



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua
y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno,
2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Mamani Gonzalo, Griselda (orcid.org/0000-0002-8442-6169)

ASESOR:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CALLAO– PERÚ

2022

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a Dios, a mi mamá Lidia y a mi papá Victor Mario, por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional y por sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi hermana Yesenia por sus palabras y su compañía ya que gracias a ellos he logrado concluir mi carrera y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en el logro de mi objetivo.

Agradecimiento

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me dado fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEORICO	4
III.- METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación:	19
3.2. Variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de Análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV.- RESULTADOS	24
V.- DISCUSIÓN	38
VI.- CONCLUSIONES	40
VII.- RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	42

Índice de tablas

Tabla 1.	Tipos de cal, ventajas y ventajas	9
Tabla 2.	Clasificación de suelos según tamaños de partículas	11
Tabla 3.	Clasificación de tipos de suelos según AASHTO y SUCS	13
Tabla 4.	Clasificación de suelos - método AASHTO	14
Tabla 5.	Sistema unificado de clasificación – símbolo de grupo para suelos arenosos	15
Tabla 6.	Sistema unificado – símbolo de grupo para suelos limosos y arcillosos	15
Tabla 7.	Proctor modificado ASTM D1557-91	17
Tabla 8.	Categorías de la sub rasante en función al CBR	18
Tabla 9.	Resultados obtenidos en laboratorio	24
Tabla 10.	Granulometría de la C-02 de suelo de fundación	25
Tabla 11.	Límites de consistencia de suelo de fundación y adición de ceniza de quinua y cal	27
Tabla 12.	Contenido de humedad optimo (CHO), máxima densidad seca (MDS) con adición de distintas proporciones de ceniza de quinua y cal	30
Tabla 13.	Ensayo CBR, de suelo de fundación y adicionando ceniza de quinua y cal	33
Tabla 14.	Ensayo de CBR de suelo de fundación	33
Tabla 15.	Ensayo de CBR de suelo de fundación + 5%ceniza de quinua + 5%cal	34
Tabla 16.	Ensayo de CBR de suelo de fundación + 7%ceniza de quinua + 5%cal	35
Tabla 17.	Ensayo de CBR de suelo de fundación + 9%ceniza de quinua + 5%cal	36

Índice de figuras

Figura 1.	Formación y estructura del suelo.	7
Figura 2.	Tallos de quinua.	10
Figura 3.	Granulometría (Tamices).	11
Figura 4.	Curva granulométrica.	12
Figura 5.	Límites de Atterberg.	12
Figura 6.	Carta de plasticidad de Casagrande.	13
Figura 7.	Signos convencionales de calicatas - Clasificación SUCS.	16
Figura 8.	Esquema del equipo de CBR.	18
Figura 9.	Curva granulométrica de la C-02 de suelo de fundación.	26
Figura 10.	Límites líquido, límites plásticos e índice de plasticidad del suelo de fundación.	27
Figura 11.	Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo de fundación + 5% ceniza de quinua + 5% de cal.	28
Figura 12.	Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo de fundación + 7% ceniza de quinua + 5% cal.	29
Figura 13.	Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo de fundación + 9% ceniza de quinua + 5% cal.	29
Figura 14.	Variación del índice de plasticidad.	30
Figura 15.	Diagrama de proctor modificado de suelo de fundación.	31
Figura 16.	Diagrama de suelo de fundación + 5% ceniza de quinua + 5% cal.	31
Figura 17.	Diagrama de suelo de fundación + 9% ceniza de quinua + 5% cal.	32
Figura 18.	Máxima densidad seca de suelo de fundación, adición de ceniza de quinua y cal en distintas proporciones.	32
Figura 19.	Resultado en ensayo de CBR de suelo de fundación.	34

Figura 20. Resultado del ensayo CBR de suelo de fundación + 5%ceniza de quinua + 5%cal.	35
Figura 21. Ensayo de CBR de suelo de fundación + 7%ceniza de quinua + 5%cal.	36
Figura 22. Ensayo de CBR de suelo de fundación + 9%ceniza de quinua + 5%cal.	37

RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar cuál es la característica de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022.

La metodología que se empleó en esta investigación es de tipo aplicada, de diseño experimental, nivel explicativo con un enfoque cuantitativo, la población está conformada por toda la longitud de la vía Putini - Jayujayu, la muestra es de tramo Putini, Jayujayu km 19 + 000 al km 20 + 250 y el tipo de muestreo es no probabilístico. En los ensayos realizados en la presente investigación las muestras se obtuvieron de 3 calicatas en distintas progresivas, en la C-2 se realizó la adición de ceniza de quinua y cal, extraído de la progresiva km 20 + 000 margen lado derecho de la carretera Lago Sagrado.

Los resultados de la característica de un suelo estabilizado adicionando ceniza de quinua y cal, en granulometría según la clasificación SUCS se tiene un signo convencional de SC y con sistema de clasificación AASHTO un A-4(3) es decir arena arcillosa donde en el suelo de fundación se tenía CL y según AASHTO A-6(7) donde se denomina un suelo arcilloso inorgánico. Para un suelo de fundación sin adición se tiene un IP de 13.89% adicionando al suelo de fundación + 5%, 7% y 9% de ceniza de quinua + 5% de cal respectivamente se tiene un IP de 12.89%, 10.40% y 9.16%, la máxima densidad seca de suelo de fundación se tiene 1.833 gr/cm³ y añadiendo al suelo de fundación + 5%, 7% y 9% de CQ + 5% de C respectivamente se tubo los siguientes datos 1.856 gr/cm³, 1.880 gr/cm³ y 1.902 gr/cm³ y la capacidad de soporte de suelo de fundación se tiene del CBR al 95% se tiene 8.2% y adicionando al + 5%, 7% y 9% de CQ + 5% de C respectivamente a una penetración de 0.1" se tiene 15.3%, 23.1% y 25.6% de un suelo sin adición se tenía de 8.2% de un CBR al 95%.

Se concluye de las características de un suelo estabilizado adicionado 5%, 7% y 9% de ceniza de quinua más 5% de cal respectivamente, mejora en las

características físicas y mecánicas, la granulometría cambia a un SC (arena arcillosa), baja la plasticidad a un IP de 9.16%, de lo que se tenía de IP de 13.89% incrementando la máxima densidad seca a 1.902 gr/cm³ de un suelo de fundación de 1.830 gr/cm³ y mejoró la capacidad de soporte de CBR al 95% se tiene un valor de 25.6% y sin la adición se tenía en el CBR al 95% un valor de 8.2% de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu.

