



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Mejoramiento con ceniza de tallo de quinua de la capacidad de soporte de  
subrasante del jr. Ica, llave - Puno, 2021

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

**AUTOR:**

Butron Mamani, Alexis Brayan (ORCID:0000-0002-7993-947X)

**ASESOR:**

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: 0000-0001-5699-1323)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, quiero dedicar la presente investigación a Dios Y a mis padres: Roberto y Dominga que en paz descansen, por ser los principales motivos de superación en mi vida, a mis hermanos quienes me dieron su apoyo incondicional en esta etapa tan importante de mi vida, y a todos los familiares y amigos quienes me alentaron a no desistir en cumplir mis metas.

## **Agradecimiento**

Un agradecimiento muy especial a mi asesor de Tesis Ing. Jorge Richard, Olarte Pinares por todos los consejos y apoyo incondicional que me brindo en esta etapa importantísima para poder lograme como profesional. A la universidad Cesar Vallejo, por brindarme la oportunidad de lograr este objetivo académico tan importante, a todas las personas, familiares que me apoyaron con sus consejos, ganas, ánimos para que no pueda dejar de lado este objetivo. A todos los profesionales que brindaron un poco de su conocimiento para lograr esta investigación y a un amigo y colega muy querido Ing. William Cesar Pilco Chura por todo el apoyo brindado en esta investigación.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
<b>I INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2 Variables y operacionalización .....	21
3.3 Población, muestra y muestreo .....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5 Procedimientos .....	23
3.6 Método de análisis de datos.....	31
3.7 Aspectos éticos.....	32
<b>IV RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>V DISCUSIÓN .....</b>	<b>55</b>
<b>VI CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>VII RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de los suelos según tamaños de las partículas .....	09
Tabla 2: Clasificación de tipo de suelos según AASHTO .....	10
Tabla 3: Sistema de simbología de suelos SUCS.. .....	11
Tabla 4: Tamices de malla cuadrada. ....	12
Tabla 5: Valores típicos de consistencia del suelo. ....	15
Tabla 6: Resumen ensayo proctor Estandar y modificado .....	17
Tabla 7: Clasificación de los suelos en función de la subrasante. ....	18
Tabla 8: Clasificación de los suelos en función de la subrasante .....	19
Tabla 9: Datos y calificación de especialistas para Validación de instrumentos ...	23
Tabla 10: Contenido de Humedad de terreno natural.....	25
Tabla 11: Contenido de Humedad de terreno natural.....	26
Tabla 12: Resultados de ensayo de CBR al 95% y 100%. ....	38
Tabla 13: Resultados de la expansión del suelo en el ensayo CBR.....	40
Tabla 14: Resultados de ensayo de límites de consistencia (Atterberg).....	42
Tabla 15: Resultados de ensayo de Proctor Modificado.....	44
Tabla 16: Estadísticos descriptivos clima laboral y sus dimensiones. ....	45
Tabla 17: Pruebas de normalidad. ....	46
Tabla 18: Correlación de Pearson.....	47
Tabla 19: Correlación de Pearson.....	49
Tabla 20: Correlación de Pearson.....	51
Tabla 21: Correlación de Pearson.....	53

## Índice de figuras

Figura 1: Tamices (Mallas para tamizado). .....	13
Figura 2: Límites de Atterberg. ....	14
Figura 3: Aparato manual para límite líquido. ....	14
Figura 4: Equipos para realizar la prueba de CBR. ....	18
Figura 5: Ahuellamiento en la cuadra 5 Jr. Ica. ....	24
Figura 6: Presencia de baches en la cuadra 6 Jr. Ica. ....	24
Figura 7: Calicata n°01 cuadra 5 del Jr. Ica. ....	25
Figura 8: Ubicación y recolección de tallo de quinua. ....	26
Figura 9: Tendido y secado de tallo de quinua. ....	27
Figura 10: Quemado en pampa de tallo de quinua. ....	27
Figura 11: Acumulación de ceniza de tallo de quinua. ....	28
Figura 12: Ensayo de Proctor Modificado del suelo natural. ....	28
Figura 13: Incorporación de ceniza de tallo de quinua al suelo. ....	29
Figura 14: Ensayo de Proctor Modificado del suelo natural + aditivo ....	29
Figura 15: Sumergido de moldes de CBR. ....	30
Figura 16: Lectura del ensayo de penetración para CBR. ....	30
Figura 17: Mapa político del Perú. ....	33
Figura 18: Mapa de la región Puno. ....	34
Figura 19: Mapa de la Ubicación de la Provincia de El Collao. ....	35
Figura 20: Mapa de la Ubicación del distrito de Ilave. ....	35
Figura 21: Lectura de penetración CBR ....	37
Figura 22: Lectura de penetración CBR del suelo mejorado con CTQ. ....	37
Figura 23: Curva de resultados de CBR al 95%. ....	38
Figura 24: Sumergido para posterior lectura de expansión del suelo. ....	39
Figura 25: Retirado de sumergido para penetración CBR. ....	39
Figura 26: Curva de expansión del suelo natural y con adición de CTQ. ....	40
Figura 27: Ensayo de cuchara de Casagrande (Límite líquido). ....	41
Figura 28: Ensayo de Límite plástico. ....	41
Figura 29: Curva de resultados del Índice de Plasticidad (Atterberg) ....	42
Figura 30: Combinación de ceniza de tallo de quinua y suelo. ....	43
Figura 31: Procedimiento de ensayo de Proctor Modificado. ....	43

Figura 32: Curva de resultados de Proctor Modificado .....	44
Figura 33: Diagrama de dispersión .....	48
Figura 34: Diagrama de dispersión .....	50
Figura 35: Diagrama de dispersión .....	52
Figura 36: Diagrama de dispersión .....	54

## Resumen

Esta investigación tuvo por objetivo general mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021. Formulándose la metodología: diseño de esta investigación es cuasi experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar la ceniza de tallo de quinua en 7%, 9%, 11% y 15% fueron: el primer objetivo, fue determinar la influencia significativa de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante, evidenciándose su influencia ya que al adicionar el 7%,9%,11% y 15% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.76%, 0.72, 0.66% y 0.64% respectivamente; respecto a la expansión del suelo natural; el segundo objetivo determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad, y se vio que mantiene un suelo arcilloso que está en el rango de  $IP \leq 20$  y  $> 7$  determinando una plasticidad media; el tercer objetivo fue mejorar la Máxima Densidad Seca de la subrasante, la cual mejoró considerablemente producto de la incorporación de la ceniza de tallo de quinua, optándose por una dosificación óptima de 11.50% de ceniza de tallo de quinua, la cual mejora significativamente la Máxima densidad seca. Conclusión, se concluye que la ceniza de tallo de quinua mejora significativamente la capacidad de soporte del suelo de subrasante en relación de las dosificaciones de ceniza de tallo de quinua (7%, 9%, 11% y 15%) hasta un valor en un máximo de 25% en un CBR al 95%.

**Palabras clave:** ceniza, suelo, mejoramiento, subrasante, capacidad de soporte.

## Abstract

The general objective of this research was to improve the bearing capacity of the subgrade soil of Jr. Ica in the district of Ilave, province of El Collao - Puno, 2021. Formulation of the methodology: the design of this research is quasi-experimental, of explanatory level and quantitative approach. Its results according to the specific objectives when incorporating quinoa stem ash at 7%, 9%, 11% and 15% were: the first objective was to determine the significant influence of quinoa stem ash on the expansion of the subgrade soil, evidencing its influence since when adding 7%, 9%, 11% and 15% of quinoa stem ash the expansion of the soil decreases to 0.76%, 0.72, 0.66% and 0.64% respectively; with respect to subgrade soil expansion, it is evident that soil expansion decreases to 0.76%, 0.72, 0.66% and 0.64% respectively; with respect to the expansion of the natural soil; the second objective was to determine the influence of quinoa stem ash on plasticity, and it was seen that it maintains a clay soil that is in the range of  $IP \leq 20$  and  $> 7$  determining a medium plasticity; the third objective was to improve the Maximum Dry Density of the subgrade, which improved considerably as a result of the incorporation of quinoa stem ash, opting for an optimum dose of 11.50% of quinoa stem ash, which significantly improves the maximum dry density. In conclusion, it is concluded that quinoa stem ash significantly improves the bearing capacity of the subgrade soil in relation to the doses of quinoa stem ash (7%, 9%, 11% and 15%) up to a maximum value of 25% at a CBR at 95%.

**Keywords:** ash, soil, improvement, subgrade, bearing capacity.

## I INTRODUCCIÓN

En el mundo e internacionalmente, a partir de la dinastía Chou, 1000 A. C. nos recomiendan para lograr construir carreteras, vías y caminos, y posteriormente en el siglo XVII aparecieron las primeras ideas literarias y teorías sobre ingeniería de suelos. La estabilización de la subrasante para la construcción de carreteras es hoy una gran preocupación. Debido al creciente desarrollo de las áreas urbanas en países como: China, EE. UU. y Malasia, es por ello que es más probable que las áreas rurales también se desarrollen. Se ha investigado mucho enfocándose en técnicas de estabilización utilizando materiales reciclados, esto con el objeto de poder mejorar todas las propiedades físicas y mecánicas de un suelo, por eso entre los estabilizadores que son ampliamente utilizados internacionalmente se han observado los siguientes: desechos de construcción, demolición e industriales para estabilizar bien los suelos problemáticos presentes en una ubicación particular en la construcción de carreteras.

Por otro lado, en el Perú estamos acostumbrados a sufrir cambios bruscos de clima durante las temporadas de avenidas, es así que se generan huaicos, deslizamientos y desbordes de ríos, causando esto grandes daños en carreteras de todo el territorio nacional, obstruyendo el correcto transporte de personas, la movilización de un lugar a otro de alimentos y medicina, entre otras actividades de la población. Es por eso que, al no darle una solución oportuna a estas carreteras con deterioro a causa de las avenidas, los ciudadanos no puedan tener una mejora económica y por ende no aminoran la pobreza y los porcentajes de pobreza en general. Por otro lado, al no mejorar oportunamente los caminos y carreteras se pueden mantener incomunicado a los diferentes pueblos, además de generar accidentes vehiculares con pérdidas humanas.

En la región de Puno, donde el crecimiento en la construcción de carreteras está en crecimiento constante como también lo está el mejoramiento y mantenimiento de estas carreteras, las cuales presentan problemas físicos y mecánicos implican que se necesite estabilizadores de suelo, dando lugar a que se vengan investigando

diferentes tipos de alternativas para que los suelos obtengan una gran capacidad de soporte al suelo a nivel de sub rasante, también es de gran relevancia precisar que en el Región de Puno está la mayor producción de quinua de todo el Perú , el cual es aproximadamente el 80.5% de todo el territorio nacional. Es por tal motivo que se está planteando usar porcentajes de ceniza de tallo de quinua siendo este un material natural y amigable con el medio ambiente y también al mismo tiempo represente un beneficio para la sociedad.

En base a lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente formulación del Problema: Una gran cantidad de las avenidas y jirones en las zonas de crecimiento urbano del distrito de llave-El Collao-Puno se encuentran a nivel de afirmado. Y tomando como muestra y lugar de estudio el Jr. Ica en donde el suelo de subrasante está compuesto por suelos con alta cantidad de finos, alta plasticidad y baja capacidad de soporte; ante este requerimiento de mejorar el suelo de sub rasante se planteó su mejoramiento empleando ceniza del tallo de quinua que logre disminuir su óptimo contenido de humedad, disminuir también el índice de plasticidad del suelo en estudio y por ende lograr incrementar su capacidad de soporte de este.

Bajo estas consideraciones e introducción, es que en la actual investigación se plantea el siguiente Problema General: ¿De qué manera podemos mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021? Similarmente se planteó los Problemas específicos: ¿Cómo podemos determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica?, ¿Cómo podemos determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad de la subrasante del Jr. Ica?, ¿Cómo se podrá mejorar la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica?

La presente investigación se justifica teóricamente porque se intenta dar a conocer conocimientos novedosos con respecto al comportamiento físico y mecánico de la sub rasante en estudio al incluir la ceniza de tallo de quinua, y en base a los antecedentes emplearemos conceptos y teorías de mejoramiento de suelos con un

material novedoso y natural que en la actualidad tiene considerables propiedades que mejorarían técnica y económicamente en la creación de nuevos proyectos viales, en base a la demostración de los indicadores como: los límites de consistencia (Índice de plasticidad), la compactación del suelo y el CBR. Justificación metodológica; Se está proponiendo una nueva metodología con respecto a las metodologías de estabilización y mejoramiento de suelos existentes, esto con la idea de poder realizar una investigación técnica y científica. Posteriormente tener resultados y luego validarlos para que sean más confiables, y con la finalidad que se pueda poner en práctica los resultados de la presente investigación en los próximos proyectos de infraestructura vial que se realicen en el la provincia de El Collao-Puno. Justificación técnica; El estudio realizado tiene como objetivo utilizar la ceniza de tallo de quinua adicionado a la sub rasante a estudiar para así poder mejorar su plasticidad, su compactación y también mejorar la capacidad de soporte del suelo de sub rasante, empleando conceptos de ingeniería en base al Manual de carreteras DG-2013; esto en función a la estabilización y mejora de la capacidad de soporte de la sub rasante mediante la adición de productos químicos. Justificación social; actualmente en el departamento de Puno, aun no se cuenta con muchos antecedentes de mejoramientos de sub rasantes utilizando una estabilización química con adición de ceniza de tallo de quinua, y así poder dar pase a la investigación “Mejoramiento con Ceniza de Tallo de Quinua de la Capacidad de Soporte de Subrasante del Jr. Ica, llave - Puno,2021”. Y teniendo en cuenta que la sociedad y población necesita y necesita que las carreteras y caminos estén en condiciones óptimas para así garantizar la correcta transitabilidad y que también las actividades más comunes y necesarias de la población como son: la comercialización, el trabajo, la educación, el turismo, etc., no tengan retrasos considerables con respecto a la movilidad y traslado de la población.

En la presente investigación científica se plantea la siguiente Hipótesis general: Una forma de mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica, sería incluyendo ceniza de tallo de quinua. De igual manera se plantean las siguientes Hipótesis específicas: A partir del ensayo de CBR en laboratorio y evaluando los resultados de estos se podría determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua



en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de Ilave de la subrasante del Jr. Ica, A partir del ensayo de límites de ATTERBERG en laboratorio y evaluando los resultados de estos se podría determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad de la subrasante del Jr. Ica; Una de las formas de mejorar la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica sería utilizando porcentajes de ceniza de tallo de quinua como aditivo natural de estabilización.

En la presente investigación científica se plantea el siguiente objetivo general: Mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica en el distrito de Ilave, provincia de El Collao - Puno, 2021. De igual manera se plantean los siguientes Objetivos específicos: Determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de Ilave, provincia de El Collao - Puno, 2021; Determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de Ilave, provincia de El Collao - Puno, 2021; Mejorar la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de Ilave, provincia de El Collao - Puno, 2021.

## II MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de poder desarrollar este trabajo de investigación se indagó una variedad de estudios, los cuales fueron llevados a cabo años antes de la presente investigación, como antecedentes a nivel nacional tenemos: Guia (2021), en la siguiente investigación el investigador tuvo como su objetivo Evaluar la influencia al adicionar ceniza de quinua al suelo patrón en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, esto en base a adicionar porcentajes de 4%, 6% y 8% de ceniza de quinua, la metodología empleada por el autor fue experimental(cuasiexperimental) de tipo aplicado, donde se obtuvieron los siguientes resultados: que al incorporar un 4%,6% y 8% de ceniza de quinua se obtuvo un incremento en el CBR de +4.8%, +17.0 % y +35.3% respectivamente en relación al suelo patrón de 16.4%, finalmente se concluyó que al adicionar ceniza de quinua en la subrasante se mejora las propiedades de ésta, dado por el más alto valor de CBR obteniendo, de la misma forma una clasificación y categoría de subrasante excelente en base a los ensayos de granulometría, plasticidad y Proctor modificado y al manual de suelos y pavimentos.<sup>1</sup>

Almonacid (2019), en esta investigación el autor se puso como objetivo la influencia y los efectos que se tienen en la sub rasante de suelos al adicionar cal y ceniza de quinua para la estabilización y mejoramiento es este, por otro lado se verificó que la metodología utilizada por el autor fue de tipo experimental y que posteriormente tuvo los siguientes resultados: en su muestra de terreno natural se obtuvo un valor de CBR del 14.6%, seguidamente las siguientes muestras con una adición 15% ,20% y 25% de ceniza presentó un incremento de 3.8%, 12.8% y 4.8% más que la muestra inicial respectivamente. Y finalmente el autor llegó a la conclusión de que la adición en diferentes porcentajes de la ceniza de quinua y cal mejoran la capacidad de soporte del suelo o CBR en un porcentaje mayor al 6%.<sup>2</sup>

Seguidamente los antecedentes internacionales como: Cobos, Ortegon y Peralta (2019) en esta investigación el objetivo que el autor tuvo fue: evaluar los cambios del comportamiento del suelo que tienen origen volcánico física y mecánicamente al ser mejorados con la adición de la ceniza de cascara de coco y también la de

cisco de café, por otro lado la metodología que empleo fue exploratoria y los resultados obtenidos fueron que en las combinaciones de materiales adicionado al 5%,10% y 15% de cenizas en relación al peso del suelo, se concluye que el porcentaje óptimo de adición de ceniza es el 15%, ya que aquí alcanza un porcentaje de compactación del 100% e inclusive mucho más.<sup>3</sup>

Clavería, Triana y Varon (2018), en esta investigación de referencia se planteó el investigador el objetivo de identificar cual es el efecto y la influencia que tiene la ceniza de la cascarilla de arroz y también la del bagazo de caña para con las propiedades físicas y mecánicas de un suelo de origen volcánico, por otro lado la metodología que utilizó el autor en su proyecto de investigación fue experimental, los resultados que el autor obtuvo fueron que de una combinación con porcentajes de 5%,10% y 15% de cenizas con el suelo volcánico, el porcentaje óptimo de adición de ceniza es el del 10 % en el caso de la cascarilla de arroz y del 15 % de bagazo de caña donde se obtuvieron considerables incrementos en las propiedades del suelo en estudio.<sup>4</sup>

Los artículos de esta investigación según Berenguer, Nogueira, Marden, Barreto, Helene (2018) se hizo la investigación en la utilización como estabilizante natural de las cenizas de orujo de caña de azúcar y su influencia siendo una alternativa de cambio en una parte del cemento para la creación de morteros. La metodología que se empleó para la caracterización de las cenizas utilizadas fue usando la difracción y la fluorescencia de rayos X y por otro lado se hicieron todas las pruebas indicadas para saber la cantidad ideal de sustitución del cemento por residuos realizado a través de pruebas de laboratorio. Del cual se obtuvieron los resultados, los cuales fueron que las dos cenizas presentan algún porcentaje de puzolanicidad con un promedio del 60% en su composición y por otro lado con respecto a la compresión también mostraron buenos resultados. Y el investigador concluyó que las cenizas en mención contribuyeron en las resistencias a la compresión.<sup>5</sup>

Jame y Pandian (2018) planteo como objetico investigar los efectos e influencia de la ceniza del bagazo de caña de azúcar en la capacidad de soporte de un suelo expansivo que fue estabilizado con cal, obteniendo los siguientes resultados: al

adicionar la ceniza en estudio se obtuvo que es más eficiente respecto a la adición de la cal en base a la resistencia de los suelos expansivos y ganando fuerzas máximas en diferentes etapas.<sup>6</sup>

Wen, Her, Chun y De (2013), en su investigación titulada “Engineering properties of controlled low-strength materials containing waste oyster shells”, donde el objetivo fue evaluar la adición de conchas de ostras trituradas para poder reemplazar a los agregados finos que van desde 5%, 10%, 15% y 20%, en donde los resultados fueron que hasta en un 20% no se encontró disminución en la compresión y se concluyó que los restos de la trituración de conchas de ostras sí pueden ser un reemplazo de los agregados finos y se pueden utilizar en ciertas cantidades para así reemplazar a los agregados finos.<sup>7</sup>

Con respecto a las bases teóricas que mencionan y también describen a las variables de la siguiente investigación tenemos lo siguientes:

**La quinua** en el Perú es un grano rico en características nutricionales. Y muy aparte de ser muy nutritivo, la quinua tiene un costo alto y por ende es una potencia económica, ya que esta planta se aprovecha en todos sus aspectos y partes como son el grano, el tallo las hojas, entre otros. La saponina de cualquier fruto o planta contiene una sustancia amarga que la encontramos en la cáscara o la parte externa del producto. Es por eso que este componente está contraindicado para el consumo, ya que presentaría complicaciones para la salud, llegando a ser un componente tóxico para el ser humano. Su uso es aplicado en distintas industrias las cuales no corresponden a la alimentaria, entre éstas tenemos la industria minera y la industria farmacéutica, elaboración de productos sanitarios y cosméticos.<sup>8</sup> **La quinua (Chenopodium quinoa Willd)**, es bastante conocida tanto en el idioma quechua y en el idioma aymara, esta planta pertenece a la familia Amaranthaceae y es un producto natural el cual presenta su origen en los países de sudamérica, muchos años atrás, en Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia y Chile, este producto Natural también se caracteriza por ser una parte importante en los ingresos económicos principales de los agricultores, dentro del ámbito de Salud y Social este

producto promueve la mejora de calidad de vida, añadiendo un valor nutricional para el bienestar de la población.

**La ceniza de tallo de quinua** se obtiene del tallo, también de las raíces una vez retirado el grano y posteriormente se deja secar y así facilitar el quemado del tallo de quinua, antes de realizar la calcinación se procede a limpiar los tallos y raíces con el fin de retirar la tierra que llega a impregnarse en la cosecha, la utilización de este producto en la producción de papel, cartón y cuando se satura se hace en forma de pequeños rollos denominados llicta que se utiliza como estrangulador al morder las hojas de coca. La mayoría de los ganaderos tienen una gran cantidad de tallos en sus hogares, muchos sólo los secan y después los utilizan como grano y forraje (novillos, cerdos, aves de corral) y otros básicamente queman los tallos para deshacerse de ellos. Dado que la biomasa herbácea procede del secado habitual de las plantas, la sustancia estándar de proteínas y sales minerales (directriz de desechos) es, en general, considerablemente menor, ya que antes de que se produzca la senescencia de los órganos de la planta, se ha producido un desplazamiento de las mejoras hacia los órganos de sujeción o la alimentación de las hojas; una enorme parte de los teléfonos se producen con la madera que delinea la colección central de ramas y troncos, que son en su mayoría células muertas y fibras con fuerte lignificación, por lo que este tipo de biomasa produce biocombustibles sólidos con baja sustancia mineral y por lo tanto poca basura en el inicio.<sup>9</sup>

**Subrasante;** Se denomina subrasante a la superficie terminada, donde se coloca la estructura vial o afirmado. Del mismo modo, la subrasante es el asentamiento inmediato del asfalto siendo una pieza fundamental del banco de la calle que se expone entre el suelo normal y el diseño actual. El suelo de subrasante es la capa superior del dique o la parte inferior de los desentramientos en suelo normal, que sostendrá la estructura del asfalto. Se compone de suelos que requieren cualidades mecánicas específicas ( $\text{CBR} > 6\%$ ), por lo que el suelo de establecimiento no influye en la carga del plan enviado por el tráfico. Su capacidad de resistencia al rodamiento actualmente y los atributos de los materiales utilizados en el desarrollo de la superficie de la carretera nos dan los factores fundamentales para obtener el plan de la construcción de la estructura de asfalto que se pondrá en ella.<sup>10</sup> La

subrasante esta compuesto por suelos naturales y tambien por suelos que hayan sido mejorados ya sea mecanica, fisica o quimicamente con aditivos como la cal, el cemento, asfalto, entre otros; esto para que sea eficiente en sus condiciones para poder soportar distintas cargas posteriores. En el caso de que la subrasante no cumple con los estadares permitidos, las siguientes capas del terraplen ya sean: base, sub base presentaran inestabilidad y fallas en su superficie.<sup>11</sup>

El **Suelo** es un conjunto de particulas que se sedimentan a través del tiempo, estas son transportadas en el viento, agua, lluvias, entre otros; estas se quedan en la superficie formandoce particulas mas sólidas y diferentes tipos de estratos ya sedimentados.<sup>12</sup>

**Tabla 1:** *Clasificación de los suelos según tamaños de las partículas.*

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena	Gruesa	4.75 mm - 2.00 mm
	Media	2.00 mm - 0.425 mm
	Fina	2.00 mm - 0.425 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	< 0.005 mm

Fuente: MTC, 2014.

