - de briqueta 30%





Medicion - de briqueta 30%



Medición - de briqueta

**briquetas**



Numero - de briqueta



Numero - de briqueta



## INDICE PLASTICO



Casa grande - LL 0%



Casa grande - LL 0%



Casa grande - LP 0%



Casa grande - LP 0%



Casa grande - LP 15%



Casa grande - LP 15%



Casa grande - LP 30%



Casa grande - LP 30%



## ANEXO 6: PANTALLAZO TURNITIN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera Via Altoqosqo, Cusco, 2022"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

### AUTOR(A)(ES):

Br. Vilca Yucra Alejandro

<https://orcid.org/0000-0002-0908-2119>

### ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo

<https://orcid.org/0000-0002-0656-523X>

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ

2022

DPI VILCA YUCRA ALEJANDRO TURNUTIN 1.pdf

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>17%</b>	<b>16%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
ÍNDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe	8%
2	hdl.handle.net	2%
3	repositorio.uap.edu.pe	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
5	Submitted to Universidad Alas Peruanas	1%
6	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	<1%
7	repositorio.upao.edu.pe	<1%
8	repositorio.ucp.edu.pe	<1%