Palabras clave: Estabilización de suelos, ceniza de quinua, cal.

ABSTRACT

The objective of the research is to determine what is the characteristic of the stabilization of clayey soils by adding quinoa ash and lime on the Lago Sagrado Road, Putini Section, Jayujayu, Puno, 2022.

The methodology used in this research is of the applied type, of experimental design, explanatory level with a quantitative approach, the population is made up of the entire length of the Putini - Jayujayu road, the sample is from the Putini section, Jayujayu km 19 + 000 to km 20 + 250 and the type of sampling is non-probabilistic. In the tests carried out in the present investigation, the samples were obtained from 3 pits in different progressives, in the C-2 the addition of quinoa ash and lime was carried out, extracted from the progressive km 20 + 000 margin on the right side of the Lago highway. Sacred.

The results of the characteristic of a stabilized soil by adding quinoa ash and lime, in granulometry according to the SUCS classification there is a conventional sign of SC and with the AASHTO classification system an A-4(3), that is, clayey sand where in the soil Foundation had CL and according to AASHTO A-6(7) where it is called an inorganic clayey soil. For a foundation soil without addition, there is an IP of 13.89% adding to the foundation soil + 5%, 7% and 9% quinoa ash + 5% lime respectively, there is an IP of 12.89%, 10.40% and 9.16 %, the maximum dry density of the foundation soil is 1,833 gr/cm³ and adding to the foundation soil + 5%, 7% and 9% of CQ + 5% of C respectively, the following data was obtained: 1,856 gr/cm³, 1,880 gr/cm³ and 1.902 gr/cm³ and the support capacity of the foundation soil is obtained from CBR at 95%, 8.2% is obtained and adding + 5%, 7% and 9%

of CQ + 5% of C respectively to a penetration of 0.1 "we have 15.3%, 23.1% and 25.6% of a soil without addition we had 8.2% of a CBR at 95%.

It is concluded from the characteristics of a stabilized soil added 5%, 7% and 9% quinoa ash plus 5% lime respectively, improvement in physical and mechanical characteristics, the granulometry changes to a SC (clayey sand), lowers the plasticity at an IP of 9.16%, from what was had an IP of 13.89%, increasing the maximum dry density to 1,902 gr/cm³ of a foundation soil of 1,830 gr/cm³ and improving the support capacity of CBR to 95%. it has a value of 25.6% and without the addition, the CBR at 95% had a value of 8.2% of the Lago Sagrado road, Putini Section, Jayujayu.

Keywords: Soil stabilization, quinoa ash, lime.

I.- INTRODUCCIÓN

En el país Colombia el medio de transporte es la carretera, habiendo una demanda grande de materiales de calidad para estabilizar suelos cohesivos para infraestructuras viales. Es por ello que surgen soluciones alternativas constructivas, dentro de ello esta, la estabilización de suelos con distintos o varios aditivos estabilizantes para mejorar las características y propiedades para las construcciones ingenieriles para de los suelos como asfalto, cemento, cal y aceites que los hace aptos para su utilización en diferentes capas de pavimento. (Alarcón, et al, 2020, p.16)

El Perú tiene una red vial de 26 017,07 kilómetros y el 12 444,93 kilómetro las carreteras se encuentran pavimentadas (48%), 11 150,91 kilómetros se encuentran a nivel afirmado (sub rasante) (43%) y el restante se encuentra en proyección de una longitud de 2 421,23 kilómetros (9%), de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones. A nivel nacional existe gran déficit y se aprecia por la escasez de carreteras que puedan conectar regiones y no llegan a los lugares recónditos donde tienen producción agrícola y presentan dificultad al momento de movilizarse hacia los grandes mercados, es donde aquí se presenta muchas diferencias de accesibilidad provocando escases de alimentos, calidad de vida de la población tanto, el factor social y económico (Sagástegui, 2010)

En la ciudad de Puno debió al crecimiento de la población, el déficit de las carreteras aumenta según la población y esto se requiere más vías de comunicación tanto como provincias, distritos y centros poblados. También en los últimos años se puede apreciar en el mantenimiento y mejoramiento de carreteras en los cuales no se realizan el estudio de suelo ya que cada zona tiene distintas propiedades y se necesita realizar estudio y actualmente se encuentran con fisuras, piel cocodrilos y asentamiento. En el centro poblado de Jayujayu hasta Putini se tiene suelos cohesivos o suelos blandos que en épocas de lluvias dificultan al momento de movilizarse y al transitar, se necesita estabilizar el suelo para que pueda soportar carga. Cabe indicar que la ciudad de Puno produce la mayor cantidad de quinua en

un 79.5% a nivel nacional y mismo que la cal es un componente importante para la salud y que será un beneficio para la sociedad.

Según la realidad problemática se planteó el problema general ¿Cuál es la característica de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022? y se tiene tres problemas específicos como son ¿Cuál es el índice de plasticidad de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022?, ¿Cuál es la máxima densidad seca adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022?, y ¿Cuál es la capacidad de soporte adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022?

La justificación teórica de esta investigación presente tiene un valor importante ya que se aspira a mejorar los suelos arcillosos o blandos, mediante la estabilización a base de ceniza de quinua y cal y al mismo tiempo nos impulsara a aplicar los conocimientos y las practicas realizadas durante la universidad, por lo cual nos brindara ampliar de nuestros conocimientos y servirán como antecedente para su aplicación en la estabilización de suelo.

En la ciudad de Puno se ha visto en las obras ejecutadas cantidad de fallas, pieles de cocodrilo y fisuras en el mejoramiento y mantenimiento de las carreteras mismo que no pasaron ni un año de vida útil, en ese sentido se plantea la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal. Mismo que se beneficiara a la población de Jayujayu hasta Putini y contribuirá en el crecimiento de la población tanto como social y económico, permitiendo la movilización constante de vehículos.

De la investigación presente el objetivo general, es determinar cuál es la característica de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022 y de ello nace tres objetivos específicos primero; determinar cuál es el índice de plasticidad en la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la

carretera Lago Sagrado Tramo Putini Jayujayu, Puno, 2022, el segundo objetivo es; determinar cuál es la máxima densidad seca adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022 y como tercer objetivo específico tenemos; determinar cuál es la capacidad de soporte adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022.