**La clasificación de suelos** se puede definir como La agrupación de suelos mediante la comparación de conductas, conectando las propiedades con grupos de un sistema ya existente de clasificación, independientemente de que se trate de una interacción observacional, permite abordar numerosas interrogantes sencillas. Esto ofrece una representación del suelo por granulometría y plasticidad. En cualquier caso, el profesional debe ser consciente al utilizar esta importante guía. Las relaciones de fase establecen una premisa fundamental de la Mecánica del Suelo. El nivel de minimización relativa de una arena es una señal cierta de la forma de comportamiento de ese suelo. La curvatura granulométrica y los valiosos límites de Atterberg infieren la influencia de la inestabilidad del suelo y los resultados no descubren la forma de comportamiento del suelo inalterado o in situ.<sup>13</sup>

**La clasificación AASHTO** ordena los suelos en 8 conjuntos designados por marcas de reconocimiento de A-1 a A-8. Los suelos no naturales se ordenan en 7 conjuntos de A-1 a A-7. De la misma manera, se separan en 12 subgrupos. Los suelos con gran extensión de sustancia regular se ordenan A-8.<sup>14</sup> La clasificación de cualquier tipo de suelo en un surtido concreto depende de su punto de rotura de líquidos o corte de fluidos, del nivel de flexibilidad y del nivel de suelo fino que pasa por el tamiz nº 200. Los registros de la clasificación de los suelos granulares se sitúan en general entre 0 y 4, los de los suelos limosos entre 8 y 12, y los de los suelos arcillosos entre 11 y algo así como 20.

**Tabla 2: Clasificación de tipo de suelos según AASHTO.**

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08mm						Suelos finos más de 35% pasa po el tamiz de 0.08 mm					
Grupo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Simbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Analisis granulométrico												
%% que pasa por el tamiz												
2 mm	máx.50											
0.5 mm	máx.30	máx.50	máx.50									
0.08 mm	máx.15	máx.25	máx.10	máx.3 5	máx.3 5	máx.3 5	máx.3 5	min.3 5	min.3 5	min.3 5	min.35	min.35
Limites Atterberg				máx.4 0	min.4 0	máx.4 0	min.4 0	máx.4 0	máx.4 0	máx.4 0	min.40	min.40
Límite de liquidez índice de plasticidad	máx.6	máx.6		máx.1 0	máx.1 0	min.1 0	min.1 0	máx.1 0	máx.1 0	min.1 0	min.10 IP<LL-30	min.10 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx.4	máx.4	máx.8	máx.1 2	máx.1 6	máx.20	máx.20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcilloso		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: MTC, 2014.

**La clasificación SUCS;** Esta disposición alude al esquema de la versatilidad, que se separa en suelos finos y gruesos, los suelos finos se reúnen en arcillas, en limos y tierra vegetal natural; del mismo modo, la grava y la arena se ven como en la disposición de los granos gruesos.<sup>15</sup> En el examen de Arthur Casagrande, se observó que los suelos se sitúan en un marco sincronizado con un extremo fluido en X(absisas) y un registro plástico en Y(ordenadas), su conjunto no es arbitrario,

por lo que el resumen del gráfico muestra suelos con varios elementos inconfundibles (flexibilidad, mecánica y accionamiento por agua) bien establecidas.<sup>16</sup>

**Tabla 3:** Sistema de simbología de suelos SUCS.

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	H
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	L

Fuente: UEES, 2001.

“**La humedad o contenido de humedad** se define por la proporción, comunicada como tasa, de la pesadez del agua en una masa dada de suelo con respecto a la pesadez de las partículas fuertes. Se puede calcular secando el suelo mojado o humedo hasta una carga consistente en una estufa controlada a  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}^*$ . La pesadez del suelo que queda tras el secado en el horno se utiliza como pesadez de las partículas sólidas. La disminución de peso debida al secado se considera la pesadez del agua.<sup>17</sup> La delimitación de la humedad permitirá una diferenciación con la humectación ideal realizada en las pruebas de Proctor y asegurar el CBR de la tierra. Si la inmersión típica es superior a la mejor humedad y según la impregnación del suelo, se considerará ampliar el poder de compactación, oxigenar la superficie o suplir la parte rellena.<sup>18</sup>

El porcentaje de contenido de humedad de un suelo o muestra se calcula con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{peso de agua}}{\text{peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$



En donde:

W = contenido de humedad, (%)

Mcws = peso de la tara más el suelo húmedo, (gr.)

Mcs = peso de la tara más el suelo secado en horno, (gr.)

Mc = peso de la tara, (gr.)

Mw = peso del agua, (gr.)

Ms = peso de las partículas sólidas, (gr.)

**La granulometría** es la clasificación de la distribución de tamaños del suelo, el cual permite determinar los porcentajes de suelos que son pasados por diferentes tipos y números de tamices según el tamaño. Es decir que se separa los suelos finos de los gruesos por medio de tamices en un orden ya establecido por las diferentes normas de clasificación de suelos. Se pueden realizar de dos formas o tipos, una por tamizado esto para partículas grueso- granulares y por otro lado mediante el proceso de lavado para suelos finos como limos y arcillas. Este modo de funcionamiento describe la técnica para decidir los índices del suelo que pasan por los distintos tamices de la serie utilizada en la prueba, hasta 74 mm (nº 200). Es obligación del cliente establecer las declaraciones de bienestar de comparación, y además decidir los compromisos para su utilización y comprensión.<sup>19</sup>

**Tabla 4:** Tamices de malla cuadrada.

<b>TAMICES</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: Manual de ensayos de materiales 2016.

Los pesos que no pasaran por cada malla seran los valores que se mostraran en cada punto en la curva granulométrica, y de esta manera se puede clasificar el suelo en base a los pesos retenidos en cada malla o tamiz, por lo que podremos saber la cantidad de grava, arena, limo, y polvo que compone al suelo.<sup>20</sup>



*Figura 1:* Tamices (Mallas para tamizado).  
Fuente: Elaboracion propia.

**Límites de consistencia;** también conocidos como límites de Atterberg, estos se usan generalmente para la caracterización de suelos, algunos otros índices también se usan para clasificar suelos. La consistencia está relacionada en gran medida con la cantidad de agua del suelo y se usa principalmente para granos de suelos finos. Los límites de ATTERBERG deciden la cantidad de líquido en volumen particular para el que una arcilla asignada cuando se muele, puede cumplir con varias condiciones de consistencia relativa.<sup>21</sup> La estrategia más adecuada para estimar los índices de humedad es la técnica de Atterberg. Esta estrategia de límites de Atterberg se denomina así por las distintas transformaciones que se producen, empezando por un estado y siguiendo por el siguiente, tal y como indican los principios de la AASHTO.<sup>22</sup>



Figura 2: Límites de Atterberg.  
Fuente: Elaboración propia.

**El límite de líquido** se determina mediante el uso de penetrómetro de cono o la cuchara de Casagrande, y esta ligado al contenido de porcentaje de agua, indicando este porcentaje de acuerdo a la masa o peso del suelo ya seco (horno de laboratorio), que limita el cambio del estado líquido como el estado plástico del suelo. Esta estrategia de prueba se utiliza como una pieza esencial de algunos marcos de disposición de diseño para retratar las partes de grano fino de los suelos que están en los índices de agrupación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para determinar la parte de grano de los materiales de desarrollo.<sup>23</sup>

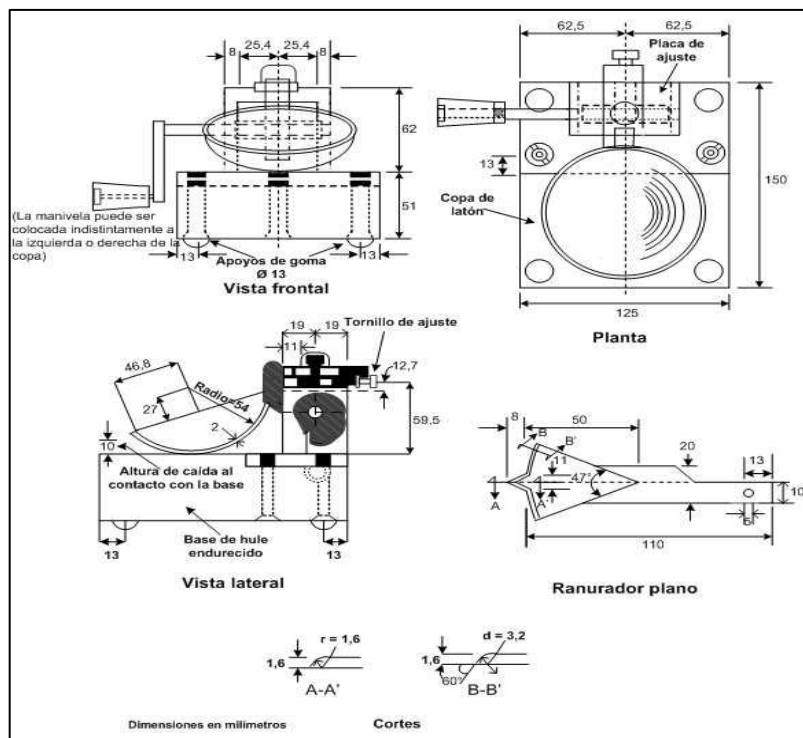


Figura 3: Aparato manual para límite líquido.  
Fuente: Elaboración propia.

**El límite plástico**, es el lugar en el que avanza del estado plástico al estado semirrígido, y esto se estima por la cantidad de agua que ingiere en el momento en que pasa en su versatilidad y deja de ser flexible, y puede ser adquirido por la estrategia de movimiento de cuerdas o el desarrollo de rollos de suelo. Esta se limita como una magnitud de intervalo de humedades, donde, el suelo tiene una consistencia plástica, como también el índice de contenido de líquidos, que muestra la cercanía del suelo natural con el límite líquido, estas con las características singularmente útiles del suelo. El suelo se considera como inconfundible no plástica ya que el índice de humedad bajo del suelo se sitúa al momento de enrollar a una anchura de 3 mm.<sup>24</sup>

**Tabla 5:** Valores típicos de consistencia del suelo.

PARÁMETROS	TIPOS DE SUELOS		
	ARENA	LIMO	ARCILLA
Límite Líquido (LL)	15 – 20	30 – 40	40 – 150
Límite Plástico (LP)	15 – 20	20 – 25	25 – 50
Límite de retracción (LR)	12 – 18	14 – 25	08 – 35
Índice de Plasticidad (IP) (%)	00 – 03	10 – 15	10 – 100

Fuente: Luis Bañón 2000.

**El índice de plasticidad o índice plástico**, está en función de la cantidad de arcilla que existe en el del terreno y se da entre la diferencia de el límite líquido con el límite plástico bajo la siguiente fórmula:

$$I.P = L.L - L.P.$$

Donde:

L.L.= Límite Líquido.

P.L.= Límite Plástico.

L.L. y L.P., son números enteros.

**Compactación de suelos;** Se entiende como compactación del suelo a la disminución de los espacios vacíos que son expulsiones de aire a través de la aplicación de energía mecánica, lo que ocasiona la densificación y produce un incremento de la resistencia. La compactación en campo se realiza a través del uso del rodillo, vibro compactadoras, etc; por otro lado, en laboratorio se utilizan las técnicas que están en base al uso del martillo o apisonadores. La compactación es el ciclo que utiliza medios mecánicos, en el que las partículas del suelo se ven obligadas a permanecer juntas, modificando el volumen del total de tierra, incluyendo una disminución rápida de los huecos de aire . Por lo que el cambio primordial es **el volumen de aire.**<sup>25</sup>

**Proctor modificado;** En concordancia con la norma ASTM-1557, se desarrollará el ensayo del Proctor modificado, donde se realiza en un envase cilíndrico para definir los valores en el estudio del suelo de la densidad máxima y el contenido óptimo de humedad, quienes darán referencia. Así mismo a diferencia del Proctor estándar el pistón poseerá un peso de 10 libras y de acuerdo a la elaboración de la granulometría se elegirá el nivel de estudio.<sup>26</sup> Durante la planificación de los rellenos diseñados, se utilizan pruebas de porosidad, consolidación, ensayo de corte o diferentes pruebas que requieren la disposición de ejemplos de prueba compactados en algún contenido de agua para algunos Pesos Unitarios. No es una práctica inesperada decidir inicialmente el contenido de humedad ideal ( $w_o$ ) y el mayor Peso Unitario Seco ( $gd_{max}$ ) mediante una prueba del Manual de Pruebas de Materiales. Según el autor Botia, El dice que su objetivo es obtener información, a partir de la cual la filtración del suelo, donde se pretende pensar en la carga unitaria, parcela de filtración superior seca y tranquila frente a la carga unitaria.<sup>27</sup>

**Tabla 6: Resumen ensayo Proctor Estándar y modificado.**

TIPO DE ENSAYO	PROCTOR ESTÁNDAR ASTM D698 - 91(98)			PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 - 91(98)		
	A	B	C	A	B	C
METODO						
CONDICIONES PARA ELECCION DEL METODO	% RET. ACUM. N° 4 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/4 <= 30%	% RET. ACUM. N° 4 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/4 <= 30%
		% RET. ACUM. N° 4 > 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 > 20%		% RET. ACUM. N° 4 > 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 > 20%
TIPO DE MATERIAL A UTILIZARCE	Tamiz por la malla N° 4	Tamiz por la malla N° 3/8	Tamiz por la malla N° 3/4	Tamiz por la malla N° 4	Tamiz por la malla N° 3/8	Tamiz por la malla N° 3/4
N° DE CAPAS (n)	3	3	3	5	5	5
N° DE GOLPES (N)	25	25	56	25	25	56
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	10.16 (+/-)0.04	10.16 (+/-)0.04	15.24 (+/-)0.07	10.16 (+/-)0.04	10.16 (+/-)0.04	15.24 (+/-)0.07
ALTURA DEL MOLDE (cm)	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05
VOLUMEN DEL MOLDE (V) (cc)	944(+/-)14	944(+/-)14	2124(+/-)25	944(+/-)14	944(+/-)14	2124(+/-)25
PESO DEL MARTILLO (W) (kg)	2.5(+/-)0.01	2.5(+/-)0.01	2.5(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO (h) (cm)	30.48(+/-)0.13	30.48(+/-)0.13	30.48(+/-)0.13	45.72(+/-)0.16	45.72(+/-)0.16	45.72(+/-)0.16
DIAMETRO DEL MARTILLO (cm)	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025
ENERGIA ESPECIFICA DE COMPACTACION	6.054	6.054	6.054	6.027	27.485	27.485
<b>OBSERVACIONES:</b>	CORREGIR EL OPTIMO DE HUMEDAD Y LA MAXIMA DENSIDAD SECA OBTENIDA, UTILIZANDO EL METODO ASTM D4718					
<b>NOTA:</b>	CUANDO MAS DEL 5% DE LA MUESTRA TOTAL ES RETENIDO SOBRE LA MALLA N° 4, SE HARA LA CORRECCION POR ESTA NORMA					

Fuente: ASTM D698 y ASTM D1557, 2018.

**California Bearing Ratio (CBR);** Es el parámetro más utilizado para dimensionar pavimentos flexibles en países tropicales. La capacidad de carga del suelo en una subrasante es de carácter importante para determinar el espesor de las capas de una estructura de pavimento( ya sean bases, sub bases y pavimento). Un CBR con porcentaje mínimo o bajo implicará que se haga un pavimento con un espesor mas alto y viceversa. Para determinar el CBR, se compactan las muestras de suelos naturales y proporcionadas con algún tipo de aditivo en el suelo esto de manera representativa, de igual manera se utilizará el contenido de humedad óptimo calculado y una densidad seca máxima también calculado anteriormente en el ensayo de proctor modificado con una energía de compactación del material del suelo. En base a estos procedimientos, el valor de CBR se obtendrá solo después de la inmersión en agua durante 4 días y se corta. El CBR se utiliza para crear un

relacion de la actitud del suelo, que posteriormente se utilizará en la subrasante, base y sub base de caminos, carreteras y pavimentos.

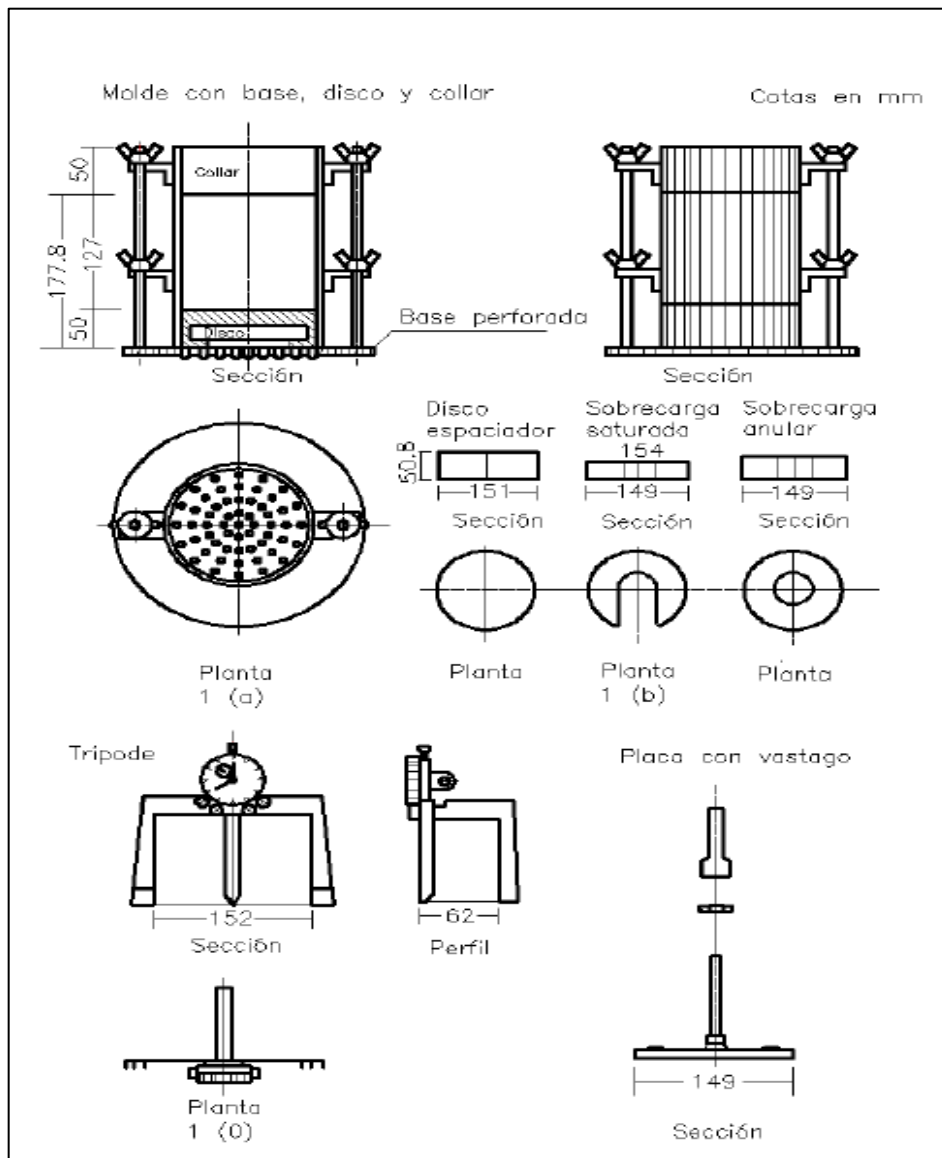


Figura 4: Equipos para realizar la prueba de CBR.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Clasificación de los suelos en función de la subrasante.

CBR	Calificación	Uso	SUCS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	CH, MH	A5, A6, A7
3-7	Pobre - Regular	Subrasante	CH, MH	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Subrasante	CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base-Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: Manual de laboratorio de suelos para ingeniería civil. Bowles (1980).



Por otro lado también el MTC (2014), agrupa los suelos en función de las distintas calidades de subrasante (CBR).

**Tabla 8:** *Clasificación de los suelos en función de la subrasante.*

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR (%)</b>
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	3% ≤ CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	6% ≤ CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	10% ≤ CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	20% ≤ CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC, 2014.

El CBR de un suelo es la unidad de carga que se relaciona con 0,1" o 0,2" de infiltración, también mide la expansión o hinchamiento del suelo a un estado crítico de saturación y se aborda en los índices relativos a su valor generalmente esperado, y mide el soporte al corte del suelo a la luz de su máxima densidad seca y su contenido de humedad ideal.<sup>28</sup>



### **III METODOLOGÍA**

La presente investigación científica se realizó en base al método científico, el cual nos permitirá lograr una investigación empírica ya que se recolectó y analizó datos de la realidad, que posteriormente nos ayudaron a llegar a ciertos objetivos y validando nuestras hipótesis.

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

##### **Tipo de investigación**

En una investigación el tipo se puede definir como el conjunto de aplicaciones que se utilizan para tener conocimiento de un elemento o problemas específicos, esto con la finalidad de lograr generar nuevos saberes en el área que será utilizada. Por lo que, esta investigación se identifica de tipo aplicada, ya que se realiza la práctica de previos conocimientos en la estabilización, la incorporación de los aditivos en la subrasante y los antecedentes en acontecimientos parecidos, esto con la finalidad de realizar una elección de la dosificación óptima en un determinado porcentaje de aditivo adicionado al suelo, esto de acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio y los criterios de límites de Atterberg, Proctor Modificado y el CBR. La investigación aplicada requiere una estructura, por ejemplo, la elección de hipótesis en la que se exponen las definiciones focales y sus aspectos lógicos según el tema distinguido.<sup>29</sup>

##### **Enfoque de investigación**

En la investigación cuantitativa principalmente se orienta hacia los estudios donde se obtienen datos cuantificables (numéricos), las que se analizan posteriormente y donde se estudia la relación de éstos con una teoría o hipótesis que se pretende comprobar<sup>30</sup>, por lo tanto; la presente investigación tendrá un enfoque cuantitativo porque los datos a recopilar expresarán un valor (magnitud) tomando en cuenta las técnicas e instrumentos ya estandarizados.

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

El diseño de esta investigación es cuasi experimental, esto porque se harán cambios ocasionados por el investigador a una de las variables, esto porque se

adicionarán en ciertos porcentajes de ceniza de tallo de quinua en el suelo y esto alterará la variable independiente. La investigación cuasi experimental se utiliza cuando no es práctico utilizar un plan verdadero no experimental. Se trata de una estrategia de control fraccionado en vista de la prueba distintiva de elementos que podrían interceder en la validez interior y exterior de la revisión. Incorpora la utilización de grupos específicos de sujetos para hacer el experimento, ya que en una revisión no es generalmente imaginable elegir los elementos al azar.<sup>31</sup>

### **El nivel de la investigación:**

Esta investigación tiene un nivel explicativo puesto que el procedimiento de la siguiente investigación se determinará a través de los resultados que se obtendrán en la estabilización de la sub rasante esto en base a la adición en ciertos porcentajes de ceniza de tallo de quinua de manera particular y a criterio del investigador, y posteriormente se pasarán a explicar de manera detallada todos los procedimientos a emplearse.

### **3.2 Variables y operacionalización**

La variable dependiente no se manipula, sino que esta variable mide el efecto ocasionado en ella por una variable independiente, junto con las técnicas e instrumentos utilizados. En la presente investigación se pudo identificar las siguientes variables:

- Variable Independiente: Ceniza de tallo de Quinua.
- Variable Dependiente: Capacidad de soporte de subrasante.

La operacionalización de variables, es aquel proceso donde se les da una definición a las variables. Este proceso permite tener conceptos apropiados y permitiendo que sean medidos de manera cuantitativa o empíricamente. Por otro lado también, en la operacionalización de variables tenemos una definición mucho más exacta y precisa de nuestras variables.

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

#### **Población:**

Es una disposición limitada o ilimitada de componentes con cualidades normales a las que se ampliarán los acabados del examen. Está delimitado por el tema y por

los objetivos de la investigación.<sup>32</sup> La población en una investigación es un grupo de objetos o personas de los cuales se desea conocer algo específico. La población en la presente investigación es: el jr. Ica ubicada en el distrito de llave, provincia de El Collao y departamento de Puno.

#### **Muestra:**

La muestra en una investigación es un parte o ejemplo de toda una población en estudio, que se elige para concentrarse en las cualidades de una población absoluta.<sup>33</sup> La muestra en esta investigación está conformada por las cuadras 5, 6 y 7 de la subrasante del jr. Ica, El Collao-Puno; donde se va a ejecutar una excavación a cielo abierto(calicata) a una profundidad de 1.50m en la cuadra 5, esto bajo el criterio del investigador y una vez que se tengan ya la muestra, se empezará con el proceso de experimentación en el laboratorio, realizando los ensayos ya indicados.

#### **Muestreo:**

Es una conexión en la que se conoce la probabilidad de que cada parte o componente incorpore la muestra.<sup>34</sup> El tipo de muestreo da a conocer el método de elección, por lo que el muestreo es no probabilístico, es autónomo de una estimación estadística, sin embargo, va más según lo indicado por las reglas y el acomodo del analista, así como a las pautas de flujo, que se refleja en el ciclo dinámico del científico o aspirante a la teoría, eso quiere decir la muestra se escogió a criterio del investigador y no al tanteo o azar; muy por el contrario el investigador escogió una zona representativa, la cual es la zona con más afectación para poder obtener las muestras respectivas.