La hipótesis general de la investigación presente se tiene, la adición de ceniza de quinua y cal mejora las características físicas y mecánicas en la estabilización de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022 y dentro de ello nace tres hipótesis específicos se tiene como primero; la ceniza de quinua y cal reduce la expansión y plasticidad en suelos arcillosos de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022, el segundo tenemos; la adición de ceniza de quinua y cal ayuda en la compactación mismo que disminuye la humedad de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022 y por último la adición de ceniza de quinua y cal mejora la capacidad de soporte de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022.

II.- MARCO TEÓRICO

Gonzales (2014), en su tesis para optar el grado de Ingeniero civil, Titulado: Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal – ceniza volante. Su objetivo principal fue evaluar y la dosificación correcta para la estabilización de los suelos blandos mediante la ceniza volante y cal. Y llego a la conclusión de que el suelo cohesivo está compuesto por limos de alta plasticidad, en el ensayo de límites de consistencia con las muestras obtenidas del lugar se agregó distintas proporciones y llego al resultado que el (L.L. de 62.14% su I.P. es de 27.64%), (L.L. de 50.58%; su I.P. es de 24.64%) y del (L.L. de 43.67% su I.P. es de 11.21%) y es eficiente para estabilizar en suelos altamente cohesivos o blandos.

Rodríguez y Hidalgo (2005), en su revista: Comportamiento de suelos residuales de diorita estabilizados con cal y su evolución en el tiempo en la Universidad de Medellín. Tubo el objetivo de analizar la penetración en el ensayo (CBR) en el molde metálico de distintos especímenes, compactados con cuatro capas de dosificaciones de cal. Y llego a la conclusión que la resistencia máxima llego hasta 74 kg/cm² a los 90 días, pero a los 60 días alcanzo el máximo valor. Por lo general estos valores máximos se obtuvieron con el 6% de cal; entonces con la mezcla del suelo y la participación del 50% de limo, se tiene el mejor comportamiento la adición es del 9% de cal, el suelo estabilizado con cal aumento 200% en la capacidad de soporte sobre un suelo sin adiciones y que es factible la utilización de cal en suelos arcillosos y es óptima para la conformación de bases estructurales para pavimentos.

Parra (2018), en su tesis de ingeniero civil Título: Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante en la Universidad Católica de Colombia. Tubo el objetivo de efectuar la consolidación química de un suelo, añadiendo ceniza y cal en varios porcentajes para expresar la dosificación correcta, de acuerdo a la resistencia, compresión y tracción. Y llego a la conclusión de los datos obtenidos a partir de la compactación del suelo con una adición de 6% de cal viva y 4% de ceniza; en donde los más relevantes resultados se encuentra la máxima densidad seca (g/cm³) = 1,90 y la humedad optima =19,5% de una subrasante.

Almonacid (2019), en su tesis para ingeniero civil Titulado: Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado viñas, Tayacaja, Huancavelica en la Universidad Peruana los Andes. Su objetivo fue determinar los efectos de las dosificaciones de cal y ceniza de quinua y cuál es el porcentaje de adicción correcta para la subrasante. Y llegó a la conclusión que en los límites de consistencia de las calicatas con adiciones de 5 a 7% de la cal en relación de 20 a 15% de la ceniza de quinua la mezcla de ambos incrementa en su índice de plasticidad (IP) y que son menores al 11% en cumplimiento con los estándares de calidad de subrasante.

Argandoña y Palomino (2019), en su tesis para ingeniero civil Titulado: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del suelo obtenido de la Apv. Kari grande vía Rumi Wasi – San Sebastián utilizado a nivel de subrasante en la región Cusco, estabilizado con ceniza de cascara de arroz y cal en porcentajes 7%-5%, 12%-5% y 15%-5%; respectivamente en la Universidad Andina del Cuzco. Su objetivo fue determinar y comparar la cal y ceniza de cascara de arroz el porcentaje adecuado de adición fijadas en el título de investigación y según el ensayo de (CBR) la capacidad de soporte del suelo obtenido en lugar in situ. Y llegó a la conclusión que en el ensayo de CBR es notable el incremento al momento de añadir distintos porcentajes de CCA y C en el suelo sin adición y que el mayor CBR al añadir será el 12% de CCA + 5% de CAL con el suelo sin adición, Según el MTC se considerada una subrasante muy buena y es apta para su utilización como agente estabilizador.

Gonzales (2018), en su tesis para ingeniero civil Titulado: Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno” en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. En su objetivo fue evaluar las cantidades exactas que se tiene que añadir de cemento, ceniza volante y cal en suelos blandos y al mismo tiempo obtener el valor óptimo que pueda cumplir con los estándares adecuados en la utilización de la subrasante mejorada. Y llegó a la conclusión que en el proceso de la estabilización y el valor de máxima densidad seca es de 2.081 gr/cm³ a 2.112 gr/cm³ mientras se adicione cemento, ceniza volante y cal se incrementa desproporcionadamente y es recomendable su utilización en sub rasantes y genera

menor costo, la MDS aumenta indiscutiblemente con la adición de ceniza volante, cemento y cal en la muestra obtenida de un suelo natural sin adicción.

Las bases teóricas utilizadas en la investigación presente;

El suelo es uno de los parámetros más utilizados en estudios geotécnicos especialmente en el caso de estructuras en contacto permanente con el agua. Esta propiedad es significativamente influenciada por la distribución de poros y características superficiales de las partículas del suelo (Manoochehr, Mohammand y Mohammad, 2019).

Se caracteriza el suelo por su densidad y textura por encontrarse diferentes tamaños de partículas y que se puede clasificarlos mediante la granulometría es más sencillo (Bautista, et al, 2004, p. 8).

Esta presentada en distintas propiedades físicas y químicas por ser un recurso natural y finito, presta diversos servicios debido a su estructura natural (Burbano, 2016).

Los tipos de suelos más encontrados son la grava, limo, arcilla y arena y se detalla se tiene lo siguiente;

La grava es un conjunto de aglomeraciones de fragmentos rocosas y su tamaño es de dos milímetros a sesenta y cuatro milímetros de diámetro; tiene una forma circular y es debido al arrastre de las aguas es por ello que la grava sufre en sus aristas sufre deformaciones (Ceacero, 2010).