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

#### **Técnicas**

La técnica son los procedimientos, reglas y pasos correspondientes que el investigador utilizará para así poder encontrar una relación con el objetivo de la presente investigación. Bajo estas consideraciones en la presente investigación realizaremos un análisis netamente de observación es decir observacional, es por ello que se utilizarán instrumentos de recolección de datos.

### **Instrumentos de recolección de datos**

En nuestra investigación, se emplearán diversos instrumentos, esto en base a las variables como: las pruebas realizadas dentro de un laboratorio de geotecnia o suelos, esto con la finalidad de obtener los resultados más exactos y veraces para así poder determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en el mejoramiento de la capacidad de soporte de subrasante del jr. Ica, El Collao-Puno.

### **Validez**

El presente proyecto de investigación estará siendo validado a criterio de Ingenieros en el área de Ingeniería Civil, quienes validarán los instrumentos empleados en el proceso de realización de ensayos en un laboratorio de suelos, otra forma de validar nuestro proyecto de investigación será con las rubricas de 3 especialistas conocedores del tema de investigación; por otro lado, se hará una validación estadística de hipótesis.

**Tabla 9:** *Datos y calificación de especialistas para Validación de instrumentos.*

<b>NOMBRES DE ESPECIALISTAS</b>	<b>CIP</b>	<b>CALIFICACION</b>
ING. AUGUSTO HELVERT ORTEGA PILCO	96703	1
ING. EDWIN CHUCUYA CANAZA	127444	1
ING. JHON RONY MIRANDA CHECASACA	156378	1

Fuente: Elaboración propia.

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

Se garantizará la confiabilidad de los instrumentos en la siguiente investigación con la certificación del laboratorio, por ello este laboratorio deberá tener certificados de calibración de los equipos en los que el investigador dará uso para así poder garantizar la veracidad y confiabilidad de nuestros resultados de laboratorio y por ende la validación de nuestros instrumentos.

### **3.5 Procedimientos**

**Etapa 1: Etapa preliminar;** en esta etapa se realizó la observación de la población y muestra de nuestra investigación, donde se pudo observar la realidad

problemática por la cual se estaba pasando y donde se pudo identificar diferentes indicios de fallas en el terreno natural subrasante, tales como; ahuellamientos, baches, presencia de humedad superficial, entre otros.



*Figura 5:* Ahuellamiento en la cuadra 5 Jr. Ica.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 6:* Presencia de baches en la cuadra 6 Jr. Ica.  
Fuente: Elaboración propia.



**Etapa 2: Elaboración de Calicata (excavación a cielo abierto);** Respecto al terreno o suelo natural en estudio, se tomó una muestra de una calicata en la cuadra 5 del jr. Ica ubicada en el distrito de Ilave, provincia de El Collao y departamento de Puno, de la cual se obtuvo una muestra que posteriormente se llevó a laboratorio donde se obtuvieron resultados de ensayos de laboratorio.



*Figura 7: Calicata n°01 cuadra 5 del Jr. Ica.*  
Fuente: Elaboración propia.

De la muestra obtenida obtuvimos una serie de resultados de diferentes pruebas en laboratorio como: el contenido de humedad, la granulometría y los límites de consistencia (Atterberg) para posteriormente proceder a hacer la clasificación del terreno y/o suelo por los métodos conocidos (SUCS y AASHTO).

**Tabla 10:** *Contenido de Humedad de terreno natural.*

Recipiente N°	C-2	C-5
Suelo humedo + recipiente	86.54	91.81
Suelo seco + recipiente	71.70	76.15
Peso del agua	14.84	15.66
Peso del recipiente	0.00	0.00
Suelo seco	71.70	76.15
% de humedad	20.70	20.56
Promedio de humedad (%)	20.63	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11:** Contenido de Humedad de terreno natural.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION	
Peso inicial	: 984	Grs	L.L.	: 25.51	%	SUCS	: CL
Grava	: 6.10	%	L.P.	: 9.96	%	AASHTO	: A-6(8)
Arena	: 22.16	%	I.P.	: 15.56	%		
Fino	: 71.74	%					
W natural	: 20.63	%					

Fuente: Elaboración propia.

**Etap 3: Ubicación y recolección de tallo de quinua;** en esta etapa se realizó la visita a propietarios de la comunidad de Ancasaya, ubicada a 5 minutos al sur de llave, esto con la finalidad de poder obtener el tallo de quinua.



*Figura 8:* Ubicación y recolección de tallo de quinua.

Fuente: Elaboración propia.

**Etap 4: Secado y acumulación de tallo de quinua;** en esta etapa se realizó el tendido, secado al aire libre y acumulación del tallo de quinua para su próximo quemado y así obtener la ceniza de tallo de quinua, se tuvo que hacer el secado al aire libre por ser temporada de avenidas en la provincia de El Collao.





*Figura 9:* Tendido y secado de tallo de quinua.  
Fuente: Elaboración propia.

**Etapa 5: Quemado y acumulación de ceniza de tallo de quinua;** en esta etapa se realizó el quemado del tallo de quinua, se empleó el método de quemado en pampa ya que en la zona de estudio no se cuenta con hornos especializados para el quemado de este tipo de fibra natural, posteriormente se acumuló la ceniza de tallo de quinua para su para su próximo uso en los próximos ensayos de laboratorio.



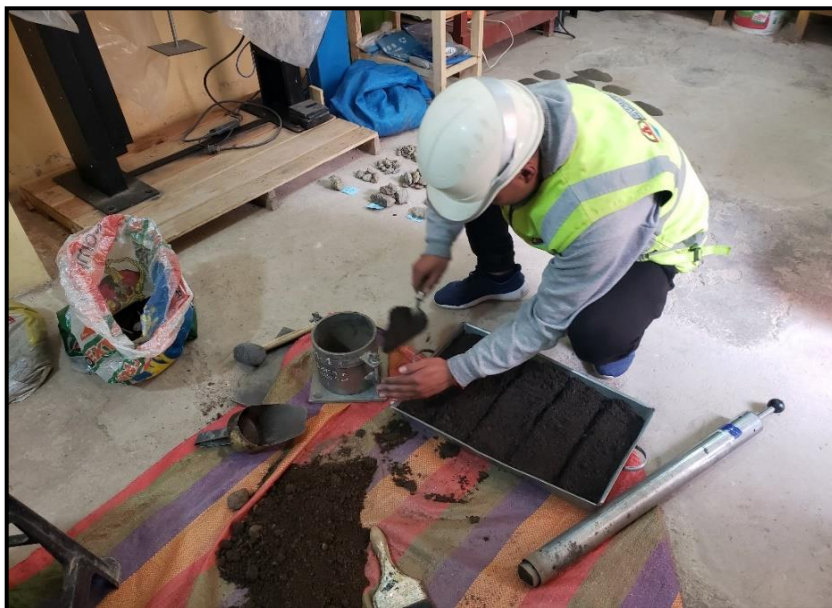
*Figura 10:* Quemado en pampa de tallo de quinua.  
Fuente: Elaboración propia.





*Figura 11:* Acumulación de ceniza de tallo de quinua.  
Fuente: Elaboración propia.

**Etapa 6: Etapa de ensayos de laboratorio;** en esta etapa se realizaron todos los ensayos necesarios para poder obtener resultados de nuestro suelo natural, estas fueron: Proctor Modificado del cual obtuvimos la Máxima Densidad Seca de nuestra muestra natural y también se procedió a realizar el ensayo del CBR (California Bearing Ratio; Ensayo de Relación de Soporte de California) para poder determinar la capacidad de soporte del suelo en estado natural.



*Figura 12:* Ensayo de Proctor Modificado del suelo natural.  
Fuente: Elaboración propia.

Paralelamente a este ensayo de laboratorio se preparó el suelo incluyendo la ceniza de tallo de quinua, esto consiste en incorporar la ceniza de tallo de quinua al suelo, para que posteriormente se realicen los ensayos como: límites de consistencia, esto con la finalidad de poder determinar cómo influye en la plasticidad del suelo, posteriormente se hizo la prueba en laboratorio de Proctor Modificado esto con la adición de los porcentajes de ceniza de tallo de quinua (7%,9%,11% y 15%) en el suelo natural, para poder conocer la Máxima Densidad Seca y el Contenido de Humedad Óptimo del suelo ya mejorado con la ceniza.



*Figura 13:* Incorporación de ceniza de tallo de quinua al suelo.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 14:* Ensayo de Proctor Modificado del suelo natural + aditivo.  
Fuente: Elaboración propia.



Finalmente, se calculó el CBR (California Bearing Ratio; Ensayo de Relación de Soporte de California) del terreno mejorado con el estabilizante químico-natural de la ceniza de tallo de quinua en sus diferentes dosificaciones (7%,9%,11% y 15%) esto con la finalidad de obtener las capacidades de soporte del suelo para cada una de las dosificaciones y posteriormente poder hacer una comparación de nuestros resultados.



*Figura 15:* Sumergido de moldes de CBR.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 16:* Lectura del ensayo de penetración para CBR.  
Fuente: Elaboración propia.

### **3.6 Método de análisis de datos**

En esta presente tesis llevaremos a cabo una progresión de pruebas de instalaciones de investigación como las siguientes: contenido de humedad, investigación granulométrica, limite liquido (LL), limite plástico (LP) y el indice de plasticidad (IP); la compactación del suelo también se llevará a cabo utilizando la prueba (Proctor Modificado) por último la prueba CBR (California Bearing Ratio; California Bearing Ratio Test) se actuará en (laboratorio). Posteriormente, se informará a detalle y de forma resumida de qué manera se llevará a cabo cada ensayo siguiendo al pie de la letra la metodología e instrucciones del Manual de Ensayos de Materiales que rigen en nuestro país actualmente.

Contenido de humedad en suelos:

Es la relación que existe entre la cantidad de agua que contiene un terreno o suelo natural y la cantidad de agua del mismo terreno natural después de que se sometió a un secado en un horno de laboratorio de 105°C a 110°C. Este resultado se puede expresar en forma de porcentaje (%) y que varía desde 0% al 100%, esta información nos permitirá ver el comportamiento de un suelo en función de su volumen, su cohesión y también su estabilidad mecánica.

Granulometría:

Este ensayo se realiza mediante el tamizado del suelo, según el tamaño, esto es muy importante desde el enfoque geotécnico, porque se determina la eficiencia y competencia del mismo. Se realizarán en 2 procesos, el primer proceso por tamizado o cerneado, esto para las partículas gruesas y granulares como son las gravas y las arena, el segundo proceso se realizará por precipitación ya que las partículas del suelo son finas como los limos y las arcillas.

Límites de consistencia:

En la presente investigación el procedimiento idóneo para obtener el índice de plasticidad y los límites de consistencia es mediante el método de Atterberg. Este método de ATTERBERG puede darnos a conocer en contenido de fluido o liquido en un suelo, los diversos cambios de un estado a otro, según las directrices de la AASHTO.<sup>35</sup>

**Ensayo Proctor modificado:**

Este ensayo se basa en la determinación y obtención de densidades secas de un suelo esto hecho en varios moldes o probetas, compactadas con los mismos criterios con la única diferencia de que se variarán los contenidos de humedad distintos para así poder encontrar el óptimo y paralelamente obtener la máxima densidad seca para el suelo o terreno en estudio.

**California Bearing Ratio (CBR):**

Este método es un tipo de prueba en la que se describe el comportamiento de resistencia de un suelo, estimando su capacidad de soporte en ésta, y además se evalúan los esfuerzos más amplios y enormes al que se somete el suelo; pero no muestra los impactos de la auténtica carga real de tránsito. Esto se debe a que las condiciones actuales e interceden en la disposición de ayuda del suelo, como por ejemplo, la ayuda a la fuerza de corte, que depende del espesor determinado y de su contenido de humedad.<sup>36</sup>

**3.7 Aspectos éticos**

En la investigación presentada habrán de emplearse disposiciones generales contenidas con códigos y normas, tomando en consideración a las reglas referidos por el MTC que están presente dentro del Manual de ensayos de materiales, De la misma forma el proyecto de investigación se desarrolló se usaron diversas referencias como apoyo teórico de la investigación, respetando sus aportes de autoría, los cuales al final fueron contrastados por la herramienta web Turnitin.

## IV RESULTADOS

En el siguiente capítulo veremos los resultados que se obtuvieron en laboratorio, en base a todos los ensayos practicados a la muestra patrón y a las combinaciones que se plantearon.

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

Esta investigación tuvo como lugar de los hechos el Jr. Ica del distrito de Ilave, provincia de El Collao, en el departamento de Puno.

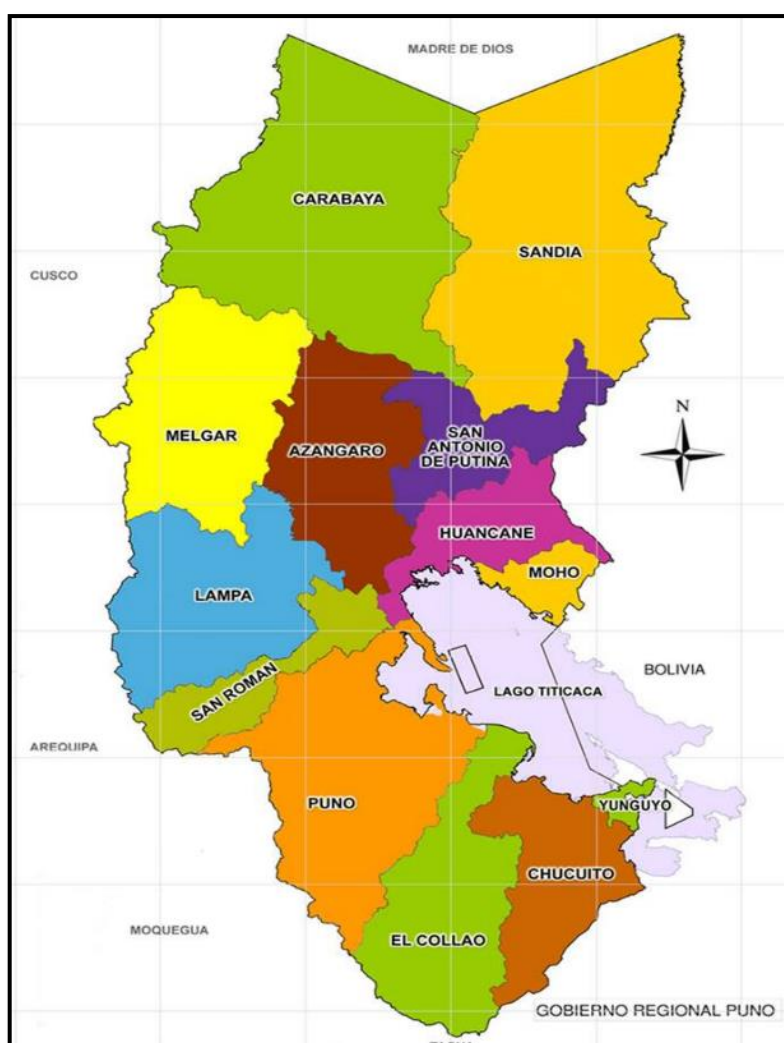


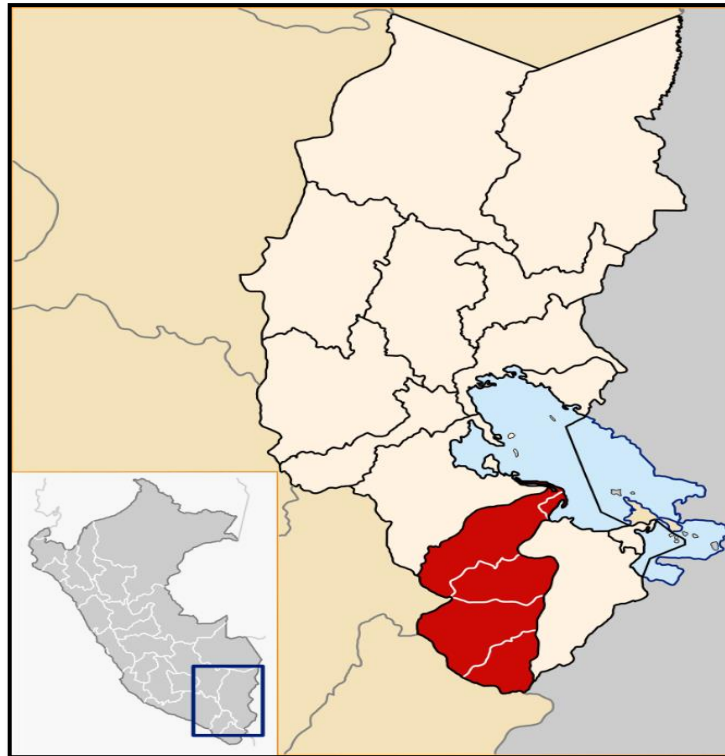
Figura 17: Mapa político del Perú.  
Fuente: Foro Perú Web.



*Figura 18:* Mapa de la región Puno.  
Fuente: Elaboración propia.

### **Ubicación del proyecto**

El siguiente proyecto está ubicado en el distrito de Ilave, provincia de El Collao y departamento de Puno; El distrito de Ilave pertenece a los cinco distritos de la provincia de El Collao y se ubica al sur de la provincia de Puno, a una distancia aproximada de 50 km de la ciudad de Puno, y está a una altura de los 3850 msnm en la meseta del Collao.



*Figura 19:* Mapa de la Ubicación de la Provincia de El Collao.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 20:* Mapa de la Ubicación del distrito de Ilave.  
Fuente: Elaboración propia.



## **Limites**

- Norte : Con el Distrito de Acora y provincia de Puno.  
Sur : Con los Distritos de Juli.  
Este : Con el Lago Titicaca y distrito de Pilcuyo.  
Oeste : Con el distrito de Acora y Juli.

## **Ubicación geográfica**

El lugar de estudio de esta investigación con su denominación: distrito de llave presenta las siguientes coordenadas de ubicación geográfica: Latitud 16° 06' 10"S y longitud 69° 36' 22"O con coordenadas UTM 19 K 435183 8219601, contando con un área de 874.57 km<sup>2</sup> aproximadamente con una altitud media de 3847 m s. n. m. Según la INEI hasta el último censo del 2015 se contaba con una población de 28,843 habitantes.

## **Clima**

El clima que tiene el distrito de llave por su situación geográfica es frio, seco y templado por todo el año, esto por ser propio clima del altiplano, posee un tiempo de precipitaciones de 4 meses promedio (diciembre a marzo), los vientos que prevalecen son las de las brisas del lago y los periódicos que generalmente soplan de oeste a este y de este a oeste durante los meses de julio a setiembre. El distrito de llave posee una temperatura que varía entre los 8 °C hasta los 15 °C.

**Objetivo específico General:** Mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante.



*Figura 21:* Lectura de penetración CBR.  
Fuente: Elaboración propia.

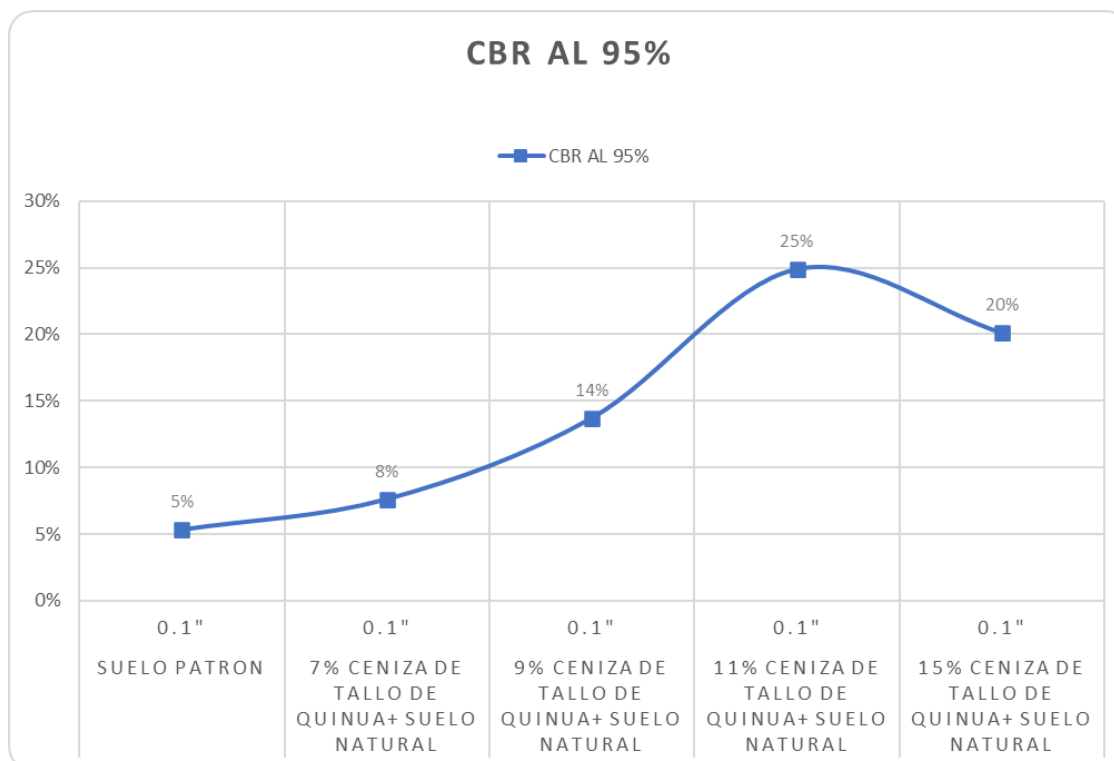


*Figura 22:* Lectura de penetración CBR del suelo mejorado con CTQ.  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12.** Resultados de ensayo de CBR al 95% y 100%.

CALICATA	IDENTIFICACION	PENETRACION	CBR AL 100%	CBR AL 95%
C-1	SUELO PATRON	0.1"	8%	5%
C-1	7% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	0.1"	12%	8%
C-1	9% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	0.1"	21%	14%
C-1	11% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	0.1"	38%	25%
C-1	15% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	0.1"	32%	20%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 23:** Curva de resultados de CBR al 95%.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 12 y en la *figura 23*, los valores obtenidos en laboratorio del CBR a una compactación del 95% de su máxima densidad seca son los siguientes: al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta de 5% a 8%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 14%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 25% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 20%; pero disminuye respecto a la anterior dosificación, por lo tanto considerando los resultados de laboratorio y respetando los límites indicados por el manual de carreteras para un CBR mínimo de una subrasante que es  $\geq$  al 6%, se tiene un incremento considerable al adicionar ceniza de tallo de quinua.



**Objetivo específico 1:** Determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante.



*Figura 24:* Sumergido para posterior lectura de expansión del suelo.  
Fuente: Elaboración propia.