La arena está compuesta de textura fina o granos; estas son generados por la desintegración de rocas, y la media de ellos oscilan de un diámetro entre 0.05 milímetros a 2 milímetros, mayormente se encuentra las arenas en ríos, laderas y están mezcladas con grava y arcilla.

El limo tiende a hacer un suelo muy fino que no superan los 0.05mm y 0.005mm tienen poca plasticidad, mismo que viene hacer un elemento inorgánico y están ubicados en ríos; tiene un color gris claro también pueden ser oscuros. Si los limos no tienen un estado bueno son considerados uno de ellos suelos pobres y que es imposible cimentar (Reposo y Bonvenchi, 2015).

Las arcillas están compuestas por agregados silicatos y se denominan a partículas sólidas tienen una dimensión de 0.005mm, cuando se mezcla con el agua las propiedades se hacen plásticas.

La estructura del suelo tiende a tener características predominantes dentro del recurso suelo, ya que influye desmedidamente en el movimiento hídrico y la retención del agua, la aireación y el drenaje. El suelo durante su proceso de formación adquiere varios tipos de estructuras en dependencia de fracciones granulométricas como (arena, limo, arcilla) y la cantidad de materia orgánica (Bernal y Hernández, 2017, p. 50).

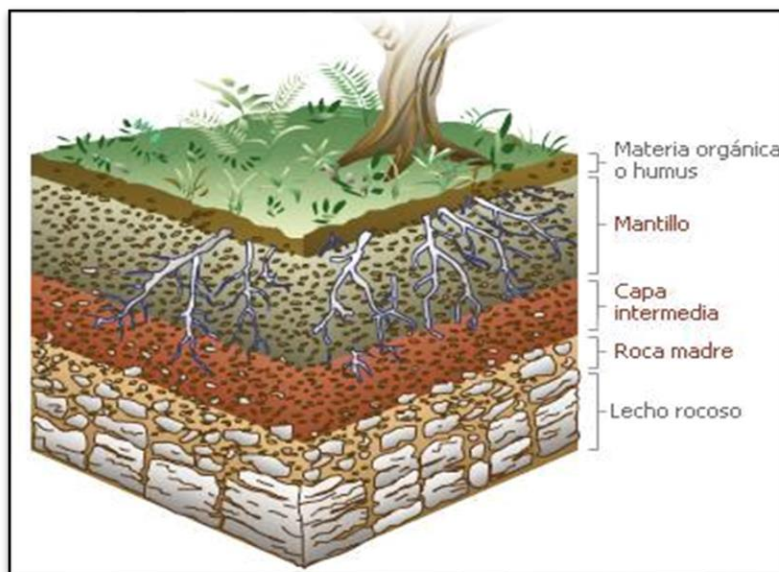


Figura 1. Formación y estructura del suelo.

Fuente: Portal medio ambiente, 2010.

Los suelos arcillosos o expansivos suelen tener una alta resistencia y se vuelven un problema ya que tienen presencia de agua y suelen expandirse, se tiene estabilizadores tradicionales como: cemento y cal, estabilizadores no tradicionales se encuentra como: ceniza volante, los polímeros y la combinación de ambos viene a hacer estabilizador (Noriega, Vives y Muñoz, 2022).

Los agentes estabilizantes se pueden incorporar uno o más aditivos, el mecanismo es seguido por un proceso de ensayos de compactación y suelen tener los suelos

un drenaje altamente defectuoso de una textura limosa u arenosa (Bernal, et al,2015, p.7).

Los productos químicos que reúnen las características, se podrían adicionar algún material de adición nuevo o convencional, con motivo de ayudar en las propiedades que tiene el suelo (Chirinos, Rodríguez y Muños,2021, p. 16).

La utilización de cal para estabilizar suelos cohesivos o expansivos son utilizados frecuentemente ya que ayuda a lograr o aumentar la vida útil de las rutas no pavimentadas, disminuyendo el periodo de mantenimiento y resultan ser soluciones económicas y fácil de encontrar, favoreciendo en el ruedo favoreciendo en épocas de lluvia y la humedad son utilizadas en el mejoramiento de las subrasantes dentro de una estructura pavimentadas de altos o medos de tránsito vehicular (Elizondo, Navas, Sibaja, 2010).

Para la correcta estabilización de suelos es la cal hidratada, mismo que tienen silicatos y al mezclarse con minerales de arcilla crean compuestos cementantes.

Tabla 1. *Tipos de cal, ventajas y desventajas*

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CAL HIDRATADA EN POLVO	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser aplicada más rápidamente que la lechada. • La cal hidratada en polvo puede ser utilizada para secar arcillas, pero no es tan eficaz como la cal viva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las partículas hidratadas de cal son finas, por lo que el polvo puede ser un problema. • Este tipo de uso generalmente es inadecuado en áreas pobladas.
CAL VIVA EN SECO	<ul style="list-style-type: none"> • Económica. • Posee entre 20 y 24% más de óxido de calcio disponible que la cal hidratada. • Tamaños de partículas más grandes, es excelente para secar suelos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere 32% de su peso en agua para convertirse en cal hidratada y puede haber pérdida adicional debido al calor de hidratación. • Puede requerir mayor cantidad de mezcla.
LECHADA DE CAL	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación libre de polvo. • Es más fácil lograr la distribución. • Se aprovecha la aplicación por rociado. • Se requiere menos agua adicional para la mezcla final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad lenta de aplicación. • Costos más altos debido al equipo extra requerido. • Puede no ser práctico en suelos muy mojados. • No es práctico para secar.

Fuente: Manual de estabilizaciones de suelos con cal, 2002.

El tallo de la quinua es considerado mayormente como desperdicio y tiene como disposición final como abono para la agricultura luego de la incineración o alimento para los animales (vacunos). Al momento de quemarse el tallo de la quinua se convierte en ceniza, por lo general se puede utilizarse como un agente estabilizador químico para los suelos arcillosos. La ceniza contiene un alto contenido de sílice al contacto con el suelo arcilloso rápidamente se presenta modificaciones en sus características en la hora de la compactación del suelo (Castro, 2018).



Figura 2. Tallos de quinua.

Fuente: Elaboración propia.

Si se agrega una gran proporción de ceniza esto puede reducir el valor de CBR como tiene silicatos, mismo que si se agrega la proporción correcta puede reducir el índice de plasticidad y incrementa considerablemente la capacidad de soporte (CBR) (Quispe, 2021).

La granulometría es la distribución de porcentajes de diferentes tamaños de partículas de agregados según la dimensión máxima y el módulo de finura. Los que tienen propiedades similares, suelos se clasifican en grupos y subgrupos según a sus características mecánicas y para la separación de suelos finos y gruesos generalmente se determina mediante un análisis granulométrico con mallas, se clasifican de acuerdo a su tamaño en agregados gruesos denominados como grava que superan en tamaño y los agregados finos conocidos como arena, según la tabla 2 (Toirac, 2012, p. 6).

Tabla 2. Clasificación de suelos según tamaños de 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, 2013

Para hallar la curva granulométrica cada peso retenido en cada malla es equivalente a cada punto, es por ello que se hace el ensayo mismo que nos ayuda a clasificar el tipo de suelo, la cantidad de grava, limo, arena y polvo (Crespo, 2004).

Los tamices tienen distintas aberturas de orificios, cada uno de los tamices según el número de la malla retienen un porcentaje, el cual se halla pesando el material retenido en cada tamiz.



Figura 3. Granulometría (Tamices).

Fuente: Universidad de Alicante, 2011.

En las mallas retenidas los porcentajes son calculados cada uno y al final se obtiene el acumulado en cada malla y estos valores se usan para la gráfica (López, 2014).

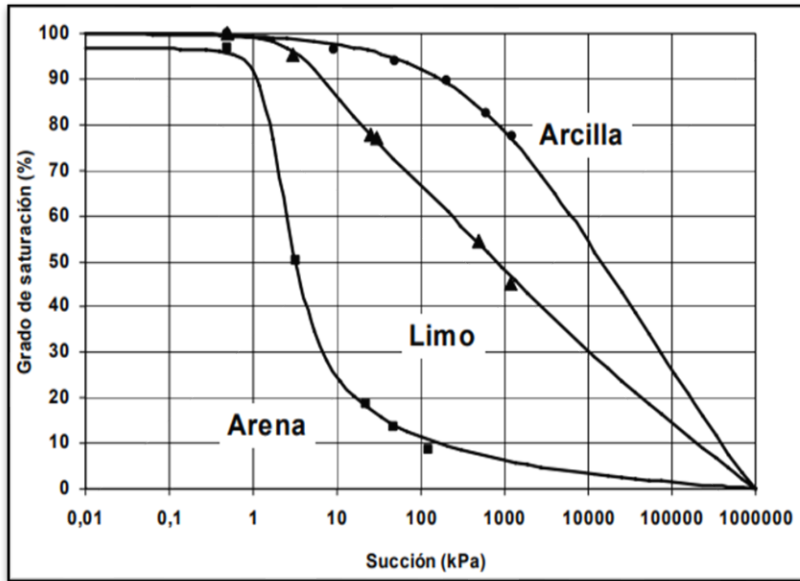


Figura 4. Curva granulométrica.

Fuente: Características de las curvas granulométricas.

La plasticidad de suelos se puede definir como la capacidad que puede soportar deformaciones rápidas ni agrietarse. La plasticidad representa sin fracturas ni grietas hasta cierto límite es por ello que se mide el comportamiento de los suelos en las diferentes obras de carreteras; la plasticidad de un suelo arcillosos se conoce a través del límite de Atterberg como el Límite Líquido (LL), límite plástico (LP) y límite de retracción (LR) (Junco y Tejeda, 2013).

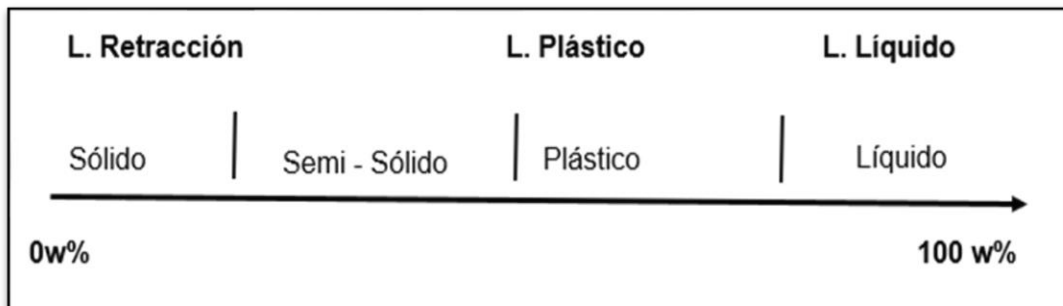


Figura 5. Límites de Atterberg.

Fuente: Puy Santin, 2005.

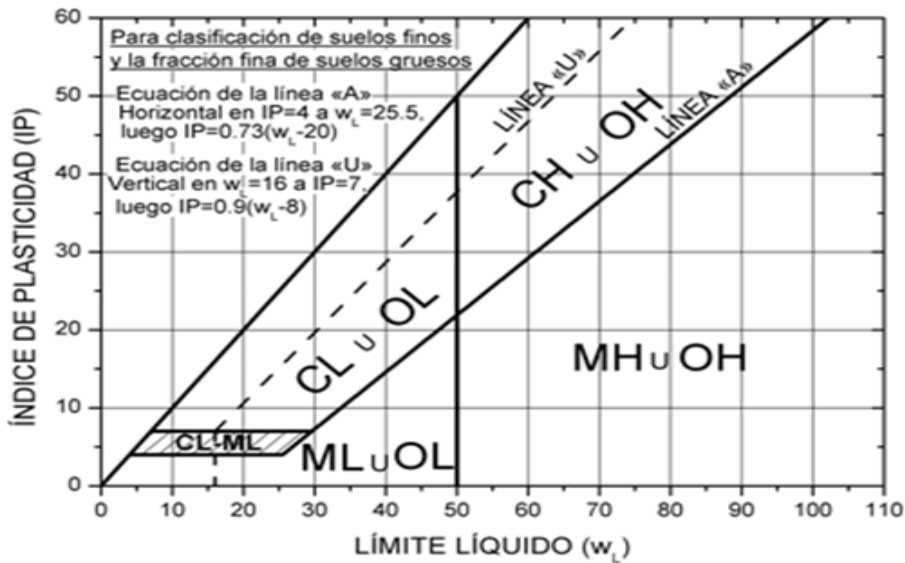


Figura 6. Carta de plasticidad de Casagrande.
Fuente: ASTM D-2487-93.