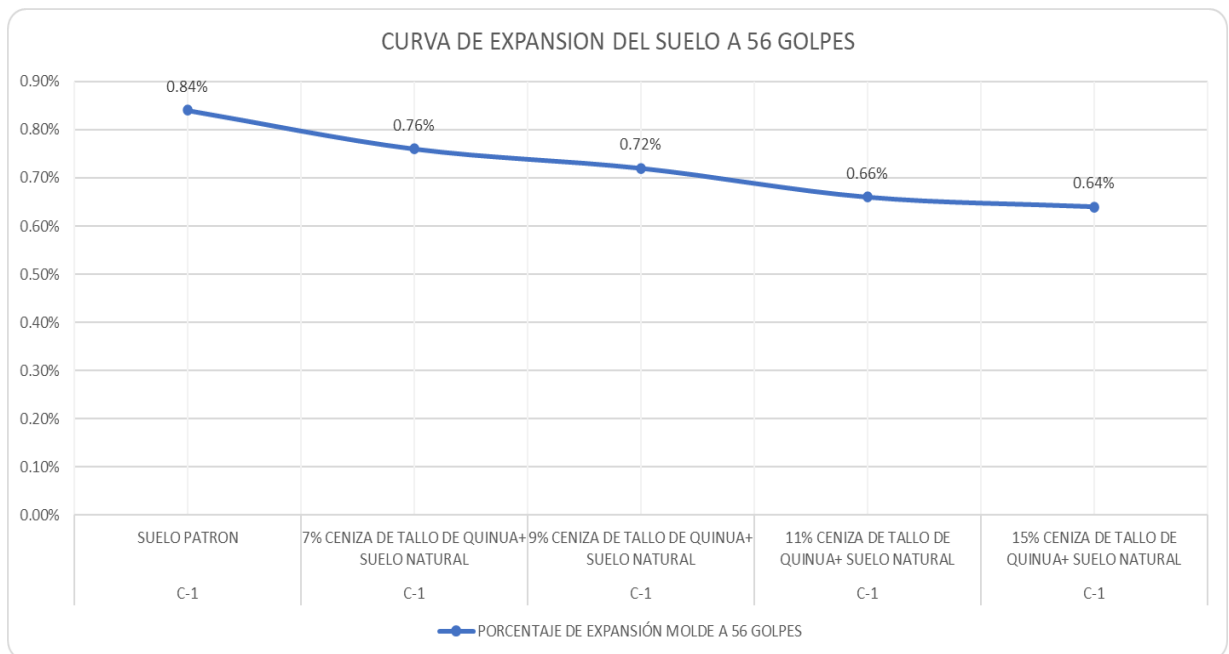


*Figura 25:* Retirado de sumergido para penetración CBR.  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13. Resultados de la expansión del suelo en el ensayo CBR.**

CALICATA	IDENTIFICACION	PORCENTAJE DE EXPANSIÓN MOLDE A 56 GOLPES	PORCENTAJE DE EXPANSIÓN MOLDE A 25 GOLPES	PORCENTAJE DE EXPANSIÓN MOLDE A 12 GOLPES
C-1	SUELO PATRON	0.84%	0.96%	1.16%
C-1	7% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	0.76%	0.86%	1.10%
C-1	9% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	0.72%	0.80%	1.00%
C-1	11% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	0.66%	0.76%	0.90%
C-1	15% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	0.64%	0.74%	0.86%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 26: Curva de expansión del suelo natural y con adición de CTQ.**

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 13 y en la *figura 26*, los valores obtenidos en laboratorio de la expansión del suelo a la compactación máxima de 56 golpes son los siguientes: al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye de 0.84% a 0.76%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.72%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.66% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.64%; respecto a la expansión del suelo natural, por lo tanto considerando los resultados de laboratorio la expansión del suelo con adición de ceniza de tallo de quinua en sus diferentes dosificaciones disminuye considerablemente respecto al suelo natural, teniendo una expansión de suelo mínima.



**Objetivo específico 2:** Determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad de la subrasante.



*Figura 27:* Ensayo de cuchara de Casagrande (Límite líquido).  
Fuente: Elaboración propia.

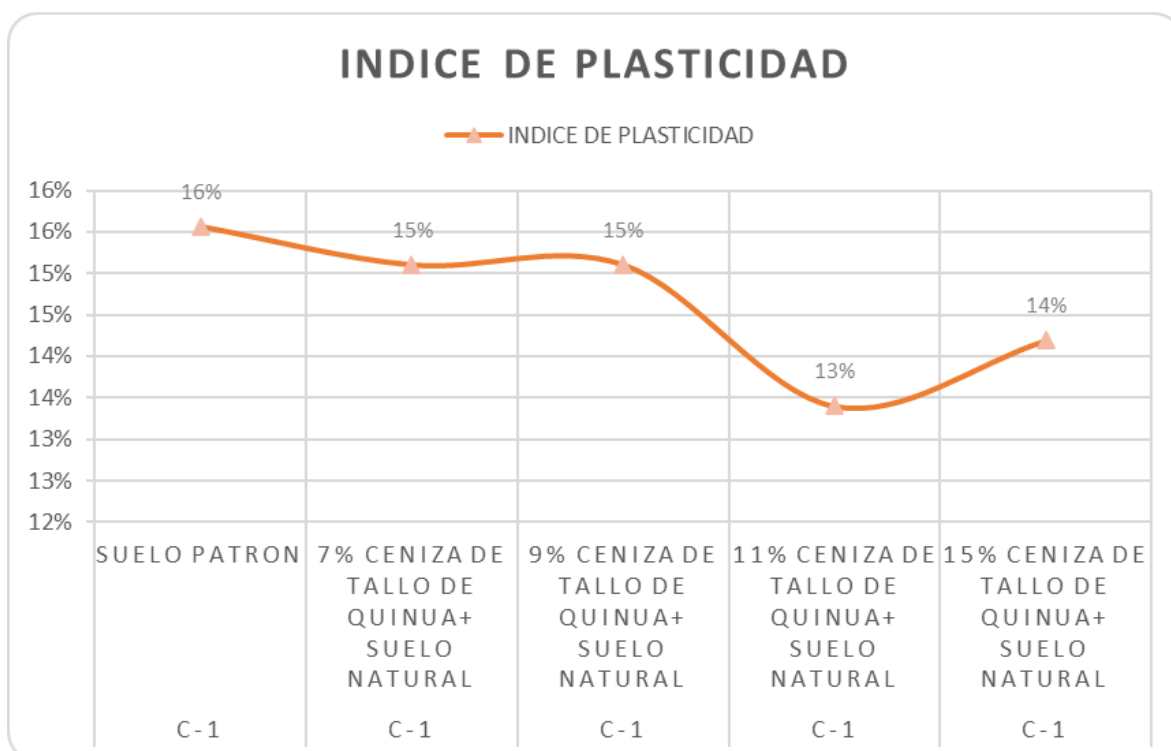


*Figura 28:* Ensayo de Límite plástico.  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14:** Resultados de ensayo de límites de consistencia (Atterberg).

CALICATA	IDENTIFICACION	LIMITE LIQUIDO (LL)	LIMITE PLASTICO (LP)	INDICE DE PLASTICIDAD
C-1	SUELO PATRON	26%	10%	16%
C-1	7% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	25%	10%	15%
C-1	9% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	25%	10%	15%
C-1	11% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	25%	11%	13%
C-1	15% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	24%	10%	14%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 29:** Curva de resultados del Índice de Plasticidad (Atterberg).

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 14 y en la figura 29, los valores obtenidos en laboratorio de los límites de Atterberg para el suelo natural son los siguientes: límite líquido de 26%, límite plástico de 10% y un índice de plasticidad de 16%; por otro lado al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 1%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 1%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 3% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 2%; pero aumenta

respecto a la anterior dosificación, por lo tanto considerando los resultados de laboratorio y respetando los límites indicados en la clasificación de un suelo mantiene un suelo arcilloso ubicado entre un  $IP \leq 20$  y  $> 7$  indicando así tener una plasticidad media.

**Objetivo específico 3:** Mejorar la máxima densidad seca de la subrasante.



*Figura 30:* Combinación de ceniza de tallo de quinua y suelo.  
Fuente: Elaboración propia.



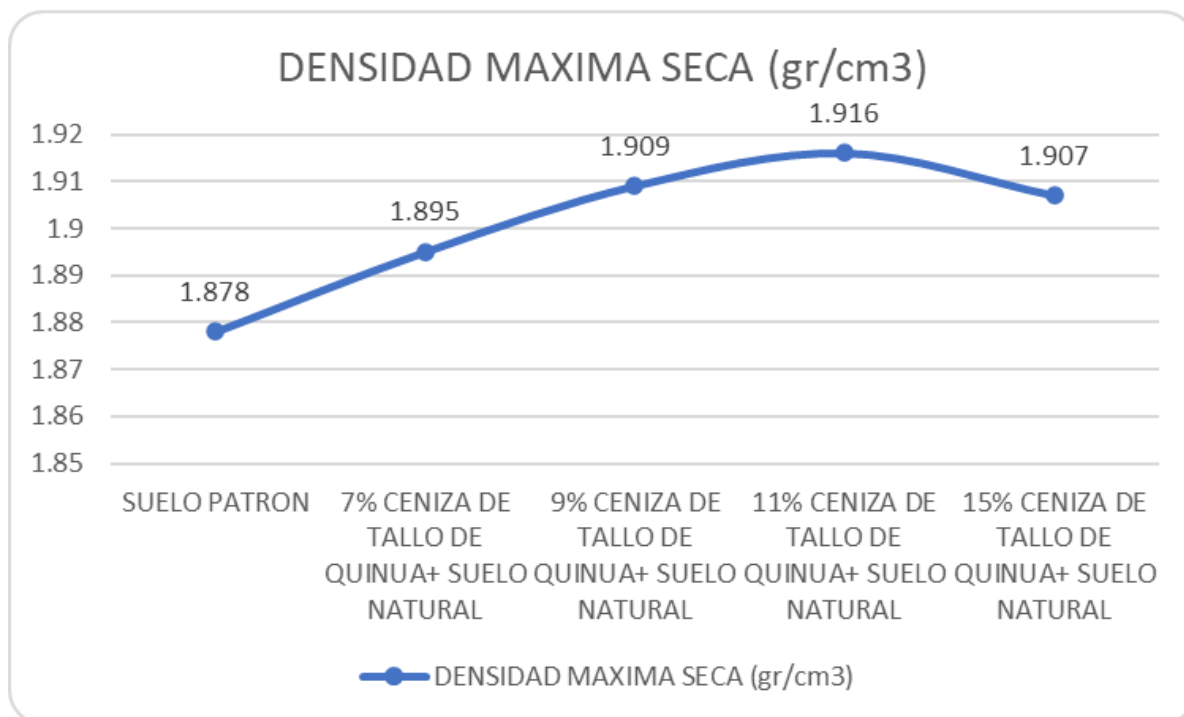
*Figura 31:* Procedimiento de ensayo de Proctor Modificado.  
Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 15:** Resultados de ensayo de Proctor Modificado.

CALICATA	IDENTIFICACION	HUMEDAD OPTIMA	DENSIDAD MAXIMA SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
C-1	SUELO PATRON	13.70%	1.878
C-1	7% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	13.50%	1.895
C-1	9% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	13.65%	1.909
C-1	11% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	13.80%	1.916
C-1	15% CENIZA DE TALLO DE QUINUA+ SUELO NATURAL	12.90%	1.907

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 32:** Curva de resultados de Proctor Modificado.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 15 y en la *figura 32*, los valores obtenidos en laboratorio del Proctor Modificado para el suelo patrón son los siguientes: máxima densidad seca de 1.878 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.70%; por otro lado al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.895 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.50%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.909 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.65%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.916 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.80% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.907 gr/cm<sup>3</sup>

y un contenido de humedad óptimo de 12.90%; entonces podemos observar que la máxima densidad seca aumenta ligeramente respecto al suelo patrón en todas las dosificaciones; pero disminuye en la última dosificación del 15% de ceniza de tallo de quinua respecto a la anterior dosificación, por lo tanto considerando los resultados de laboratorio y respetando los límites indicados por el manual de carreteras se opta por una dosificación óptima de 11.50% de ceniza de tallo de quinua.

### **Análisis descriptivo**

En el siguiente apartado del capítulo, se procedió a realizar el análisis de estadísticos descriptivos para ambas variables y sus dimensiones. De la misma forma se aplicó la prueba de normalidad con el fin de precisar si se está frente a una distribución paramétrica o no paramétrica, posterior a ello se realizó la medición de la relación que existe entre ambas variables. Finalmente, se procedió a realizar la prueba de hipótesis.

**Tabla 16:** Estadísticos descriptivos clima laboral y sus dimensiones.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis
Ceniza de tallo de Quinua	30	40	5	45	27,28	10,013	100,613	,412	-,335
Capacidad de soporte de subrasante	30	32	4	36	30,37	5,647	47,812	,201	-,464
N válido	30								

Fuente: Base de datos.

Para la variable ceniza de tallo de quinua se obtuvo como valor mínimo 5 puntos, siendo su valor máximo 40. En relación a las medidas de tendencia central tenemos una media de 27,28, ubicándose dentro de la categoría de 25-32 (Regular); con una desviación estándar de 10,013. De acuerdo a las medidas de forma, el

coeficiente de asimetría fue de 0,412 presentando una curva positiva. Finalmente se obtuvo un valor de curtosis de -0,335, resultando ser platicúrtica.

Para la variable capacidad de soporte de subrasante se obtuvo como valor mínimo 4 puntos, siendo su valor máximo 36. En relación a las medidas de tendencia central tenemos una media de 30,37, ubicándose dentro de la categoría de 30-36 (Bueno); con una desviación estándar de 5,647. De acuerdo a las medidas de forma, el coeficiente de asimetría fue de 0,201 presentando una curva positiva. Finalmente se obtuvo un valor de curtosis de -0,464, resultando ser platicúrtica.

### Prueba de normalidad

**Ho:** Los datos siguen una distribución normal

**Ha:** Los datos totales no siguen una distribución normal

### Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Significancia:  $\alpha = 0.05$

**Tabla 17:** Pruebas de normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ceniza de tallo de Quinoa	,094	60	,914*	,959	60	,040
Capacidad de soporte de subrasante	,093	60	,815*	,980	60	,439

Fuente: data de resultados.

Para la prueba de normalidad, se tomó en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk, ya que el tamaño de muestra tomada fue menor a 50 ( $n = 30$ ), de acuerdo a los valores obtenidos resultaron ser mayores y menores a 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos no tienen una distribución normal, de manera que aplicamos la prueba de correlación Rho de Spearman.

## Prueba para HG:

### Hipótesis nula. Ho

El uso de ceniza de tallo de quinua no mejora la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica.

### Hipótesis alterna. H1

El uso de ceniza de tallo de quinua mejora la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica.

### Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$  (prueba bilateral)

### Regla de decisión:

$p > \alpha$  = acepta  $H_0$  se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha$  = rechaza  $H_0$  se acepta la hipótesis alterna

### Prueba de contraste:

**Tabla 18:** Correlación de Pearson.

Correlación de Pearson			Ceniza de tallo de quinua	Capacidad de soporte
Correlación de Pearson	Ceniza de tallo de quinua	Correlación de Pearson	1,000	,141
		Sig. (bilateral)		0,001
		N	30	30
	Capacidad de soporte	Correlación de Pearson	,141	1,000
		Sig. (bilateral)	0,001	
		N	30	30
Nivel de significancia			0.05	

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del p valor (sig. 0,001) es menor al valor del valor de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, el uso ceniza de tallo de quinua mejora la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica.

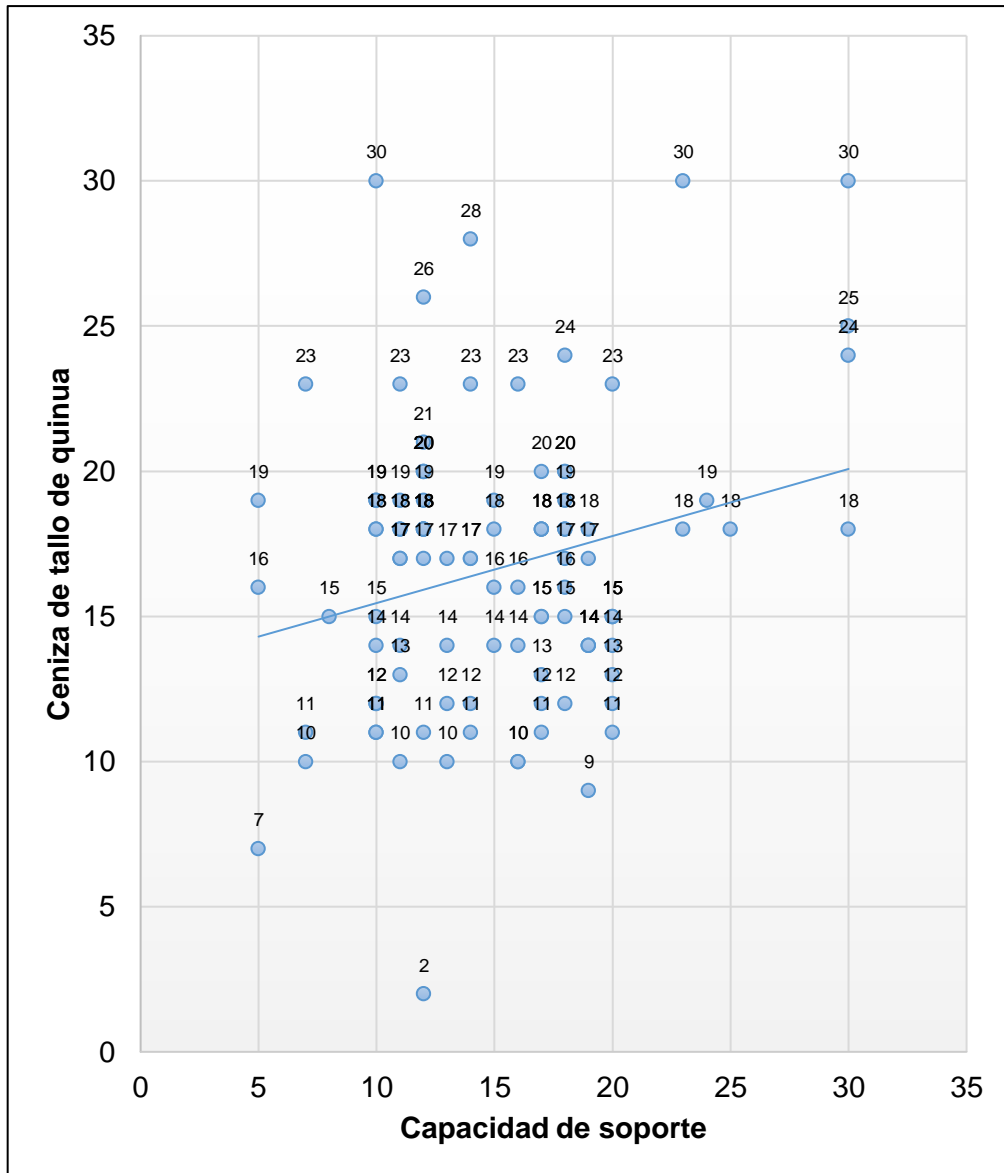


Figura 33: Diagrama de dispersión.  
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

En el diagrama obtenido la línea de referencia indica que existe una relación lineal positiva. El nivel de concentración de los puntos indica un grado bajo de causalidad entre el uso cenizo de tallo de quinua y la capacidad de soporte de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de Ilave de la subrasante del Jr. Ica.

### Prueba para HE 1:

#### Hipótesis nula. Ho

La ceniza de tallo de quinua no influye significativamente en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave de la subrasante del Jr. Ica.

#### Hipótesis alterna. H1

La ceniza de tallo de quinua influye significativamente en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave de la subrasante del Jr. Ica.

#### Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$  (prueba bilateral)

#### Regla de decisión:

$p > \alpha$  = acepta  $H_0$  se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha$  = rechaza  $H_0$  se acepta la hipótesis alterna

#### Prueba de contraste:

**Tabla 19:** *Correlación de Pearson.*

Correlación de Pearson		Ceniza de tallo de quinua	Expansión del suelo	
Correlación de Pearson	Ceniza de tallo de quinua	Correlación de Pearson	1	,714
		Sig. (bilateral)		0,045
		N	30	30
	Expansión del suelo	Correlación de Pearson	,714	1
		Sig. (bilateral)	0,045	
		N	30	30
Nivel de significancia		0.05		

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del p valor (sig. 0,045) es menor al valor del valor de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, La ceniza de tallo de quinua influye significativamente en la resistencia y expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave de la subrasante del Jr. Ica.

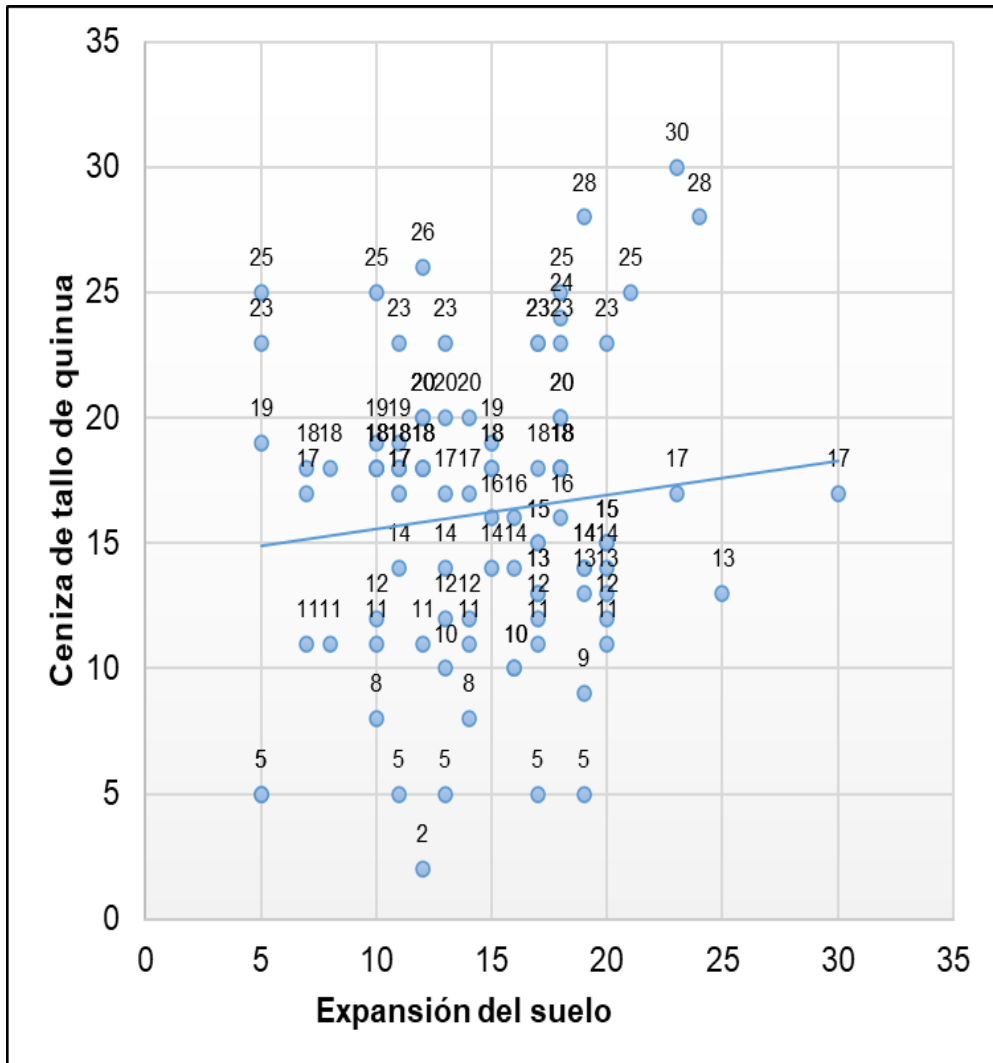


Figura 34: Diagrama de dispersión.  
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

En el diagrama obtenido la línea de referencia indica que existe una relación lineal positiva. El nivel de concentración de los puntos indica un grado bajo de causalidad entre la aplicación de la ceniza de tallo de quinua y la resistencia y expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de Ilave de la subrasante del Jr. Ica.

## Prueba para HE 2:

### Hipótesis nula. Ho

La ceniza de tallo de quinua no influye en la plasticidad del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave de la subrasante del Jr. Ica.

### Hipótesis alterna. H1

La ceniza de tallo de quinua influye en la plasticidad del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave de la subrasante del Jr. Ica.

### Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$  (prueba bilateral)

### Regla de decisión:

$p > \alpha$  = acepta  $H_0$  se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha$  = rechaza  $H_0$  se acepta la hipótesis alterna

### Prueba de contraste:

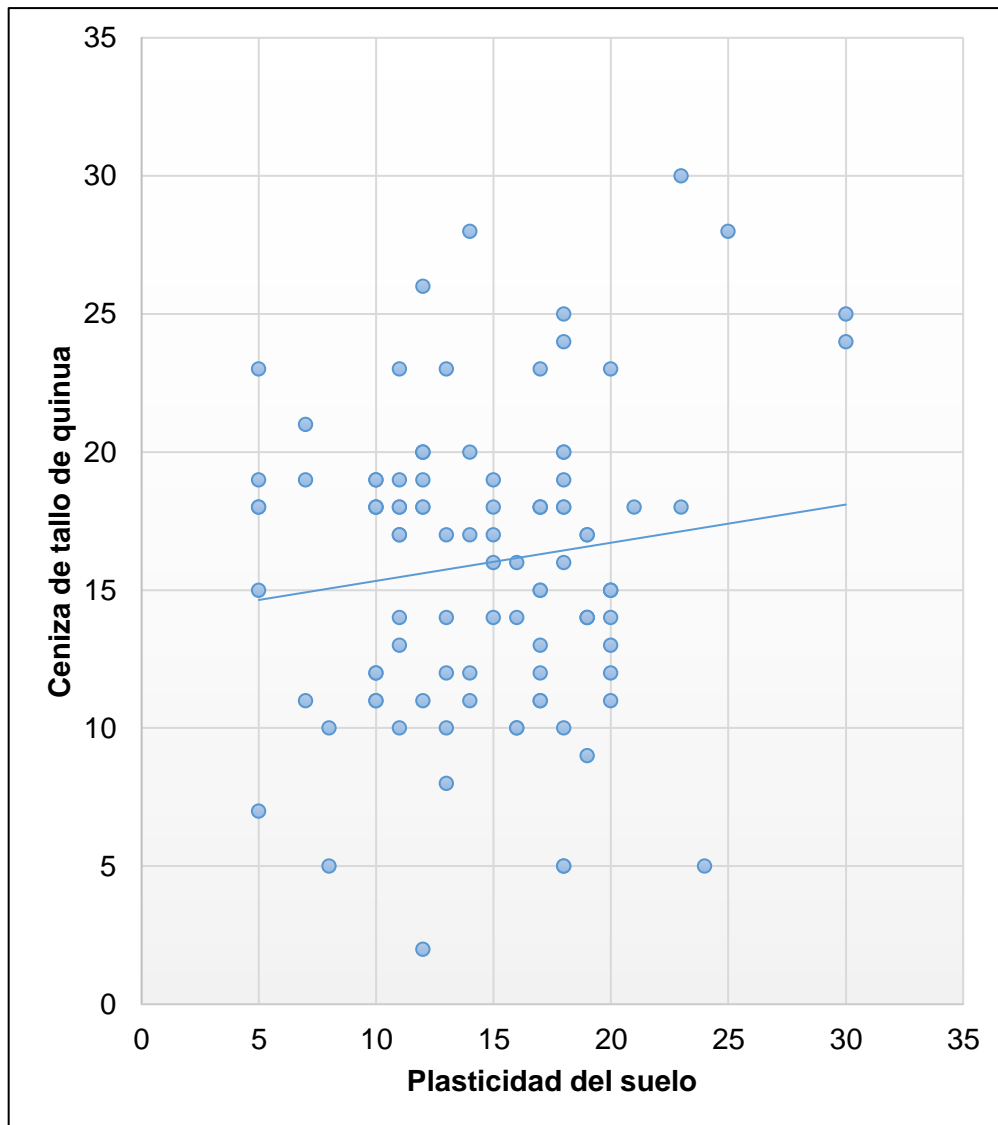
**Tabla 20:** *Correlación de Pearson.*

Correlación de Pearson			Ceniza de tallo de quinua	Plasticidad del suelo
Correlación de Pearson	Ceniza de tallo de quinua	Correlación de Pearson	1	,611
		Sig. (bilateral)		0,000
		N	30	30
	Plasticidad del suelo	Correlación de Pearson	,611	1
		Sig. (bilateral)	0,000	
		N	30	30
Nivel de significancia			0.05	

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del p valor (sig. 0,000) es menor al valor del valor de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, la ceniza de tallo de quinua influye en la plasticidad del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave de la subrasante del Jr. Ica.





*Figura 35:* Diagrama de dispersión.  
 Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

En el diagrama obtenido la línea de referencia indica que existe una relación lineal positiva. El nivel de concentración de los puntos indica un grado bajo de causalidad entre la ceniza de tallo de quinua y la plasticidad del suelo del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave de la subrasante del Jr. Ica.

### Prueba para HE 3:

#### Hipótesis nula. $H_0$

La aplicación de porcentajes de ceniza de tallo de quinua no mejora significativamente la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica.

#### Hipótesis alterna. $H_1$

La aplicación de porcentajes de ceniza de tallo de quinua mejora significativamente la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica.

#### Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$  (prueba bilateral)

#### Regla de decisión:

$p > \alpha =$  acepta  $H_0$  se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha =$  rechaza  $H_0$  se acepta la hipótesis alterna

#### Prueba de contraste:

**Tabla 21:** *Correlación de Pearson.*

Correlación de Pearson		Ceniza de tallo de quinua	Máxima densidad seca	
Correlación de Pearson	Ceniza de tallo de quinua	Correlación de Pearson	1	,331
		Sig. (bilateral)		0,021
		N	150	150
	Máxima densidad seca	Correlación de Pearson	,331	1
		Sig. (bilateral)	0,021	
		N	150	150
Nivel de significancia		0.05		

Fuente: Elaboración propia

El resultado del p valor (sig. 0,021) es menor al valor del valor de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, la aplicación de porcentajes de ceniza de tallo de quinua mejora significativamente la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica.

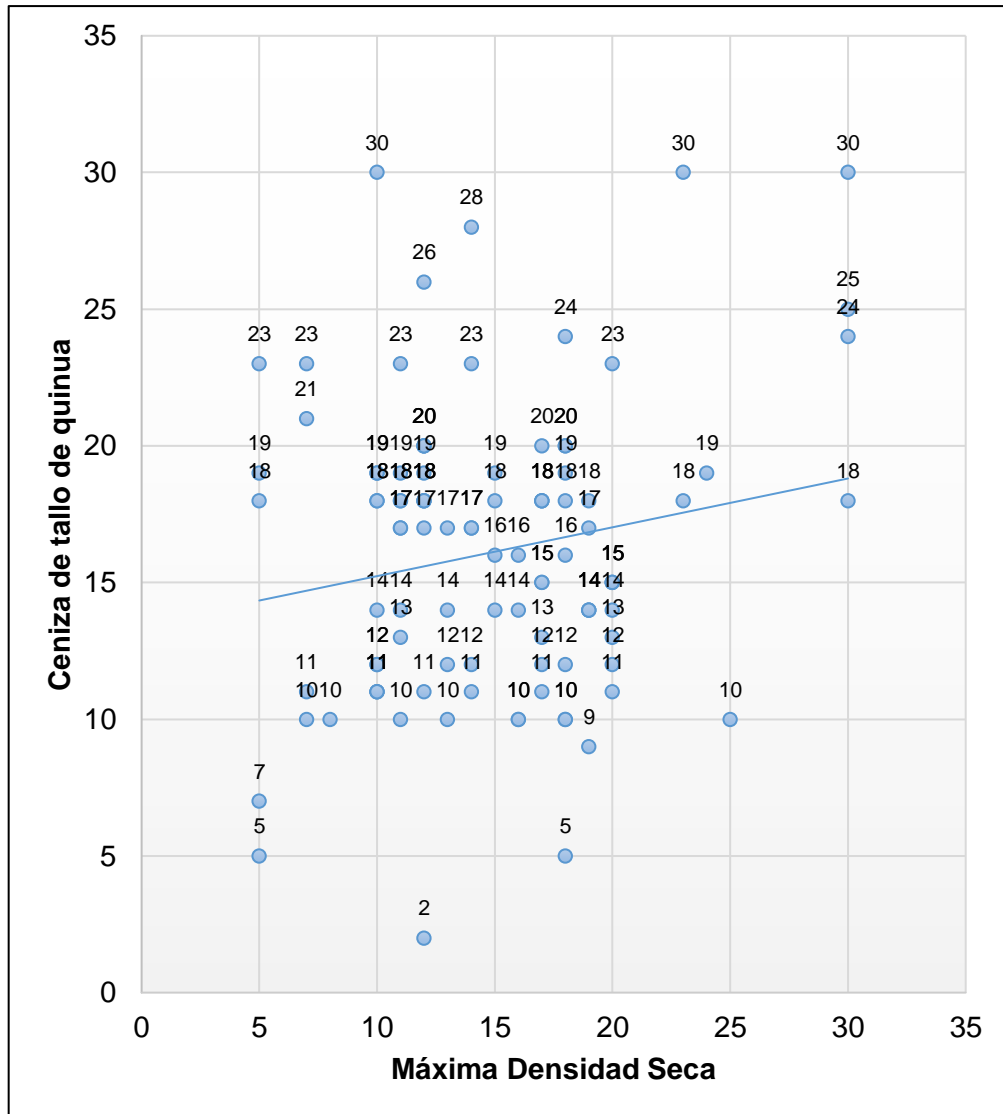


Figura 36: Diagrama de dispersión.  
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

En el diagrama obtenido la línea de referencia indica que existe una relación lineal positiva. El nivel de concentración de los puntos indica un grado bajo de causalidad entre la aplicación de porcentajes de ceniza de tallo de quinua y la mejora del porcentaje de compactación en la subrasante del Jr. Ica.

## V DISCUSIÓN

### **OE. Mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021.**

En relación al objetivo general, se determinó que el uso ceniza de tallo de quinua mejora significativamente la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica. Los valores obtenidos en laboratorio del CBR a una compactación del 95% de su máxima densidad seca son los siguientes: al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta de 5% a 8%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 14%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 25% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 20%; pero disminuye respecto a la anterior dosificación, por lo tanto considerando los resultados de laboratorio y respetando los límites indicados por el manual de carreteras para un CBR mínimo de una subrasante que es  $\geq$  al 6%, se tiene un incremento considerable al adicionar ceniza de tallo de quinua.

Estos resultados son coincidentes con los presentados por Almonacid (2019) quien en su investigación de tipo causal-explicativa, experimental y aplicado, obtuvo un valor de CBR del 14.6%, cuyos valores se sujetaron a variaciones en relación a la adición de 15% ,20% y 25% de ceniza presentando un incremento de 3.8%, 12.8% y 4.8% mayor a la muestra de inicio, respectivamente. Finalmente, el autor llegó a la conclusión de que la adición en diferentes porcentajes de ceniza de quinua y cal mejoraron la capacidad de soporte del suelo o CBR en un porcentaje mayor al 6%.

Además, son coincidentes con los presentados por Guía (2021) quien a través de una investigación causal explicativo, de tipo aplico y transversal, hallaron que al incorporar un 4%,6% y 8% de ceniza de quinua se obtuvo un incremento en el CBR de +4.8%, +17.0 % y +35.3% respectivamente en relación al suelo patrón de 16.4%, finalmente se concluyó que al adicionar ceniza de quinua en la subrasante se mejora las propiedades de esta dado por el valor más elevado de CBR que obtuvo, de la misma forma una clasificación y clase de subrasante en buenas condiciones en base al manual de suelos y pavimentos.

En tal sentido, habiendo constatado la presencia de concordancias en relación a la mejora significativa causada por la aplicación de ceniza de tallo de quinua en la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica, con las investigaciones realizadas por Almonacid (2019) y Guía (2021), advirtiendo la presencia de **coincidencias** debido a que se obtienen resultados favorables en el mejoramiento de la capacidad de soporte de subrasante con ceniza de tallo de quinua.

**O1. Determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de Ilave, provincia de El Collao - Puno, 2021.**

En relación al primer objetivo específico, pudimos determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante, ya que tal como fluye de los resultados estadísticos, los valores obtenidos en laboratorio de la expansión o hinchamiento del suelo al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua disminuye de 0.84% a 0.76%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.72%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.66% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.64%; respecto a la expansión del suelo natural.

Estos resultados son coincidentes con los presentados por Guía (2021) quien, a través de una investigación causal explicativo, de tipo aplicativo y transversal, quien en su investigación tuvo una expansión de suelo patrón de 0.49%, así mismo al adicionar ceniza de quinua en dosificaciones del 4%, 6% y 8% obtuvo una expansión del suelo de 0.35%, 0.18% y 0.09% respectivamente, obteniendo así una disminución de expansión en relación al suelo natural.

En tal sentido, habiendo constatado la presencia de concordancias en relación a la metodología de aplicación de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante con las investigaciones realizadas por Guía (2021) se advierte la

presencia de **coincidencias** obteniéndose resultados favorables y similares en relación a los resultados de la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo.

## **O2. Determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021.**

En relación al segundo objetivo específico, determinamos la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad, ya que tal como fluye de los resultados estadísticos, se ha evidenciado la presencia de un límite líquido de 26%, un límite plástico de 10% y un índice de plasticidad de 16%. Por otro lado al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua, se ha observado que el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 1%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 1%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 3% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 2%, no obstante, aumenta respecto a la anterior dosificación. Por lo tanto, considerando los resultados de laboratorio y respetando los límites indicados en la clasificación de un suelo mantiene un suelo arcilloso ubicado entre un  $IP \leq 20$  y  $> 7$  indicando así tener una plasticidad media.

Estos resultados son coincidentes con los presentados por Guía (2021) quien, en su investigación realizó los ensayos de límites de consistencia en el cual supo que su suelo patrón contaba con un índice de plasticidad de 12%, y al adicionar cenizas de quinua en dosificaciones de 4%, 6% y 8% respecto al peso de la muestra obtuvo como resultados de índice de plasticidad de 14%, 15% y 13% respectivamente; valores por el cual el suelo sigue manteniéndose con una plasticidad Media.

En tal sentido, habiendo constatado la presencia de concordancias en relación a la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad con la investigación realizada por Guía (2021) advirtiendo la presencia de **coincidencias** debido a que

se obtienen resultados favorables de la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad.

### **O3. Mejorar la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2022.**

En relación al tercer objetivo específico, determinamos la mejora de la máxima densidad seca de la subrasante, ya que tal como fluye de los resultados estadísticos, se ha evidenciado que los valores obtenidos en laboratorio del Proctor Modificado para el suelo patrón son los siguientes: máxima densidad seca de 1.878 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.70%; por otro lado al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.895 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.50%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.909 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.65%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.916 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.80% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.907 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 12.90%; entonces podemos observar que la máxima densidad seca aumenta ligeramente respecto al suelo patrón en todas las dosificaciones; pero disminuye en la última dosificación del 15% de ceniza de tallo de quinua respecto a la anterior dosificación, por lo tanto considerando los resultados de laboratorio y respetando los límites indicados por el manual de carreteras se opta por una dosificación óptima de 11.50% de ceniza de tallo de quinua.

También son coincidentes con los presentados por Almonacid (2019) quien evalúa las consecuencias y efectos que se encuentran mediante la adición de tasas de 10%, 15% y 20% de ceniza de quinua en el suelo de subrasante a través de las pruebas de Proctor Modificado, y que confirmaron que el contenido de humedad ideal es de 8,8%, 8,9%, 9,2% y 7. 2 % para cada tipo de mezcla de prueba y de acuerdo a su máxima densidad seca, se fijó con un valor de 1,90 gr/cm<sup>3</sup>. Por otra parte, también se obtuvieron valores para las mediciones con ceniza de quinua: 1,99 gr/cm<sup>3</sup>, 2,10 gr/cm<sup>3</sup> y 1,96 gr/cm<sup>3</sup> individualmente. Por lo tanto, se puede

presumir que el incremento de ceniza de quinua en el suelo influye en máxima densidad seca respecto a su contenido de humedad ideal.

Asimismo, Guía (2021) utilizó la ceniza de quinua como aditivo natural con dosificaciones de 4%, 6% y 8%, quien después de saber el valor de la máxima densidad seca del suelo natural en estudio de 1.896 g/cm<sup>3</sup> y posteriormente adicionó 4%, 6% y 8% de ceniza de quinua, tuvo como resultado que la máxima densidad seca del suelo se incrementa hasta 1.904 g/cm<sup>3</sup>, 1.928 g/cm<sup>3</sup> y 1.927 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, Por último, se descubrió que sumando ceniza de quinua al suelo patrón mejora su máxima densidad seca como lo indica su contenido de humedad ideal.

En tal sentido, habiendo constatado la presencia de concordancias en relación a la mejora del porcentaje de compactación con las investigaciones realizadas por Almonacid (2019) y Guía (2021), advirtiendo la presencia de **coincidencias parciales** debido a que se obtiene resultados moderadamente coincidentes sobre la mejora del porcentaje de compactación.



## VI CONCLUSIONES

1. En relación al objetivo general, se concluye que la ceniza de tallo de quinua mejora significativamente la capacidad de soporte del suelo de subrasante sabiendo que los valores de CBR a una compactación del 95% de su máxima densidad seca son los siguientes: al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta de 5% a 8%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 14%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 25% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua el CBR aumenta hasta 20%.
2. En relación al primer objetivo específico, se concluye que la ceniza de tallo de quinua influye significativamente en la expansión del suelo de la subrasante esto porque los valores obtenidos en laboratorio de la expansión del suelo a la compactación máxima de 56 golpes son los siguientes: al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye de 0.84% a 0.76%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.72%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.66% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua la expansión del suelo disminuye hasta 0.64%; respecto a la expansión del suelo natural.
3. En relación al segundo objetivo específico, se concluye que la ceniza de tallo de quinua influye en la plasticidad de la subrasante evidenciándose la presencia de un límite líquido de 26%, límite plástico de 10% y un índice de plasticidad de 16%; por otro lado al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 1%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 1%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 3% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua el índice de plasticidad disminuye respecto al suelo natural en un 2%.

4. En relación al tercer objetivo específico, se concluye una notable mejora en la máxima densidad seca de la subrasante, siendo que los valores obtenidos en laboratorio de la compactación de suelos con energía modificada – Proctor Modificado para el suelo patrón apuntan a una máxima densidad seca de 1.878 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.70%; por otro lado al adicionar el 7% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.895 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.50%, al adicionar el 9% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.909 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.65%, al adicionar el 11% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.916 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 13.80% y al adicionar el 15% de ceniza de tallo de quinua obtenemos una máxima densidad seca de 1.907 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 12.90%.

## VII RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios suplementarios para estudiar adecuadamente la resistencia y expansión por medio de otros métodos y otras técnicas e identificación estructural de los principios activos de la quinua.
2. Se recomienda llevar a cabo estudios de investigación de la aplicación de la ceniza de quinua en diferentes tipos de suelo ya sean gruesos o finos o como aditivo natural para mejorar suelos empleados en la base de la estructura de un pavimento, valorando factibilidad económica y técnica del uso de cenizas de quinua.
3. Realizar un análisis químico de la ceniza del tallo de quinua y también de otras cenizas de fibras naturales, esto con la finalidad de conocer sus propiedades químicas en los suelos estabilizados y conocer químicamente el por qué el suelo está adquiriendo mayor capacidad de soporte o está disminuyendo su capacidad de soporte.

## REFERENCIAS

- [1] GUIA, M. 2021 *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021.* (Tesis de pregrado). Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63841>
- [2] Almonacid Roman, I. M. (2019). *Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica.* (Tesis de pregrado). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1916>.
- [3] COBOS, ORTEGÓN Y PERALTA. 2019. *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café.* 2019. Tesis. Universidad Cooperativa de Colombia Ibagué. Facultad de Ingeniería civil. Programa de Ingenierías.
- [4] Clavería Vásquez, P. A., Triana Mendoza, D. F. y Varon Ospina, Y. A. (2018). *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante.* (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/6314>.
- [5] Berenguer, R. A., Helene, P., Silva, F. A. N., Torres, S. M., Monteiro, E. C. B., & Neto, A. A. de M. (2018). On the influence of sugarcane bagasse ashes as a partial replacement of cement in compressive strength of mortars. *Revista ALCONPAT*, 8(1), 30 - 37. <https://doi.org/10.21041/ra.v8i1.187>.
- [6] JAMES, Jijo y KASINATHA PANDIAN, Pitchai. Strength and microstructure of micro ceramic dust admixed lime stabilized soil. *Revista de la Construcción* [online]. 2018, vol.17, n.1 [citado 2021-05-16], pp.5-22. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2018000100005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2018000100005&lng=es&nrm=iso). ISSN0718-915X.<http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.1.5>.
- [7] WEN-TEN, Kuo, and othres. *Engineering properties of controlled low-strength materials containing waste oyster shells* [en línea]. 2013, Volumen 46, pp.

128- 133 [fecha de consulta abril de 2020]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.04.020>.

- [8] MONTOYA RESTREPO, Luz Alexandra; VIANCHA, Lucero Martínez and PERALTA BALLESTEROS, Johanna. *Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia*. *Innovar* [online]. 2005, vol.15, n.25 [cited 2021-05-15], pp.103-119. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-50512005000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512005000100007&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0121-5051.
- [9] FERNANDEZ, J., (2006). “Los cultivos energéticos, nuevo motor para el desarrollo del sector agrario”. IV Jornada de innovación y nuevas tecnologías en el mundo rural. *Asociación Agraria Jóvenes Agricultores (ASAJA)*. Sevilla.
- [10] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2013. *Manual de ensayo de materiales*. Aprobado por resolución directoral nº 18-2016-MTC/14. Lima, Perú.
- [11] OSPINA-GARCÍA, M. Ángel, Chaves-Pabón, S. B., & Jiménez-Sicachá, L. M. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(1), 185–196. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>
- [12] DUQUE ESCOBAR, Gonzalo y ESCOBAR POTES, Carlos. *Mecánica de los suelos*. [en lí-nea] Universidad Nacional De Colombia, 2002 [Fecha consulta : 16 de marzo 2022].
- [13] DUQUE ESCOBAR, Gonzalo (2003) *Manual de geología para ingenieros*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.[http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/URL\\_oficial\\_Manulageo](http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/URL_oficial_Manulageo): <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/>
- [14] LAZO, A. (2011). *Clasificación de suelos método AASHTO*. Recuperado de: <https://doc/59926125/Clasificacion-de-Suelos-Metodo-AASHTO>.
- [15] JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. *Mecánica de suelos (II) Teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos*. México: Limusa, S.A de C.V, 2004.532 pp. ISBN: 9681801288.
- [16] RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilo. *La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles, aeropistas*. México D.F: Limusa, 2005.24 pp. ISBN: 968-18-0054-0.

- [17] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2013. *Manual de ensayo de materiales. Aprobado por resolución directoral n° 18-2016-MTC/14*. Lima, Perú. Pag. 49
- [18] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2013. *Manual de ensayo de materiales. Aprobado por resolución directoral n° 18-2016-MTC/14*. Lima, Perú. Perú. Pag. 50
- [19] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2013. *Manual de ensayo de materiales. Aprobado por resolución directoral n° 18-2016-MTC/14*. Lima, Perú. Pag.44
- [20] Mecánica de suelo (II) por Adrián Oscar Macías [et al.]. [s. l]: *Área de innovación y desarrollo* , S.L, 2018. 67 pp. ISBN: 8494857770.
- [21] JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. *Mecánica de suelos (II) Teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos*. México: Limusa, S.A de C.V, 2004.532 pp. ISBN: 9681801288.
- [22] T.William Lambe, *Mecánica de Suelos*. Impreso en México,1999. ISBN 968-18-1894-6
- [23] LEONARDO ACERO, Andrés, SANTIAGO CUBILLOS, Erick, ORTEGA GARCIA, Oscar M. *Relación de soporte del suelo en laboratorio. Universidad de la Salle*. Bogotá, 2012, pp. 1-34.
- [24] BOWLES, Joseph. 1990, *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. Bogotá : McGraw-Hill.
- [25] Villarroel, Gloria. 2016, *Compactación de Suelos*. Sección Geotecnia LNV.
- [26] ASTM D1557-07. (2011). ASTM International, de *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))*: <https://www.astm.org/d1557-07.html>
- [27] BOTÍA, Wilmar. *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*. 2015. Tesis de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada, Granada, España. Facultad de Ingeniería. Carrera de ingeniería civil.
- [28] LEONARDO ACERO, Andrés, SANTIAGO CUBILLOS, Erick, ORTEGA GARCIA, Oscar M. *Relación de soporte del suelo en laboratorio*. Universidad de la Salle. Bogotá, 2012, pp. 1-34.