Se aplica en dos sistemas para clasificar suelos y parten de la misma información como: American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Suelos (SUCS), es de primordial en su aplicación para la clasificación de suelo (Camilo y Cruz, 2018).

Según el método AASHTO se clasifica en ocho grupos principales A-1 a A-8, de acuerdo a la granulometría y los límites de atterberg y es utilizada para la determinación de los espesores y se aprecia en la tabla N.º 3 del sistema AASHTO.

Tabla 3. Clasificación de tipos de suelos según AASHTO y SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Us Army Corps of Engineers.

Tabla 4. Clasificación de suelos - método AASHTO

Clasificación General	MATERIALES GRANULARES (igual o menor del 35% pasa el tamiz N°200)							MATERIALES ARCILLOSOS (mas del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Subgrupos	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa por el tamiz											
N°10	50 max.										
N°40	30 max.	50 max.	51 min.								
N°200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características del Material que pasa por el tamiz N°40											
Límite líquido (Ll)				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Índice de Plasticidad (Ip)	0	0	0	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Índice de grupo						4 max.	4 max.	8 max.	12 max.	16 max.	20 max.
Tipos de material	Fragmento de piedra grava o arena		Arena fina	Grava, arena limosa y arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a bueno						Regular a deficiente				

Fuente: Guía AASHTO 93.

La clasificación según el método SUCS, los suelos de las partículas gruesas y finos se diferencian mediante la granulometría mediante el tamiz N.º 200 todo lo que se retiene en la malla es considerado como partículas gruesas y lo que pasa del tamiz como partícula fina se separa por símbolos de grupo. Tienen iniciales en inglés, el prefijo principal que mayormente se encuentra es la grava, arena, arcilla y limo que son suelos de grano fino, mismo los sufijos se divide en grupos, para clasificar suelos se utilizara la tabla 5 y 6.

Tabla 5. Sistema unificado de clasificación – símbolo de grupo para suelos arenosos





Simbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla N° 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual a 6; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa la malla N° 200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Mas de 12% pasa la malla N°200; los limites de Atterberg se grafica debajo de la linea A(Figura 2.12); o indice de plasticidad menor que 4
SC	Mas de 12% pasa la malla N°200; los limites de Atterberg se grafica arriba de la linea A(Figura 2.12); o indice de plasticidad mayor que 7
SC-SM	Mas de 12% pasa la malla N°200; los limites de Atterberg caen en el area sombreada marcada CL - ML en la figura 2012
SW-SM	Porcentaje que pasa la malla N° 200 entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM
SP-SM	Porcentaje que pasa la malla N° 200 entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SC
SP-SC	Porcentaje que pasa la malla N° 200 entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SC

Fuente: Fundamentos para ingeniería geotécnico, 2001.

Tabla 6. Sistema unificado – símbolo de grupo para suelos limosos y arcillosos

Símbolo de grupo	Criterios
CL	Inorganico; $LL < 50$; $PI > 7$; se grafica sobre o arriba de la linea A(véase zona CL en la figura 2.12)
ML	Inorganico; $LL < 50$; $PI > 4$; se grafica debajo de la linea A(véase zona ML en la figura 2.12)
OL	Organico; $(LL - \text{seco en horno}) / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL < 50$ (véase zona OL en la figura 2.12)
CH	Inorganico; $LL \geq 50$; PI ; se grafica sobre o arriba de la linea A(véase zona CH en la figura 2.12)
MH	Inorganico; $LL \geq 50$; PI ; se grafica debajo de la linea A(véase zona MH en la figura 2.12)
OH	Organico; $(LL - \text{seco en horno}) / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL \geq 50$ (véase zona OH en la figura 2.12)
CL-ML	Inorganico; se grafica en la zona sombreada en la figura 2.12
Pt	Turba, lodos y otros suelos altamente organicos

Fuente: Fundamentos para ingeniería geotécnico, 2001.

	Gravas bien mezcla arena, grava con poco o nada de material fino, variacion en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	Grava mal graduadas, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arenas arcillosas, mezcla de arena arcillosa.
	Gravas limosas mezclas de gravas arena limosas		Limos organicos y arenas muy finos, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limos arcillosos con ligera plasticidad.
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla, gravas con material fino, cantidad apreciable de material fino.		Arcillas inorganicas de plasticidad baja, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas negras.
	Arena bien graduadas, arena con grava, poco o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, amplia variacion en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaño intermedios.		Limos organicos y arcillas limosas organicas, baja plasticidad.
	Arena mal graduadas, con grava, poco o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, un tamaño predominante a una serie de tamaños con ausencia de particulas internas.		limos inorganicos suelos finos gravosos o limosos, limos plasticos.

	Arcillas inorganicas de elevada plasticidad, arcillas gravosas.
	Arcillas organicas de mediana o elevada plasticidad, limos organicos.
	Turbe, suelos considerablemente organicos.

Figura 7. Signos convencionales de calicatas - Clasificación SUCS.

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – MTC E 101.

El Proctor Modificado aplica todos los procedimientos para la compactación del suelo mayormente son usados en el laboratorio para determinar (la curva de compactación) o sea la relación que tiene el agua y el peso unitario seco de la muestra. El Proctor es elegido para presentar los estados de compactación de un suelo y así determinar la densidad seca (γ_d) y la humedad (w) (Lique y León, 2017).

Tabla 7. Proctor modificado ASTM D1557-91

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	PROCTOR MODIFICADO		
1	MÉTODO		A	B	C
2	Condiciones para la selección del método		% Ret. Acum. N°4 ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤ 20% % Ret. Acum. N°4 ≥ 20%	% Ret. Acum. 3/4" ≤ 30% % Ret. Acum. 3/8" ≥ 20%
3	Tipo de material utilizado		Pasante malla N°4	Pasante malla 3/8"	Pasante malla 3/4"
4	N° de capas	N	5	5	5
5	N° de golpes	N	25	25	56
6	Diámetro de molde	Cm	10.16± 0.04	10.16± 0.04	15.24± 0.07
7	Altura del molde	Cm	11.64± 0.05	11.64± 0.05	11.64± 0.05
8	Volumen del molde	cm ³	944± 0.15	944± 0.15	2124± 0.25
9	Peso del martillo	Kg	4.54± 0.01	4.54± 0.01	4.54± 0.01
10	Altura caída del martillo	Cm	45.72± 0.16	45.72± 0.16	45.72± 0.16
11	Diámetro del martillo	Cm	5.08± 0.025	5.08± 0.025	5.08± 0.025
12	Energía de compactación	Kg/cm	27.485	27.485	27.485

Fuente: MTC 115/ ASTM D 1557, 2004.

El CBR es un ensayo que determina la capacidad de soporte donde se define como la máxima presión de contacto que puede soportar el suelo a cargas de tránsito. El ensayo mide la carga necesaria para soportar la penetración de un pistón de una velocidad fijada al comienzo del suelo de compactación de la muestra luego de haber sido sumergido durante cuatro días y de haberse medido su hinchamiento (Martínez, 2020).

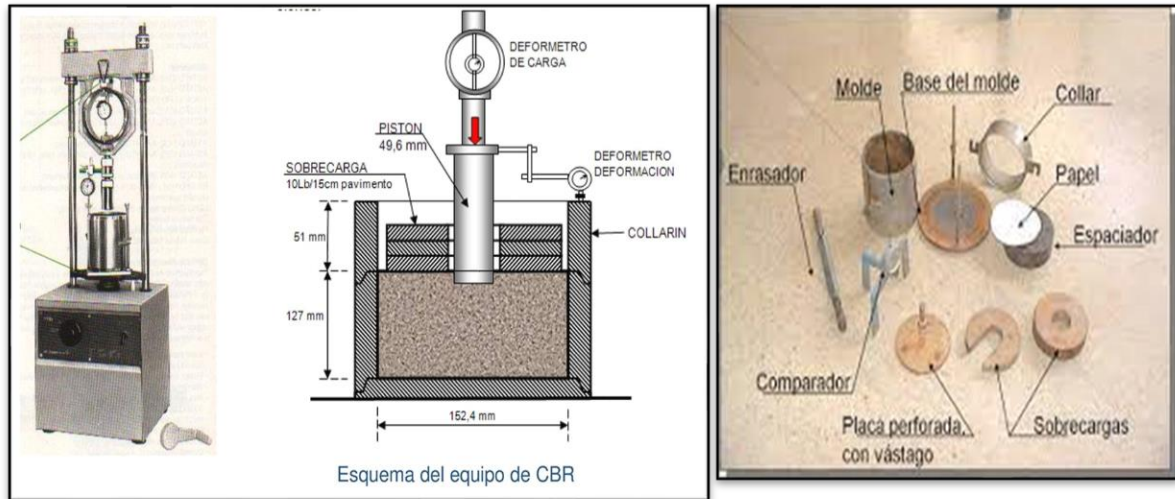


Figura 8. Esquema del equipo de CBR.

Fuente: Resistencia de calculo para sub rasante.

Para clasificar la sub rasante de acuerdo al CBR, el grado de compactación de la procedente investigación se considerará la compactación a 95% de su MDS.

Tabla 8. Categorías de la sub rasante en función al CBR

CATEGORIAS DE SUB RASANTE	CBR
S0: Subrasante inadecuada	De CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR \geq 30%

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo:

La investigación será de tipo aplicada por que se solucionara los problemas de un suelo arcilloso aplicando conocimientos aprendidos durante la formación académica; mismo que es conocido el problema y definido por el investigador para dar respuesta a las preguntas planteadas (Hernández, 2014)

Además, identifica el problema y busca soluciones optimas y una vez encontrada los resultados son utilizados rápidamente para solucionar el problema que se tiene (Vara, 2012, p. 202)

Diseño:

La presente investigación será experimental ya que se manipulará con variables como ceniza de quinua y cal y que además se agregará distintas proporciones de variables, con el objetivo de reseñar de qué forma o cual es el causante que produce la situación o acontecimiento particular (Baena, 2014, p. 14)

Enfoque:

La investigación presente será de enfoque cuantitativo donde estaremos recolectando datos de cada uno de los ensayos, mismo que se responderá las preguntas y hipótesis planteadas por el investigador. La validez de la teoría que marca el estudio tiene que estar perfectamente relacionado con las características teóricas y empíricas del instrumento con que se va recolectar datos (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2. Variables y operacionalización

Variable Cuantitativa 1:

Ceniza de quinua: La ceniza es obtenida del tallo seco de la quinua una vez calcinada o quemada a una temperatura fija, tiene una altura de 1.85 cm a más desde la raíz es muy ramificada tiene una textura gruesa y es utilizada como abono o forraje, mismos que son utilizadas de distintas formas dependiendo del lugar. Se produce mayormente en la zona altiplánica de Puno y es el mayor productor de quinua en todo el sur de Perú.

Cal: Es una sustancia alcalina blanca, ligera y acústica y este compuesto por el óxido de calcio, se obtiene de la piedra caliza a una temperatura fijada dependiendo al uso que se dará, es amigable con el medio ambiente ya que es producto de bajo costo.

Variable Cuantitativa 2:

Estabilización del suelo: Es un proceso para mejorar el suelo de acuerdo a sus propiedades mecánicas y físicas y son sometidos con diversos agentes con el fin mejorar el suelo.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La investigación está conformada por toda la longitud de la vía Putini-Jayujayu, Puno, 2022.

Muestra:

La presente investigación tiene una muestra que está conformada por el tramo Putini, Jayujayu de la carretera lago sagrado. Se realizará en el Km 20+000 una calicata de profundidad de 1.50m una vez obtenida se realizará con los ensayos para su respectivo análisis.

Muestreo:

El muestreo de la investigación presente será NO PROBABILÍSTICO por conveniencia; ya que está delimitada por el investigador ya que se escogió el tramo más deficiente para la extracción de la muestra.

Unidad de análisis:

La carretera Putini, Jayujayu

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De la investigación presente la técnica utilizada es la observación no participante ya que se trata de un estudio donde no hubo intervención directa por parte del investigador, esta observación se realizará en ensayos correspondientes de límites de consistencia, análisis granulométrico, Proctor modificado y CBR.