- [29] VARGAS CORDERO, Zoila. 2009, La Investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia Científica, *Educación*, vol. 33, Costa Rica: núm. 1, pp. 155-165. ISSN: 0379-7082
- [30] MUÑOZ ROCHA, Carlos I. 2015, Metodología de la Investigación, *YAN Comunicação e Design Ltda.*, Mexico: pp. 125. ISBN 9786074265422
- [31] PALELLA STRACUZZI, Santa. 2006, Metodología de la investigación cualitativa /por Santa Palella Stracuzzi y Feliberto Martins, *zurb zurb*. Venezuela: ISBN 980-273-445-4
- [32] ARIAS, F. 2006. El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas, *Editorial Episteme*.
- [33] NIÑO ROJAS, Víctor Miguel. 2011. Metodología de la investigación , *Ediciones dela U.*, p. 156 . Incluye bibliografía. Bogotá : ISBN 978-958-8675-94-7
- [34] ARIAS, F. 2006. El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas, *Editorial Episteme*. Pag. 83
- [35] GRAUX, D.; 1975. Fundamentos de mecánica del suelo. Proyecto de muros y cimentaciones. *Editores Técnicos Asociados*, Barcelona, 414 pp
- [36] ROJAS, Maria. 2015. Caracterización molecular y análisis funcional de los genes que codifican la citocromo b5 reductasa (CBR) de la levadura carotenogénica. *Xanthophyllomyces dendrorhous*. Chile: PLoS ONE 10(10): e0140424. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140424>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables:


<b>Título:</b> Mejoramiento con Ceniza de Tallo de Quinua de la Capacidad de Soporte de Subrasante del Jr. Ica, Ilave - Puno,2021.					
<b>Autor:</b> Alexis Brayan Butrón Mamani					
<b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>
Variable Independiente: CENIZA DE TALLO DE QUINUA	La ceniza de quinua se puede lograr a partir de los tallos o de la cascarilla del grano de quinua mediante la incineración por medios mecánicos a temperaturas superiores a 600° C. Al tener una cantidad significativa de tallo en las cosechas muchos simplemente realizan el secado y posteriormente se da de alimento a los animales (bovinos, porcino, aves) y otros simplemente calcinan los tallos para desecharlos.	La variable independiente que es la ceniza de quinua tiene una dimensión, cuatro indicadores y un instrumento con la que será medido.	DOSIFICACIÓN	7% DE CENIZA DE TALLO DE QUINUA	RAZÓN
				9% DE CENIZA DE TALLO DE QUINUA	
				11% DE CENIZA DE TALLO DE QUINUA	
				15% DE CENIZA DE TALLO DE QUINUA	
Variable Dependiente: CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE	"La capacidad de soporte es una de las propiedades más importantes de los suelos. Su comportamiento, al estar sometido a tensiones es bastante más complejo que el de otros materiales. Las deformaciones que experimenta no sólo dependen del "tipo de suelo" que se trate, la capacidad de soporte ya puesta en servicio, acompañada del tránsito y las características de los materiales empleados en la construcción de la superficie de rodadura, nos brindan las variables básicas para obtener el diseño de la estructura del pavimento que se colocará sobre la misma" (MTC, 2014).	La variable dependiente tiene 3 dimensión y 3 indicadores los cuales tiene un instrumento con la que serán medidos.	RESISTENCIA	CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE	RAZÓN
			PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO Y INDICE DE PLASTICIDAD	RAZÓN
			COMPACTACIÓN	CLASIFICACION DE SUELO, CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO Y MAXIMA DENSIDAD SECA	RAZÓN



## Anexo 2. Matriz de consistencia:

Título: Mejoramiento con Ceniza de Tallo de Quinua de la Capacidad de Soporte de Subrasante del Jr. Ica, llave - Puno,2021.							
Autor: Alexis Brayan Butrón Mamani							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable Independiente: CENIZA DE TALLO DE QUINUA</b>	DOSIFICACIÓN	7% DE CENIZA DE TALLO DE QUINUA 9% DE CENIZA DE TALLO DE QUINUA 11% DE CENIZA DE TALLO DE QUINUA 15% DE CENIZA DE TALLO DE QUINUA	BALANZA DE MEDICIÓN DE PESO	Tipo de investigación: APLICADA
El suelo de subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, están compuestos por suelos con alta cantidad de finos y por ende alta plasticidad y baja capacidad de soporte ¿De que manera podemos mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021?	Mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021.	Una forma de mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante del Jr. Ica, sería incluyendo ceniza de tallo de quinua.					Enfoque de investigación: CUANTITATIVO
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>					El diseño de la investigación: CUASI EXPERIMENTAL
El suelo de subrasante del Jr. Ica en la actualidad presenta ahuellamientos y baches, indicandonos esto la alta plasticidad del suelo y baja resistencia ¿Cómo podemos determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica?	Determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021.	A partir del ensayo de CBR en laboratorio y evaluando los resultados de estos se podría determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la expansión del suelo de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave de la subrasante del Jr. Ica					
El suelo de subrasante del Jr. Ica contiene en exceso material fino,y esto es un indicio de que los límites de consistencia son altos y por ende el Índice de Plasticidad de igual manera ¿Cómo podemos determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad de la subrasante del Jr. Ica?	Determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad de la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021.	A partir del ensayo de límites de ATTERBERG en laboratorio y evaluando los resultados de estos se podría determinar la influencia de la ceniza de tallo de quinua en la plasticidad de la subrasante del Jr. Ica	Población:JR. ICA, ILAVE-EL COLLAO - PUNO				
El suelo de subrasante del Jr. Ica, al ser compuesto por una excesiva cantidad de material fino con alta plasticidad, tiene una compactación con un porcentaje mínimo, el cual que no esta en los parametros de aceptación del MTC ¿Cómo se podrá mejorar la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica?	Mejorar la máxima densidad seca en la subrasante del Jr. Ica en el distrito de llave, provincia de El Collao - Puno, 2021.	Una de las formas de mejorar la máxima densidad seca de la subrasante del Jr. Ica sería utilizando porcentajes de ceniza de tallo de quinua como aditivo natural de estabilización.	<b>Variable Dependiente: CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE</b>	PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO Y INDICE DE PLASTICIDAD	ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG	Muestra:CUADRA 5,6 Y 7
				RESISTENCIA	CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUB RASANTE	ENSAYO CBR	Muestreo: NO PROBABILISTICO

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos:

	<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>"Mejoramiento con Ceniza de Tallo de Quinua de la Capacidad de Soporte de Subrasante del Jr. Ica, Ilave - Puno, 2021"</b>	
PROYECTO :		TECN. RESPONS. :	
PROGRESIVA :		ING. RESPONS. :	
MUESTRA :		FECHA :	
PROFUND. :			
SOLICITAN :			


  

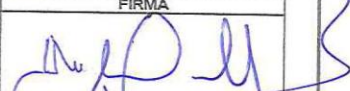


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Peso inicial :
							Peso fracción :
							Grava :
							Arena :
							Fino :
							W natural :
							LIMITES DE CONSISTENCIA
							L.L. :
							L.P. :
							I.P. :
							CLASIFICACION
							SUCS :
							AASHTO :

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

NOMBRES DE ESPECIALISTAS	CIP	CALIFICACION	FIRMA
Ing. Augusto H. Ortega Pileo	96703	1.0	
Ing. Edwin Chusya Canaza	127444	1.0	
Ing. Jhon R. Miranda Ch.	156378	1.0	



PROYECTO :

PROGRESIVA :

MUESTRA :

PROFUND. :

SOLICITAN :

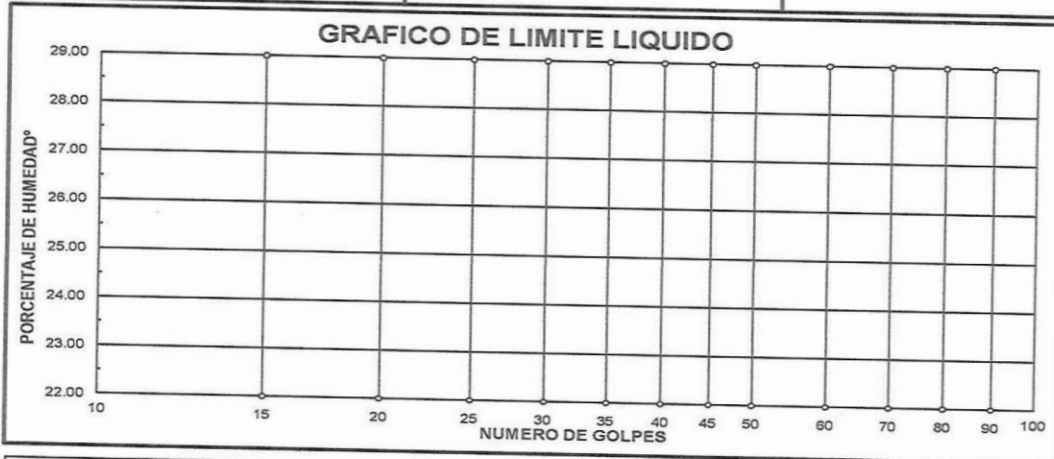
TECN. RESP.:

ING. RESP. :

FECHA :

### LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
01. No.DE GOLPES		
02. TARRO No.		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g		
04. SUELO SECO * TARRO g		
05. PESO DEL AGUA g		
06. PESO DEL TARRO g		
07. PESO DEL SUELO SECO g		
08. HUMEDAD %		
L.L.= %	L.P.= %	I.P.= %



NOMBRES DE ESPECIALISTAS	CIP	CALIFICACION	FIRMA
Ing. Augusto H. Ortega Pilco	96703	1.0	
Ing. Edwin Chowya Canaza	127444	1.0	
Ing. Jhon Rony Miranda Checaca	156378	1.0	

PROYECTO :

PROGRESIVA :

MUESTRA :

PROFUND. :

SOLICITAN :

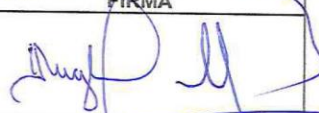
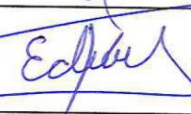
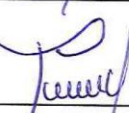
TECN. RESP.:

ING. RESP. :

FECHA :

### CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	
Suelo humedo + recipiente	
Suelo seco + recipiente	
Peso del agua	
Peso del recipiente	
Suelo seco	
% de humedad	
Promedio de humedad (%)	

NOMBRES DE ESPECIALISTAS	CIP	CALIFICACION	FIRMA
Ing. Augusto H. Ortega Pilco	96703	1.0	
Ing. Edwin Chucuya Canaza	127444	1.0	
Ing. Jhon Rony Miranda Checasaca.	156378	1.0	

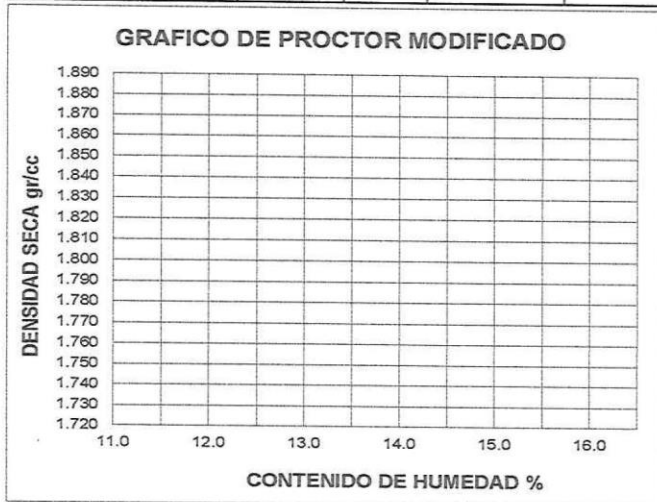


PROYECTO :  
 PROGRESIVA :  
 MUESTRA :  
 PROFUND. :

TECN.RESP. :  
 ING. RESP. :  
 FECHA :



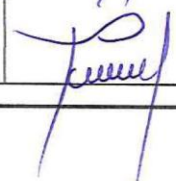
**PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO					
PESO MOLDE					
PESO SUELO COMPACTADO					
VOLUMEN DEL MOLDE					
DENSIDAD HUMEDA					
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°					
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE					
SUELO SECO + RECIPIENTE					
PESO RECIPIENTE					
PESO DE AGUA					
PESO DE SUELO SECO					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
DENSIDAD SECA					



Max. densidad seca  
gr/cm<sup>3</sup>

Conten. humedad óptima  
%

NOMBRES DE ESPECIALISTAS	CIP	CALIFICACION	FIRMA
Ing. Augusto H. Ortega Pileo	96703	1.0	
Ing. Edwin Chucuya Canaza	127444	1.0	
Ing. Jhon Rony Miranda Checasaca.	156378	1.0	

PROYECTO :		TECN.RESP.
PROGRESIVA :		ING. RESP.
MUESTRA :		FECHA
PROFUND. :		

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)**  
( ASTM D-1883 )

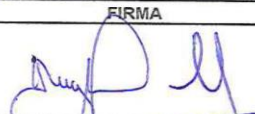
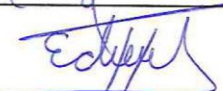
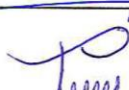
Molde N°						
Capa N°						
Golpes por capa N°						
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo gr.						
Peso del molde gr.						
Peso del suelo húmedo gr.						
Volúmen del molde cc.						
Densidad Humeda gr./cc						
Humedad %						
Densidad seca gr./cc						
Tarro N°						
Tarro suelo húmedo gr.						
Tarro suelo seco gr.						
Agua gr.						
Peso del Tarro gr.						
Peso del suelo seco gr.						
Humedad %						
Promedio de la humedad %						

**ENSAYO EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

**PENETRACION**

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg <sup>2</sup>	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg <sup>2</sup>	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg <sup>2</sup>
Tiempo	mm	plg									

NOMBRES DE ESPECIALISTAS	CIP	CALIFICACION	FIRMA
Ing. Augusto H. Ortega Dilco	96703	1.0	
Ing. Edwin Chucuya Canaza	127444	1.0	
Ing. Jhon Rony Miranda Checasaca	156378	1.0	

PROYECTO :  
 PROGRESIVA :  
 MUESTRA :  
 PROFUND. :

TECN.RESP. : :  
 ING. RESP. : :  
 FECHA : :



PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% =  
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. =

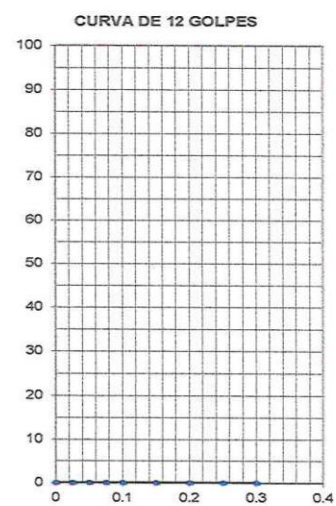
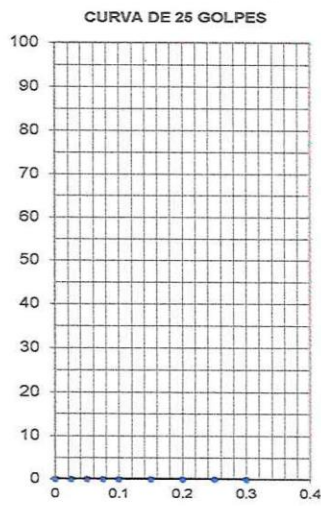
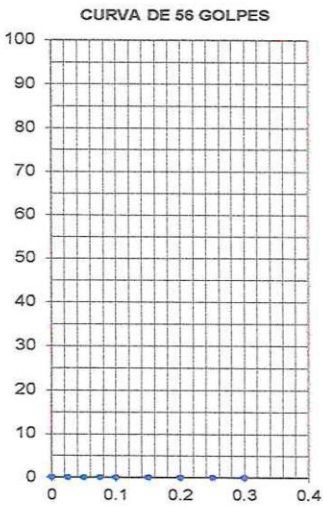
LEYENDA


\_\_\_\_\_

C.B.R. "=

C.B.R. "=

C.B.R. "=



NOMBRES DE ESPECIALISTAS	CIP	CALIFICACION	FIRMA
Ing. Augusto H. Ortega Dilco	96703	1.0	
Ing. Edwin Chucuya Canaza	127444	1.0	
Ing. Jhon Rony Miranda checasaca	156378	1.0	



## Anexo 4. Validez



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de Recolección de datos: Dosificación de Ceniza de Tallo de Quinua

"Mejoramiento con Ceniza de Tallo de Quinua de la Capacidad de Soporte de Subrasante del Jr. Ica, Ilave - Puno, 2021"

### Parte A: Datos generales

Tesista 01: Alexis Brayan, Butrón Mamani

Fecha: Lima, Marzo del 2022

### Parte B: Dosificación de Ceniza de Tallo de Quinua.

7%	Ok
9%	Ok
11%	Ok
15%	Ok

Tesis: Guía, (2021) Dosificación Ceniza de Quinua: 4%, 6%, 8%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
Apellidos: Ortega Pilco Nombres: Augusto Helvert Título: INGENIERO CIVIL Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 96703 Firma: 	Apellidos: Chucuya Canaza Nombres: Edwin Título: INGENIERO CIVIL Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 127444 Firma: 	Apellidos: Miranda Checasaca Nombres: Jhon Rony Título: INGENIERO CIVIL Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 156378 Firma: 
Pilco		



Anexo 5. Panel fotográfico:



Fotografía 1: Ubicación de los tallos de Quinua.



Fotografía 2: Recolección de los tallos de Quinua.



Fotografía 3: Excavación a cielo abierto.



Fotografía 4: Medición de altura de excavación a cielo abierto.



Fotografía 5: Procedimiento de ensayo Proctor Modificado.



Fotografía 6: Penetración CBR.

Anexo 6. Certificados de laboratorio de los ensayos:



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
 PROGRESIVA : CALICATA Nº 01; JR. ICA CUADRA 05  
 MUESTRA : SUB RASANTE - MUESTRA PATRON  
 PROFUND. : 0.00 - 1.50m (M-1)  
 SOLICITAN : ALEXSIS BRAYAN BUTRON MAMANI

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORAT  
 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A  
 FECHA : 03/02/2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D-422)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial 984 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción Grs
2"	50.000						Grava 6.10 %
1 1/2"	37.500						Arena 22.16 %
1"	25.000						Fino 71.74 %
3/4"	19.000						W natural 20.63 %
1/2"	12.500				100.00		
3/8"	9.500	11.00	1.12	1.12	98.88		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	49.00	4.98	6.10	93.90		L.L. 25.51 %
No.10	2.000	44.00	4.47	10.57	89.43		L.P. 9.96 %
No.20	0.840	16.00	1.63	12.20	87.80		I.P. 15.56 %
No.40	0.425	12.00	1.22	13.42	86.58		
No.100	0.150	53.00	5.39	18.81	81.19		CLASIFICACION
No.200	0.075	93.00	9.45	28.26	71.74		SUCS CL
<No.200		706.00	71.74	100.0			AASHTO A-6(E)

**REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON TIAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

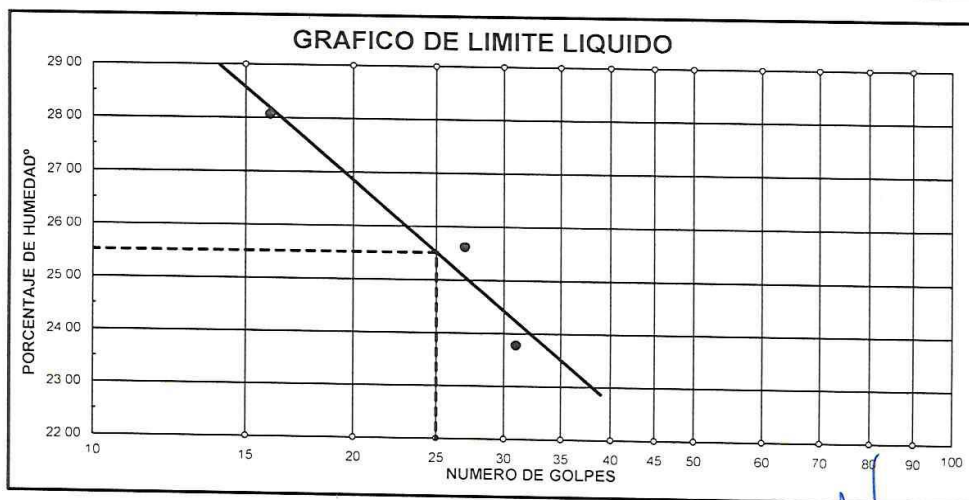
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
**PROGRESIVA** : CALICATA N° 01: JR. ICA CUADRA 05      **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORAT.  
**MUESTRA** : SUB RASANTE - MUESTRA PATRON      **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.  
**PROFUND.** : 0.00 - 1.50m (M-1)      **FECHA** : 03/02/22  
**SOLICITAN** : ALEXSIS BRAYAN BUTRON MAMANI

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	6M	3T
01. No.DE GOLPES	31	27	16			
02. TARRO No.	4	3	6		6M	3T
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	19.55	22.11	18.33	10.42	12.41
04. SUELO SECO * TARRO	g	17.94	19.85	16.75	10.04	11.85
05. PESO DEL AGUA	g	1.61	2.26	1.58	0.38	0.56
06. PESO DEL TARRO	g	11.17	11.03	11.12	6.20	6.26
07. PESO DEL SUELO SECO	g	6.77	8.82	5.63	3.84	5.59
08. HUMEDAD	%	23.78	25.62	28.06	9.90	10.02
<b>L.L.= 25.51 %      L.P.= 9.96 %      I.P.= 15.56 %</b>						



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Obras de Infraestructura y Construcción

**ALFREDO ALARCON AYARUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 2110

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



## GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr ICA. ILAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01: JR. ICA CUADRA 05      TECN. RESP.: PERSONAL LABORAT.

MUESTRA : SUB RASANTE - MUESTRA PATRON      ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

PROFUND. : 0.00 - 1.50m (M-1)      FECHA : 03/02/22

SOLICITAN : ALEXSIS BRAYAN BUTRON MAMANI

### CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	C-2	C-5
Suelo humedo + recipiente	86.54	91.81
Suelo seco + recipiente	71.70	76.15
Peso del agua	14.84	15.66
Peso del recipiente	0.00	0.00
Suelo seco	71.70	76.15
% de humedad	20.70	20.56
Promedio de humedad (%)	20.63	

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras y Construcción

ALFREDO ALARCON TASHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIR 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01, JR. ICA CUADRA 05

MUESTRA : SUB RASANTE - MUESTRA PATRON

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT

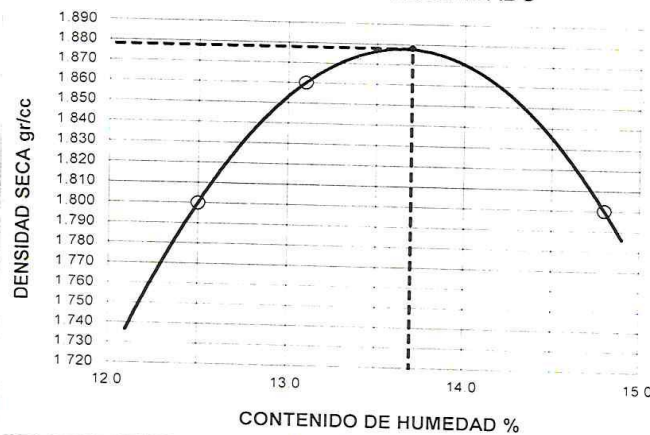
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 03/02/2022

## PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,220	10,382	10,310		
PESO MOLDE	6,019	6,019	6,019		
PESO SUELO COMPACTADO	4,201	4,363	4,291		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,077	2,077	2,077		
DENSIDAD HUMEDA	2.02	2.10	2.07		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	405.00	450.00	435.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	360.00	398.00	379.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	45.00	52.00	56.00		
PESO DE SUELO SECO	360.00	398.00	379.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.50	13.10	14.80		
DENSIDAD SECA	1.80	1.86	1.80		

### GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca  
1.878 gr/cm3

Conten. humedad óptima  
13.70 %

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Control de Calidad y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 91732





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01; JR. ICA CUADRA 05

MUESTRA : SUB RASANTE - MUESTRA PATRON

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

TECN. RESP. : PERSONAL LABORAT

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A

FECHA : 03/02/2022

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

( ASTM D-1883 )

Molde N°	4		5		6	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.	111.85		112.12		110.83
Peso del molde	gr.	67.36		69.36		69.98
Peso del suelo húmedo	gr.	44.47		42.76		40.85
Volumen del molde	cc.	2077.3		2077.3		2077.3
Densidad Humeda	gr/cc	2.14		2.06		1.97
Humedad	%	13.70		13.60		13.70
Densidad seca	gr/cc	1.880		1.81		1.73
Tamo N°	3		5		7	
Tamo suelo húmedo	gr.	335.5		592		370.8
Tamo suelo seco	gr.	295		521		326
Agua	gr.	40.5		71		44.6
Peso del Tamo	gr.	0		0		0
Peso del suelo seco	gr.	295		521		326
Humedad	%	13.7		13.6		13.7
Promedio de la humedad	%					

## ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m m	%		m m	%		m m	%
3-2-22	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-2-22	12:00	2	30	0.762	0.602	35	0.889	0.702	40	1.016	0.803
5-2-22	12:00	4	33	0.8362	0.662	37	0.9398	0.742	45	1.143	0.903
6-2-22	12:00	5	37	0.9398	0.742	41	1.0414	0.823	52	1.3208	1.043
7-2-22	12:00	6	42	1.0668	0.843	48	1.2192	0.963	56	1.4732	1.164

## PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg <sup>2</sup>	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg <sup>2</sup>	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg <sup>2</sup>
Tempo	mm	pg									
0.30	0.600	0.25	8	137	46	4	95	33	2	79	26
1.00	1.300	0.50	12	175	56	6	118	39	3	89	30
1.30	1.900	0.075	14	195	65	8	137	46	5	108	36
2.00	2.500	0.100	20	253	84	15	204	68	9	147	49
3.00	3.800	0.150	32	369	123	18	233	78	10	156	52
4.00	5.000	0.200	40	446	149	27	320	107	15	204	68
5.00	6.000	0.250	53	572	191	35	398	133	26	301	100
6.00	7.500	0.300	70	736	245	42	465	155	31	359	120
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

GEOTECNIA PUNO EIRE.  
Ingeniería de Pavimentos, Asfalto y Obras de Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
R.U.C. 019 8 732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



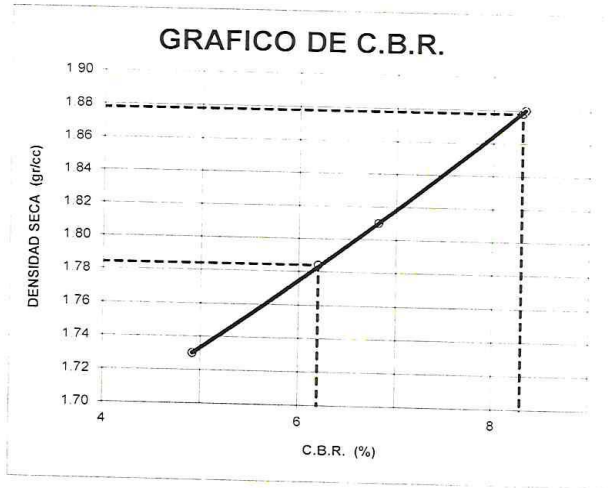
# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
 PROGRESIVA : CALICATA N° 01; JR. ICA CUADRA 05  
 MUESTRA : SUB RASANTE - MUESTRA PATRON  
 PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

TECN.RESP. : : PERSONAL LABORAT  
 ING. RESP. : : ALFREDO ALARCON A.  
 FECHA : : 03/02/2022

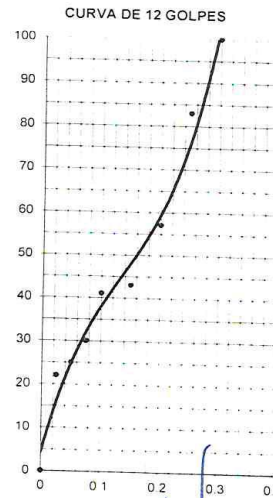
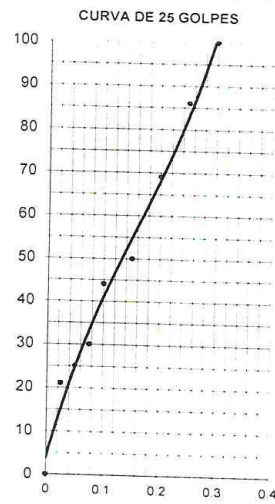
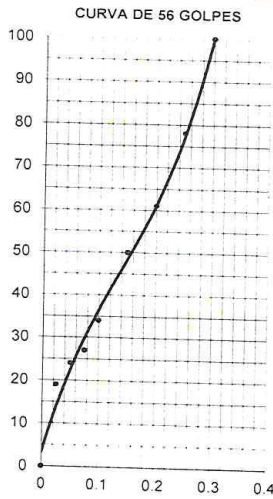


#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = 8.3%  
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S = 6.2%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Supervisión Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 61732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

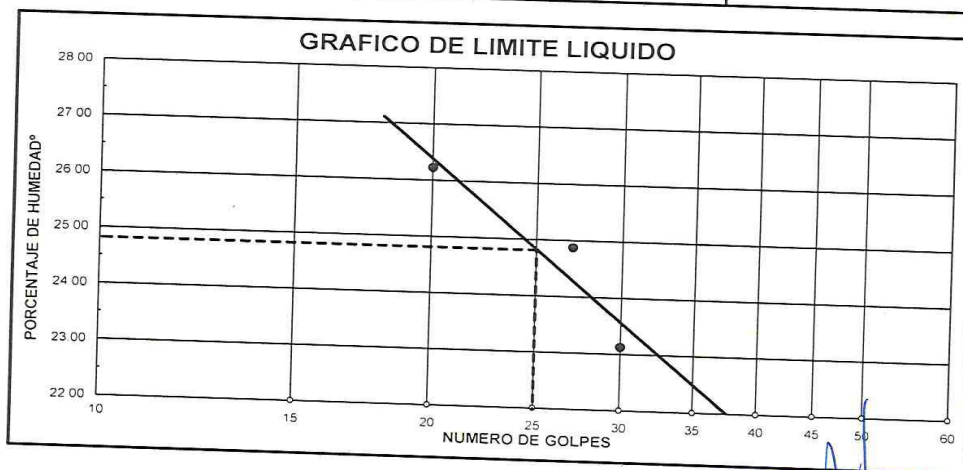
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
**PROGRESIVA** : CALICATA N° 01: JR. ICA CUADRA 05  
**MUESTRA** : SUB RASANTE - 7 % CENIZA DE QUINUA  
**PROFUND.** : 0.00 - 1.50m (M-1)  
**SOLICITANTE** : ALEXSIS BRAYAN BUTRON MAMANI  
**TECN. RESP.:** PERSONAL LABORAT.  
**ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.  
**FECHA** : 10/02/22

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	30	27	20		
01. No.DE GOLPES					
02. TARRO No.	5	6	8		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	9	22.28	23.45	20.43	3B 2N
04. SUELO SECO * TARRO	9	20.18	20.97	18.50	11.40 10.51
05. PESO DEL AGUA	9	2.10	2.48	1.93	10.94 10.13
06. PESO DEL TARRO	9	11.10	11.00	11.14	0.46 0.38
07. PESO DEL SUELO SECO	9	9.08	9.97	7.36	6.20 6.26
08. HUMEDAD	%	23.13	24.87	26.22	4.74 3.87
					9.70 9.72
<b>L.L.=</b>	<b>24.81 %</b>	<b>L.P.=</b>	<b>9.71 %</b>	<b>I.P.=</b>	<b>15.10 %</b>



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Base de Datos, Geotecnia y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 81792

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01; JR. ICA CUADRA 05

TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT.

MUESTRA : SUB RASANTE - 7 % CENIZA DE QUINUA

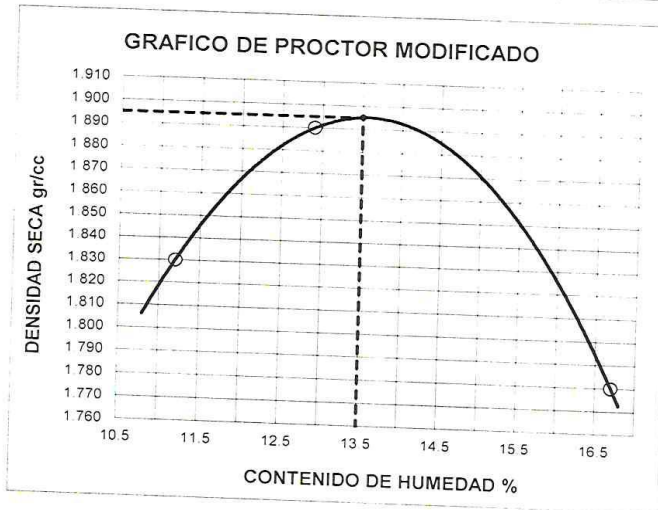
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

FECHA : 10/02/2022

## PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.230	10.441	10.345		
PESO MOLDE	6.019	6.019	6.019		
PESO SUELO COMPACTADO	4.211	4.422	4.326		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.077	2.077	2.077		
DENSIDAD HUMEDA	2.03	2.13	2.08		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	288.00	333.00	322.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	259.00	295.00	276.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	29.00	38.00	46.00		
PESO DE SUELO SECO	259.00	295.00	276.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.20	12.90	16.70		
DENSIDAD SECA	1.83	1.89	1.78		



Max. densidad seca  
1.895 gr/cm<sup>3</sup>

Conten. humedad óptima  
13.50 %

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Perímetros, Pavimentos, Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, LAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATAN° 01, JR. ICA CUADRA 05

MUESTRA : SUB RASANTE - 7 % CENIZA DE QUINUA

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M1)

TECN. RESP. : PERSONAL LABORAT

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 10/02/2022

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )

Molde N°	1		2		3	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11380		11326		11142
Peso del molde	gr.	6845		6845		6949
Peso del suelo húmedo	gr.	4535		4383		4193
Volumen del molde	cc.	2077.3		2077.3		2077.3
Densidad Húmeda	gr./cc.	2.18		2.11		2.02
Humedad	%	13.50		13.70		13.70
Densidad seca	gr./cc.	1.920		1.86		1.78
Tarro N°	3		5		7	
Tarro suelo húmedo	gr.	396		456		423
Tarro suelo seco	gr.	349		401		372
Agua	gr.	47		55		51
Peso del Tarro	gr.	0		0		0
Peso del suelo seco	gr.	349		401		372
Humedad	%	13.5		13.7		13.7
Promedio de la humedad	%					

## ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
10-2-22	12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-2-22	12.00	2	28	0.7112	0.562	31	0.7874	0.622	36	0.9144	0.722
12-2-22	12.00	4	31	0.7874	0.622	35	0.889	0.702	40	1.016	0.803
13-2-22	12.00	5	36	0.9144	0.722	39	0.9906	0.783	46	1.1684	0.923
14-2-22	12.00	6	38	0.9652	0.763	43	1.0922	0.863	55	1.397	1.104

## PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	10	156	52	8	137	46	6	118	39
1.00	1.300	0.50	22	272	91	12	175	58	10	156	52
1.30	1.900	0.075	28	330	110	20	253	84	12	175	58
2.00	2.500	0.100	35	398	133	27	320	107	16	214	71
3.00	3.800	0.150	45	494	165	32	369	123	20	253	84
4.00	5.000	0.200	51	552	184	45	494	165	24	291	97
5.00	6.000	0.250	56	601	200	56	601	200	32	369	123
6.00	7.500	0.300	60	639	213	62	659	220	40	446	149
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras y Construcción

ALFREDO ALARCON NATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.O.R. 81252

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



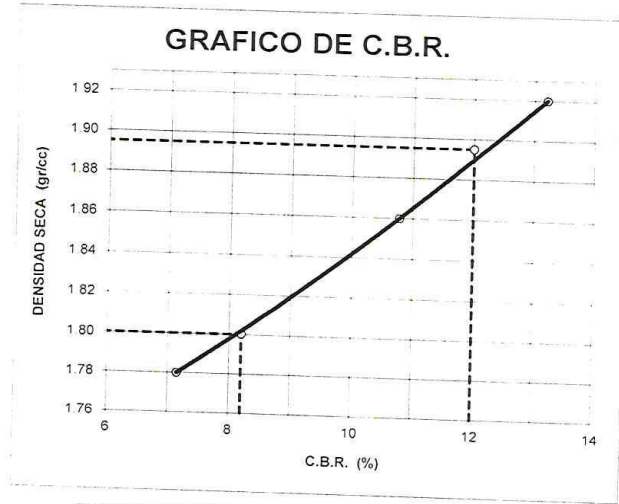


# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE  
 SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
 PROGRESIVA : CALICATA Nº 01; JR. ICA CUADRA 05 TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT.  
 MUESTRA : SUB RASANTE - 7 % CENIZA DE QUINUA ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
 PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) FECHA : 10/02/2022

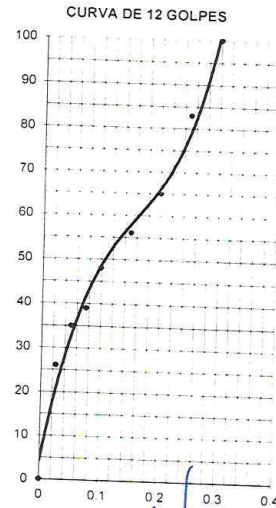
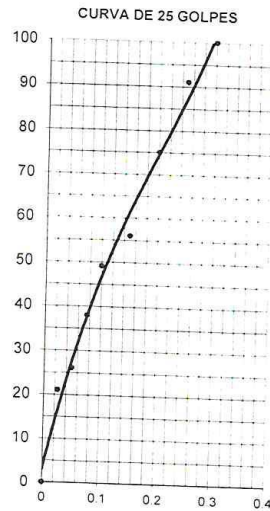
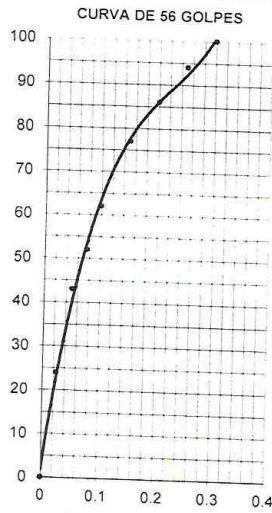


#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = 12.0%  
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 8.2%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Saneamiento Ambiental y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO ETAPA - JULIACA  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

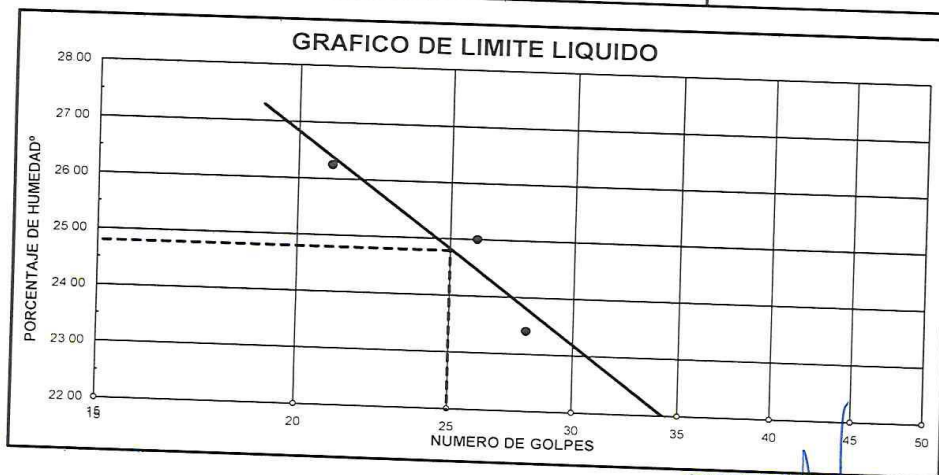
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**PROYECTO** : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
**PROGRESIVA** : CALICATA Nº 01: JR. ICA CUADRA 05  
**MUESTRA** : SUB RASANTE - 9 % CENIZA DE QUINUA  
**PROFUND.** : 0.00 - 1.50m (M-1)  
**SOLICITAN** : ALEXSIS BRAYAN BUTRON MAMANI  
**TECN. RESP.:** PERSONAL LABORAT.  
**ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.  
**FECHA :** 16/02/22

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	28	26	21		2X	2M
01. No.DE GOLPES	28	26	21			
02. TARRO No.	4	5	7			
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	26.33	27.10	24.30	11.50	10.51
04. SUELO SECO * TARRO	g	23.46	23.90	21.57	11.03	10.14
05. PESO DEL AGUA	g	2.87	3.20	2.73	0.47	0.38
06. PESO DEL TARRO	g	11.20	11.10	11.17	6.20	6.26
07. PESO DEL SUELO SECO	g	12.26	12.80	10.40	4.83	3.88
08. HUMEDAD	%	23.41	25.00	26.25	9.71	9.68
L.L.= 24.79 %		L.P.= 9.69 %		I.P.= 15.10 %		



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. COP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO | ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01; JR. ICA CUADRA 05

MUESTRA : SUB RASANTE - 9 % CENIZA DE QUINUA

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT.

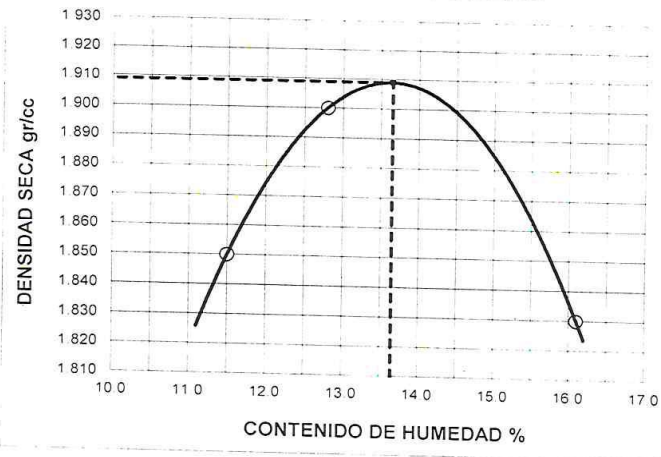
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 16/02/2022

## PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,302	10,473	10,440		
PESO MOLDE	6,019	6,019	6,019		
PESO SUELO COMPACTADO	4,283	4,454	4,421		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,077	2,077	2,077		
DENSIDAD HUMEDA	2,06	2,14	2,13		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	319.00	371.00	360.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	286.00	329.00	310.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	33.00	42.00	50.00		
PESO DE SUELO SECO	286.00	329.00	310.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.50	12.80	16.10		
DENSIDAD SECA	1.85	1.90	1.83		

### GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



Max. densidad seca  
1.909 gr/cm<sup>3</sup>

Conten. humedad óptima  
13.65 %

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos, Asesoría Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr ICA, ILAVE - PUNO, 2022

PROGRAMA : CALCATA N° 01; JR ICA CUADRA 05

MUESTRA : SUB RASANTE - 9 % CENIZA DE QUINUA

PROFUND. : 0 00-1 50 m (M-1)

TECN. RESP. : PERSONAL LABORAT

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A

FECHA : 16/02/2022

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Molde N°	3		4		6	
Capo N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG	SIN SUMERGIR	SUMERG	SIN SUMERGIR	SUMERG
Peso molde + suelo húmedo	gr	11331		11325		11172
Peso del molde	gr	6838		6936		6998
Peso del suelo húmedo	gr	4493		4390		4174
Volumen del molde	cc	2077.3		2077.3		2077.3
Densidad Humeda	gr./cc	2.16		2.11		2.01
Humedad	%	13.70		14.10		13.50
Densidad seca	gr./cc	1.900		1.85		1.77
Tarro N°	4		6		8	
Tarro suelo húmedo	gr.	323		37.3		336
Tarro suelo seco	gr.	284		327		296
Agua	gr.	39		46		40
Peso del Tarro	gr.	0		0		0
Peso del suelo seco	gr.	284		327		296
Humedad	%	13.7		14.1		13.5
Promedio de la humedad	%					

### ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m m	%		m m	%		m m	%
16-2-22	12 00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-2-22	12 00	2	27	0.6858	0.542	30	0.762	0.602	34	0.8636	0.628
18-2-22	12 00	4	29	0.7366	0.582	33	0.8382	0.662	39	0.9906	0.783
19-2-22	12 00	5	34	0.8636	0.682	38	0.9652	0.763	46	1.1684	0.923
20-2-22	12 00	6	36	0.9144	0.722	40	1.016	0.803	50	1.27	1.003

### PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presión LB/In²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presión LB/In²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presión LB/In²
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	42	465	155	25	301	100	15	204	68
1.00	1.300	0.50	54	581	194	34	388	129	22	272	91
1.30	1.900	0.075	60	639	213	43	475	158	26	311	104
2.00	2.500	0.100	65	688	229	52	562	187	30	349	116
3.00	3.800	0.150	76	794	265	72	755	252	42	465	155
4.00	5.000	0.200	93	958	319	84	871	290	52	562	187
5.00	6.000	0.250	110	1122	374	96	987	329	58	620	207
6.00	7.500	0.300	125	1267	422	104	1065	355	68	717	239
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Obras de Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81752

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

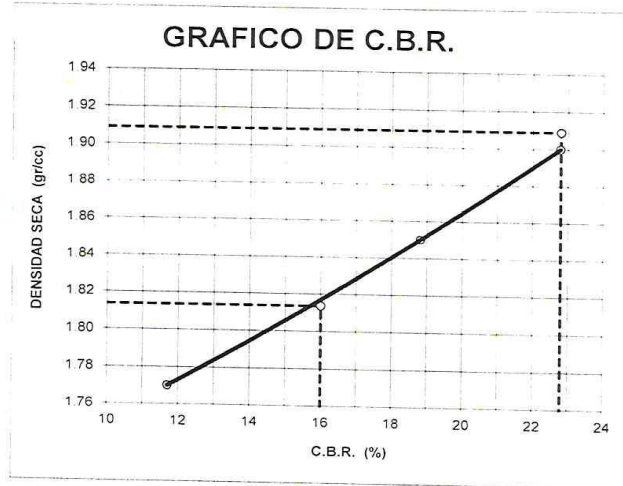


# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
PROGRESIVA : CALICATA N° 01: JR. ICA CUADRA 05 TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT.  
MUESTRA : SUB RASANTE - 9 % CENIZA DE QUINUA ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) FECHA : 16/02/2022

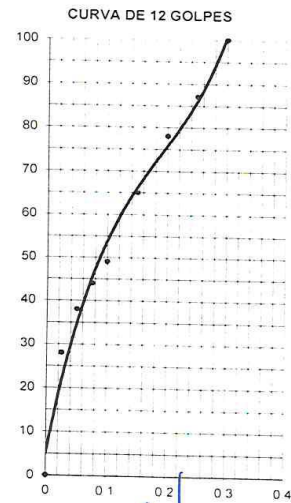
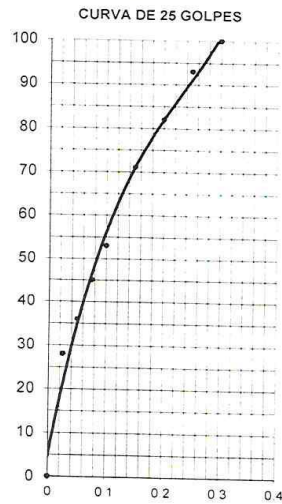
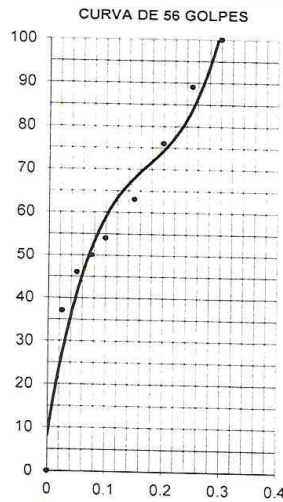


### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = 22.8%  
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S = 16.0%

### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA. ILAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01; JR. ICA CUADRA 05

MUESTRA : SUB RASANTE - 11 % CENIZA DE QUINUA

PROFUND. : 0.00 - 1.50m (M-1)

SOLICITANTE : ALEXSIS BRAYAN BUTRON MAMANI

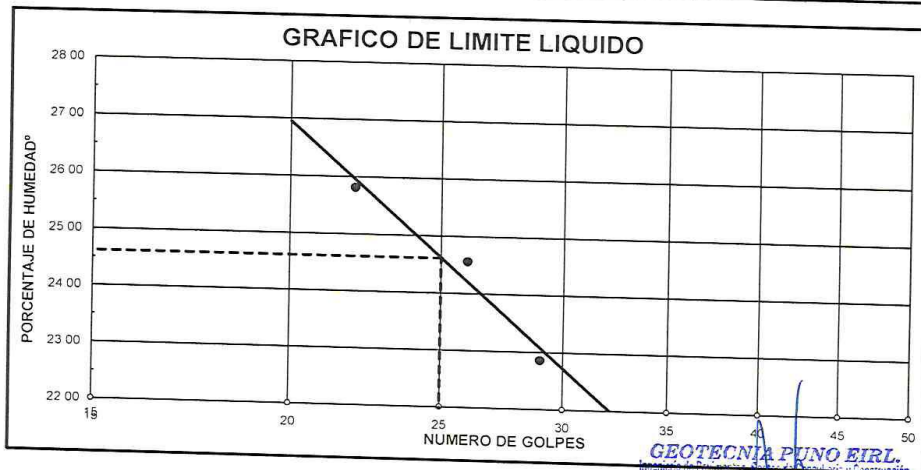
TECN. RESP.: PERSONAL LABORAT.

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 16/02/22

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No. DE GOLPES	26	22	3G	5U
01. No. DE GOLPES	29	26	22		
02. TARRO No.	1	2	3		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	23.20	23.22	20.44	12.50	11.61
04. SUELO SECO * TARRO g	20.93	20.81	18.53	11.95	11.00
05. PESO DEL AGUA g	2.27	2.41	1.91	0.55	0.61
06. PESO DEL TARRO g	11.00	11.00	11.13	6.20	6.26
07. PESO DEL SUELO SECO g	9.93	9.81	7.40	5.75	4.74
08. HUMEDAD %	22.86	24.57	25.81	9.57	12.87
L.L.= 24.61 %      L.P.= 11.22 %      I.P.= 13.40 %					



GEOTECNIA PUNO EIRL.

Ingeniería de Pavimentos, Calidad, Laboratorio y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

INGENIERO CIVIL

Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01; JR. ICA CUADRA 05

TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT.

MUESTRA : SUB RASANTE - 11 % CENIZA DE QUINUA

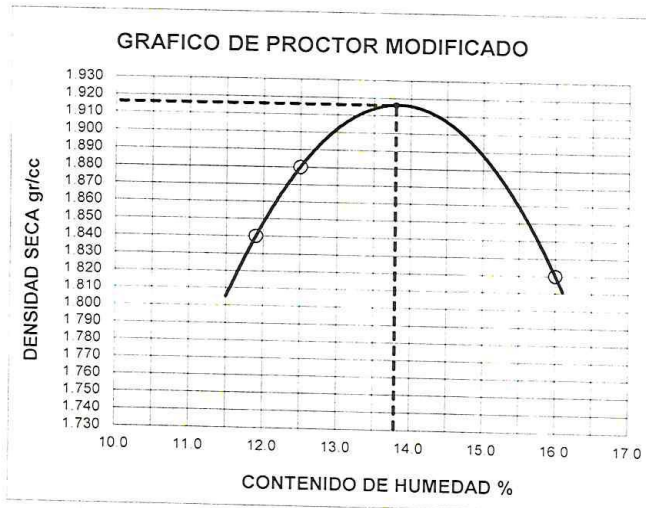
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

FECHA : 16/02/2022

## PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.308	10.433	10.409		
PESO MOLDE	6.019	6.019	6.019		
PESO SUELO COMPACTADO	4.289	4.414	4.390		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.077	2.077	2.077		
DENSIDAD HUMEDA	2.06	2.12	2.11		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	344.50	395.00	384.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	308.00	351.00	331.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	36.50	44.00	53.00		
PESO DE SUELO SECO	308.00	351.00	331.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.90	12.50	16.00		
DENSIDAD SECA	1.84	1.88	1.82		



Max. densidad seca  
1.916 gr/cm<sup>3</sup>

Conten. humedad óptima  
13.80 %

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Bases, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA ILAVE - PUNO. 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01. JR. ICA CUADRA 05

MUESTRA : SUB RASANTE - 11 % CENIZA DE QUINUA

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

TECN. RESP. : PERSONAL LABORAT

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A

FECHA : 16/02/2022

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Moide N°	1		2		3	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG	SIN SUMERGIR	SUMERG	SIN SUMERGIR	SUMERG
Peso molde + suelo húmedo	gr	11395		11387		11234
Peso del molde	gr	6845		6945		6949
Peso del suelo húmedo	gr	4550		4442		4285
Volumen del molde	cc	2077.3		2077.3		2077.3
Densidad Humeda	gr./cc	2.19		2.14		2.06
Humedad	%	13.70		13.60		13.90
Densidad seca	gr./cc	1.930		1.88		1.81
Tarro N°	6		8		10	
Tarro suelo húmedo	gr	257		300		263
Tarro suelo seco	gr	226		264		231
Agua	gr	31		36		32
Peso del Tarro	gr	0		0		0
Peso del suelo seco	gr	226		264		231
Humedad	%	13.7		13.6		13.9
Promedio de la humedad	%					

### ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
16-2-22	12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-2-22	12.00	2	26	0.6604	0.522	29	0.7366	0.562	34	0.6636	0.682
18-2-22	12.00	4	28	0.7112	0.562	32	0.8128	0.642	38	0.9652	0.763
19-2-22	12.00	5	30	0.762	0.602	36	0.9144	0.722	41	1.0414	0.823
20-2-22	12.00	6	33	0.8362	0.662	38	0.9652	0.763	45	1.143	0.903

### PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/pig'	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/pig'	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/pig'
Tiempo	mm	sig									
0.30	0.600	0.25	41	4.56	152	35	398	133	25	301	100
1.00	1.300	0.50	84	871	290	75	784	261	46	504	166
1.30	1.900	0.75	108	1103	368	84	871	290	52	562	187
2.00	2.500	0.100	118	1200	400	96	987	329	67	707	236
3.00	3.800	0.150	143	1441	480	1.14	1161	387	91	809	313
4.00	5.000	0.200	178	1780	593	1.32	1335	445	114	1161	387
5.00	6.000	0.250	208	2069	690	1.58	1586	529	136	1374	458
6.00	7.500	0.300	234	2321	774	1.80	1799	600	152	1526	509
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Registramos: Pruebas, Análisis de Suelos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAYHUACHY  
ING. CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744





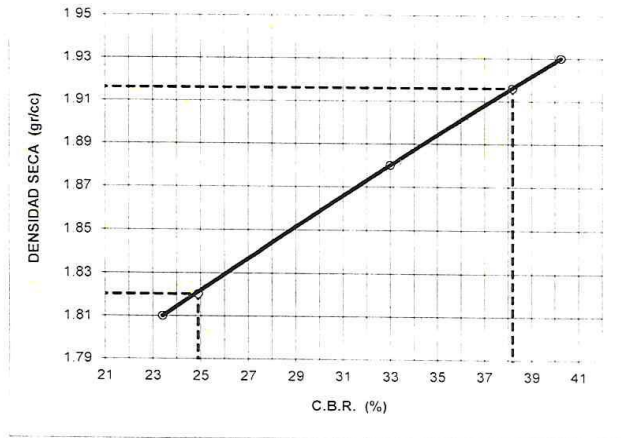
# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
PROGRESIVA : CALICATA N° 01; JR. ICA CUADRA 05 TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT  
MUESTRA : SUB RASANTE - 11 % CENIZA DE QUINUA ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) FECHA : 16/02/2022

## GRAFICO DE C.B.R.



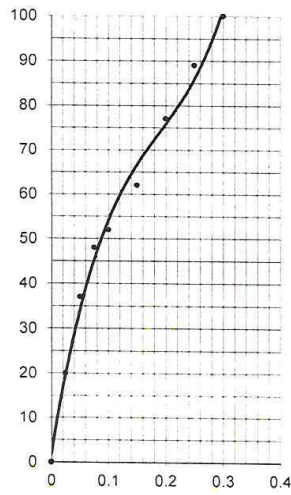
### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = 38.2%  
C.B.R.01" AL 95% M.D.S = 24.9%

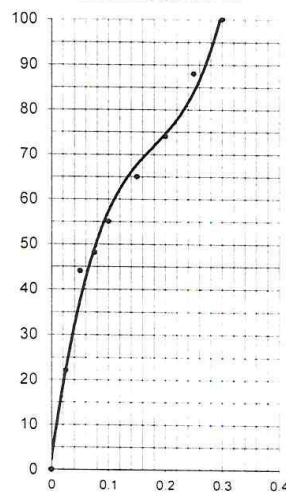
### LEYENDA

— CURVA A 0.1"

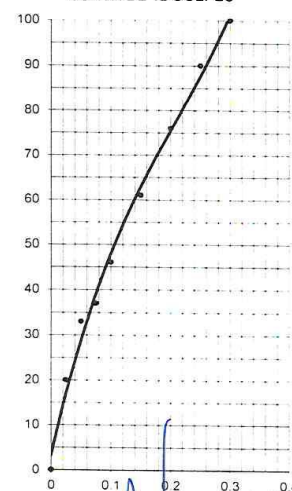
CURVA DE 56 GOLPES



CURVA DE 25 GOLPES



CURVA DE 12 GOLPES



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos, Mecánica Consultoría y Construcción.

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
R.O.C. CIP 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

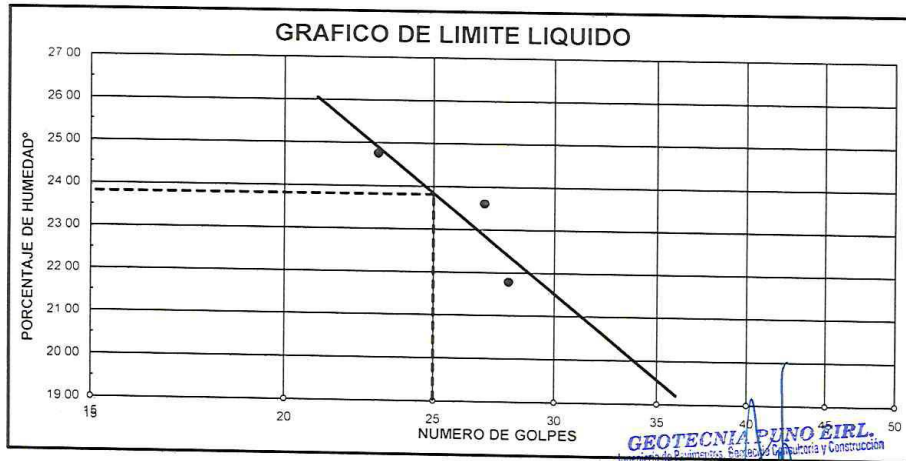
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022  
 PROGRESIVA : CALICATA Nº 01; JR. ICA CUADRA 05      TECN. RESP.: PERSONAL LABORAT  
 MUESTRA : SUB RASANTE - 15 % CENIZA DE QUINUA      ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.  
 PROFUND. : 0.00 - 1.50m (M-1)      FECHA : 26/02/22  
 SOLICITAN : ALEXSIS BRAYAN BUTRON MAMANI

## LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	28	27	23	2P	3V
01. No.DE GOLPES					
02. TARRO No.	4	6	7		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	25.30	24.60	22.60	11.60	11.84
04. SUELO SECO * TARRO g	22.76	22.06	20.32	11.10	11.35
05. PESO DEL AGUA g	2.54	2.54	2.28	0.50	0.49
06. PESO DEL TARRO g	11.10	11.30	11.11	6.00	6.16
07. PESO DEL SUELO SECO g	11.66	10.76	9.21	5.10	5.19
08. HUMEDAD %	21.78	23.61	24.76	9.80	9.44
<p>L.L.= 23.81 %      L.P.= 9.62 %      I.P.= 14.19 %</p>					



ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP: 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO, 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01; JR. ICA CUADRA 05

TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT.

MUESTRA : SUB RASANTE - 15 % CENIZA DE QUINUA

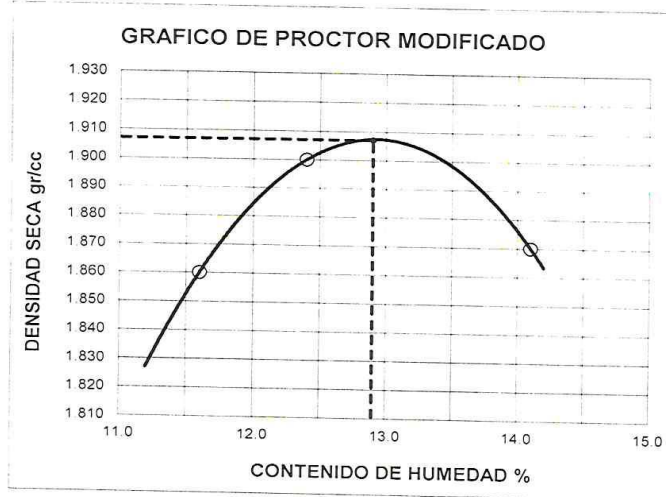
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

FECHA : 26/02/2022

## PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,332	10,454	10,468		
PESO MOLDE	6,019	6,019	6,019		
PESO SUELO COMPACTADO	4,313	4,435	4,449		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,077	2,077	2,077		
DENSIDAD HUMEDA	2,08	2,13	2,14		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	354.00	388.00	382.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	317.10	340.00	340.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	36.90	48.00	42.00		
PESO DE SUELO SECO	317.10	340.00	340.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.60	14.10	12.40		
DENSIDAD SECA	1.86	1.87	1.90		



Max. densidad seca  
1.907 gr/cm<sup>3</sup>

Conten. humedad óptima  
12.90 %

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Saneamiento, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr ICA LLAVE - PUNO 2022  
 PROGRESIVA : CALICATA N° 01. JR ICA CUADRA 05  
 MUESTRA : SUB RASANTE - 15 % CENIZA DE QUINUA  
 PROFUNDO. : 0.00-1.50 m (M-1)

TECN. RESP. : PERSONAL LABORAT  
 ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A  
 FECHA : 26/02/2022

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Molde N°	1	2	3
Capa N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo	gr. 11349	11258	11084
Peso del molde	gr. 6845	6945	6949
Peso del suelo húmedo	gr. 4504	4313	4135
Volumen del molde	cc. 2077.3	2077.3	2077.3
Densidad Humeda	gr./cc. 2.17	2.08	1.99
Humedad	% 13.00	13.00	12.90
Densidad seca	gr./cc. 1.920	1.84	1.76
Tarro N°	1	3	5
Tarro suelo húmedo	gr. 356	312	332
Tarro suelo seco	gr. 315	276	294
Agua	gr. 41	36	38
Peso del Tarro	gr. 0	0	0
Peso del suelo seco	gr. 315	276	294
Humedad	% 13.0	13.0	12.9
Promedio de la humedad	%		

## ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m m	%		m m	%
26-2-22	12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27-2-22	12.00	2	25	0.635	0.502	27	0.6858	0.542	33	0.8382	0.662
28-2-22	12.00	4	28	0.7112	0.562	30	0.762	0.602	38	0.9652	0.763
1-3-22	12.00	5	30	0.762	0.602	35	0.889	0.702	40	1.016	0.803
2-3-22	12.00	6	32	0.8128	0.642	37	0.9398	0.742	43	1.0922	0.863

## PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/psi*	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/psi*	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/psi*
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	30	349	116	28	330	110	18	233	78
1.00	1.300	0.50	52	562	187	54	581	194	24	291	97
1.30	1.900	0.075	78	813	271	68	717	239	38	427	142
2.00	2.500	0.100	100	1026	342	79	823	274	52	562	187
3.00	3.800	0.150	118	1200	400	98	1007	336	74	775	258
4.00	5.000	0.200	134	1354	451	114	1161	387	86	891	297
5.00	6.000	0.250	158	1586	529	127	1287	429	98	1007	336
6.00	7.500	0.300	182	1818	606	136	1374	458	110	1122	374
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Fondos, A. Estructuras, Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.O. 81782

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

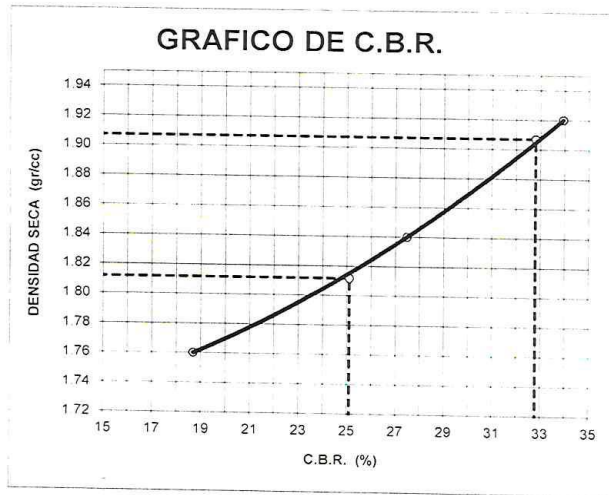


PROYECTO : MEJORAMIENTO CON CENIZA DE TALLO DE QUINUA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUBRASANTE DEL Jr. ICA, ILAVE - PUNO. 2022

PROGRESIVA : CALICATA N° 01: JR. ICA CUADRA 05 TECN.RESP. : PERSONAL LABORAT.

MUESTRA : SUB RASANTE - 15 % CENIZA DE QUINUA ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) FECHA : 26/02/2022



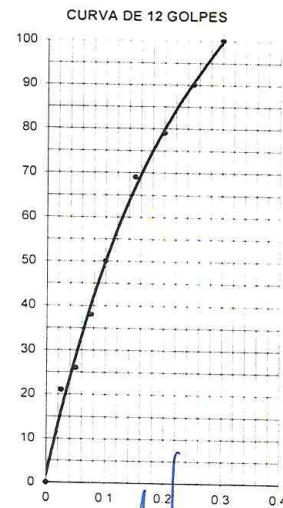
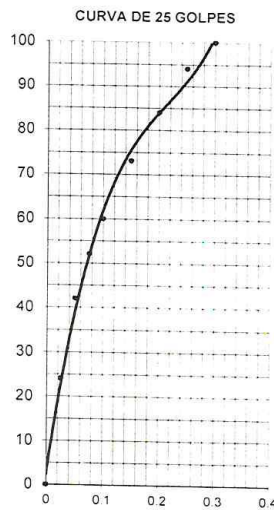
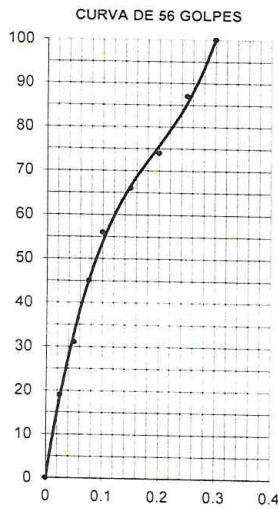
PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01\* AL 100% = 32.8%

C.B.R. 01\* AL 95% M.D.S. = 25.1%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Electricidad, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



## Anexo 7. Certificado de calibración del equipo:



# LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

### CM-312-2021

<b>Expediente</b>	<b>S-0167-2021</b>
<b>Solicitante</b>	<b>GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	<b>JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA</b>
<b>Equipo de Medición</b>	<b>BALANZA NO AUTOMÁTICA</b>
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>
<b>Modelo</b>	<b>R21PE30ZH</b>
<b>Serie</b>	<b>8341130557</b>
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>
<b>División de escala ( d )</b>	<b>1 g</b>
<b>División de verificación ( e )</b>	<b>10 g</b>
<b>Tipo</b>	<b>ELECTRONICA</b>
<b>Ubicación</b>	<b>Lab. Masa de AG4 Ingeniería &amp; Metrología S.R.L.</b>
<b>Fecha de Calibración</b>	<b>2021-12-01</b>
<b>Método de Calibración</b>	<b>Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.</b>
<b>Condiciones Ambientales</b>	

	Inicial	Final
Temperatura	20.9 °C	21.2 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

---

Sello	Fecha de emisión	Jefe de Metrología
-------	------------------	--------------------



2021-12-02



Luigi Azenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 4  
FM001-01

 01 622 5224 997 045 343 ventasag4ingenieria@gmail.com www.ag4ingenieria.com

 961 739 849 ventas@ag4im.com

 955 851 191



# LABORATORIO DE METROLOGÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

### Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

### Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2021-12-01
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. Av. Betancourt Mz. C Lt. 31 - Los Olivos De Pro - Los Olivos



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



# LABORATORIO DE METROLOGÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

### Resultados de la Medición

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.4	0.1	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.4	0.1	29,999	0.3	-0.8
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
15,000	0.4	0.1	30,000	0.4	0.1
$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		1.1	$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		1.1
emp (g)		20	emp (g)		30

#### ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp $\pm$ (g)
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.3	0.2						
20	20	0.3	0.2	0.0	20	0.4	0.1	-0.1	10
100	100	0.3	0.2	0.0	100	0.4	0.1	-0.1	10
500	501	0.3	1.2	1.0	500	0.4	0.1	-0.1	10
1,000	1,000	0.4	0.1	-0.1	1,001	0.4	1.1	0.9	10
5,000	5,001	0.4	1.1	0.9	5,000	0.3	0.2	0.0	10
10,000	10,001	0.4	1.1	0.9	10,000	0.3	0.2	0.0	20
15,000	15,000	0.4	0.1	-0.1	15,000	0.3	0.2	0.0	20
20,000	20,000	0.3	0.2	0.0	19,999	0.3	-0.8	-1.0	20
25,000	24,999	0.3	-0.8	-1.0	24,999	0.4	-0.9	-1.1	30
30,000	30,000	0.4	0.1	-0.1	30,000	0.4	0.1	-0.1	30



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.





**LABORATORIO DE METROLOGÍA**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**CM-312-2021**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

2	5
1	
3	4



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.3	0.2	10,000	9,999	0.4	-0.9	-1.1	20
2		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	
3		10	0.3	0.2		9,999	0.4	-0.9	-1.1	
4		10	0.3	0.2		10,000	0.4	0.1	-0.1	
5		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	

- emp Error Máximo Permitido
- l Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación (e): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo	emp
0 g a 5000 g	10 g
5000 g a 20000 g	20 g
20000 g a 30000 g	30 g

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

$$\text{Lectura corregida} = R + 0.0000033067 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0.54794 \text{ g}^2 + 0.00000001439401 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.





# LABORATORIO DE METROLOGÍA

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**CF-153-2021**

Pág. 1 de 3

**OBJETO DE PRUEBA:**

**MAQUINA DE ENSAYOS MARSHALL Y CBR**

**Capacidad**

**5 000 kgf**

**Dirección de carga**

**Ascendente**

**FABRICANTE**

**METROTEST**

**Modelo**

**MA-75**

**Serie**

**160**

**Indicador Digital (modelo // Serie)**

**HIGH WEIGHT//315-X6//0215478**

**Celda de Carga (modelo // Serie)**

**SG-ST // J160927921**

**Codigo Identificacion**

**NO INDICA**

**Norma utilizada**

**ASTM E4 // ISO 7500-1**

**Temperatura de prueba °C**

**Inicial**

**22.8**

**Final**

**23.2**

**Inspección general**

**La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento**

**Intervalo calibrado**

**De 500 a 5000 kgf**

**10% al 100%**

**Solicitante**

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**

**Dirección**

**JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E  
- PUNO - SAN ROMAN - JULIACA**

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

**Tipo / Modelo**

**CELDA DE CARGA**

**No. serie**

**WC163917 // MTT-050**

**Certif. de calibr.**

**INF-LE 168-21 PUCP**

**Unidades de medida**

**Sistema Internacional de Unidades (SI)**

**FECHA DE CALIBRACION**

**2021/12/01**

**FECHA DE EMISION**

**2021/12/02**

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Jefe de Metrologia**

**Luiggi Asenjo G.**



**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.**

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

☎ 961 739 849

☎ 955 851 191

✉ ventas@ag4im.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-153-2021**

Pág. 2 de 3

Método de calibración : **FUERZA INDICADA CONSTANTE**

**DATOS DE CALIBRACIÓN**

ESCALA : 49.03 kN      Resolución: 0.001 kN      Dirección de la carga: Ascendente  
 5000.0 kgf              0.1 kgf              Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	4.90	500	4.89	4.89	No aplica	4.89	No aplica
20	9.81	1 000	9.78	9.78	No aplica	9.77	No aplica
30	14.71	1 500	14.70	14.71	No aplica	14.70	No aplica
40	19.61	2 000	19.71	19.71	No aplica	19.71	No aplica
50	24.52	2 500	24.59	24.59	No aplica	24.59	No aplica
60	29.42	3 000	29.53	29.53	No aplica	29.53	No aplica
70	34.32	3 500	34.47	34.47	No aplica	34.46	No aplica
80	39.23	4 000	39.42	39.43	No aplica	39.42	No aplica
90	44.13	4 500	44.38	44.38	No aplica	44.37	No aplica
100	49.03	5 000	49.05	49.05	No aplica	49.04	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 049.03 kN      Incertidumbre del patrón 0.096 %

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	4.90	500	0.31	0.10	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	0.31	0.08	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	0.04	0.05	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	-0.49	0.04	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	-0.30	0.03	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	-0.37	0.03	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	-0.41	0.02	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	-0.50	0.02	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	-0.55	0.02	No aplica	No aplica	0.00
100	49.03	5 000	-0.03	0.02	No aplica	No aplica	0.00
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Jefe de Metrología  
**Luigi Asenjo**  
  


PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-153-2021**

**Pág. 3 de 3**

**CLASIFICACIÓN DE**

**MAQUINA DE ENSAYOS MARSHALL Y CBR**

<b>ESCALA</b>	<b>5 000</b>	<b>kgf</b>			
<b>Error de exactitud</b>	<b>0.31 %</b>		<b>Error de cero</b>	<b>0</b>	
<b>Error de repetibilidad</b>	<b>0.10 %</b>		<b>Error por acces</b>	<b>0 %</b>	
<b>Error de Reversibilidad</b>	<b>No aplica</b>		<b>Resolución</b>	<b>0.01 En el 20 %</b>	

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma. ISO 7500-1.

**ESCALA 5 000 kgf Ascendente**

**TRAZABILIDAD**

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Peru.

**OBSERVACIONES .**

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Jefe de Metrologia**

**Luiggi Aseño G.**



**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.**

**01 622 5224**

**997 045 343**

**ventasag4ingenieria@gmail.com**

**www.ag4ingenieria.com**

**961 739 849**

**ventas@ag4im.com**

**955 851 191**

Anexo 8. Boleta de ensayos de laboratorio:

<b>GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.</b> JR. TIAHUANACO RES. COLLASUYO I E MZA. H LOTE. 17 A ESPALDAS DEL CEMENTERIO LA CAPILLA JULIACA - SAN ROMAN - PUNO		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20600401301 EB01-02				
Fecha de Vencimiento : Fecha de emision : 20/03/2022 Señor(es) : ALEX318 BRAYAN BUTRON MAMANI DNI : 70861436 Tipo de moneda : SOLES Observacion :						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Valor unitario (*)</b>	<b>Descuento (*)</b>	<b>Importe de venta (**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS	1186.44	0.00	1400.00	0.00
						Otros cargos: S/ 0.00
						Otros tributos: S/ 0.00
						ICBPER: S/ 0.00
						Importe Total: S/ 1400.00
<b>SON: MIL CUATROCIENTOS Y 00/100 SOLES</b>						
						Op. Gravada: S/ 1186.44
						Op. Exonerada: S/ 0.00
						Op. Inafecta: S/ 0.00
						IGIC: S/ 0.00
						IGV: S/ 213.56
						ICVPER: S/ 0.00
						Otros cargos: S/ 0.00
						Otros Tributos: S/ 0.00
						Monto de Redondeo: S/ 0.00
						<b>Importe Total: S/ 1400.00</b>
<p><i>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a>, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</i></p>						