Para recolectar datos se utilizará la guía de observación, el principal instrumento mismo que las variables se aplicarán en distintos ensayos, instrumentos determinados en el laboratorio para obtener resultados positivos y así conocer la reacción de la ceniza de quinua y cal en la estabilización del suelo arcilloso de la carretera lago sagrado.

3.5. Procedimientos

Primero: Se viajará al centro poblado de Jayujayu hasta Putini al Km 20+000 para sacar la muestra en donde se hará una calicata de 1.50m de profundidad de ancho de 1m; donde obtendremos nuestra muestra para luego realizar los ensayos correspondientes.

Segundo: Una vez obtenida la muestra del lugar en situ y los aditivos como ceniza de quinua y cal se procederá a realizar los ensayos y cumpliendo con la normativa para realizar ensayos en laboratorio.

Tercero: Se realiza el Análisis Granulométrico por tamizado, en una bandeja se sacará la muestra obtenida del lugar y se hará un cuarteo de la muestra seca y

luego seguidamente se procede con el lavado de la muestra con agua, donde el agua llegue a ser cristalina, y luego se saca el material que se encuentra retenido en el tamiz N.º 200; en una pequeña bandeja sacamos la muestra y luego colocamos al horno a 110°C de temperatura, y luego se pesa la muestra seca. Y luego de ese procedimiento se empieza con el tamizado haciendo movimientos circulares y de un lado a otro, donde finalmente determinamos el peso retenido en cada malla, y luego procedemos a clasificar el suelo.

Cuarto: Para los Límites de Consistencia el método más práctico es de límites de ATTERBERG, es el más utilizado para determinar la plasticidad del suelo y de esta forma darse una idea de que tipo es el suelo. Primero se empieza hallando los límites; donde por cada golpe que se realiza en la copa casa grande se anota los resultados y finalmente sacar su índice de plasticidad (IP) que es la resta de ambos.

Quinto: En el ensayo para determinar la máxima densidad seca y la resistencia se realizará con 3 porcentajes distintos para determinar su densidad y resistencia. En una bandeja se saca la muestra seca obtenida del lugar in situ se hará una división en forma de cuarteo de 5 proporciones iguales con un cucharón colocaremos en el molde metálico y después se procederá a compactarlo con el pisón cada capa en arriba pacía abajo de 25 a 56 golpes una vez compactado las cinco se procede a pesar en la balanza electrónica para luego saber su peso inicial y después del secado y finalmente determinamos su máxima densidad seca.

3.6. Método de Análisis de datos

En la investigación realizaremos en el laboratorio los ensayos como; granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR, en cada ensayo se tendrá un resultado.

3.7. Aspectos éticos

La integridad del investigador de acuerdo a la Declaración de Singapur su objetivo primordial es de apoyar como guía, aplicándose de los principios de la honestidad,

una conducta impecable del responsable del investigador, responsabilidad, cortesía profesional e imparcialidad y buena gestión en nombre de otros autores.

La ingeniería es muy amplia y el código de ética que se aplica es IEEE, Advancing Technology for Humanity, ya que empieza de la idea, que las tecnologías nuevas afectan en la calidad de vida de las personas por ello en la ingeniería se tiene que llegar a un alto estándar de código de ética como responsabilidad, ante todo, justicia en el trato, colaboración del profesional y sobre todo la honestidad lo más primordial.

IV.- RESULTADOS

Las características de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022, se tiene los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados obtenidos en laboratorio

Muestra C – 02	Clasificación de suelos SUCS y AASHTO	Índice de Plasticidad (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	Capacidad de Soporte CBR al 95%
Suelo de fundación	CL, A-6(7)	13.89	1.8330	8.2
Suelo de fundación + 5%CQ + 5%C	SC, A-6(3)	12.89	1.8560	15.3
Suelo de fundación + 7%CQ + 5%C	SC, A-6(3)	10.40	1.8800	23.1
Suelo de fundación + 9%CQ + 5%C	SC, A-4(3)	9.16	1.9020	25.6

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 9 se aprecia los resultados de la calicata C-02, donde se realizó en laboratorio. Los resultados del suelo de fundación; para la clasificación SUCS de acuerdo (NTP 339.134-2014) y AASHTO según (NTP 339.135-2014) donde se tiene los resultados según SUCS un signo convencional de CL y con AASHTO un signo convencional de A-6(7) donde se denomina un suelo arcilloso inorgánico y con adición de ceniza de quinua y cal se tiene según SUCS un signo convencional de SC y con sistema de clasificación AASHTO un A-4(3) es decir arena arcillosa. Para un suelo de fundación sin adición se tiene un IP de 13.89% adicionando al suelo de fundación + 5%, 7% y 9% de ceniza de quinua + 5% de cal

respectivamente se tiene un IP de 12.89%, 10.40% y 9.16%, la máxima densidad seca de suelo de fundación se tiene 1.833 gr/cm³ y añadiendo al suelo de fundación + 5%, 7% y 9% de CQ + 5% de C respectivamente se tubo los siguientes datos 1.856 gr/cm³, 1.880 gr/cm³ y 1.902 gr/cm³ y la capacidad de soporte de suelo de fundación se tiene del CBR al 95% se tiene 8.2% y adicionando al + 5%, 7% y 9% de CQ + 5% de C respectivamente a una penetración de 0.1" se tiene 15.3%, 23.1% y 25.6% mismo que se estará detallando a profundidad en cada resultado.

Tabla 10. Granulometría de la C-02 de suelo de fundación

Nº DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	4.0	0.49	0.49	99.51
Nº 4	4.760	18.0	2.21	2.70	97.30
Nº 10	2.000	43.0	5.28	7.99	92.01
Nº 20	0.840	41.0	5.04	13.02	86.98
Nº 40	0.426	64.0	7.86	20.88	79.12
Nº 100	0.149	77.0	9.46	30.34	69.66
Nº 200	0.074	47.0	5.77	36.12	63.88
<Nº 200	fondo	520.00	63.88	100.0	0.00

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 10 de análisis granulométrico del suelo de fundación de la calicata C - 02, donde se aprecia el porcentaje de las partículas retenida en cada tamiz, las partículas que pasan el tamiz N.º 200 es de 63.88%, lo que indica según la norma NTP 339.132 -2014 y ASTM 422 - MTC 107; si pasa el 50% de finos de la malla N° 200 es considerada como arcilla.

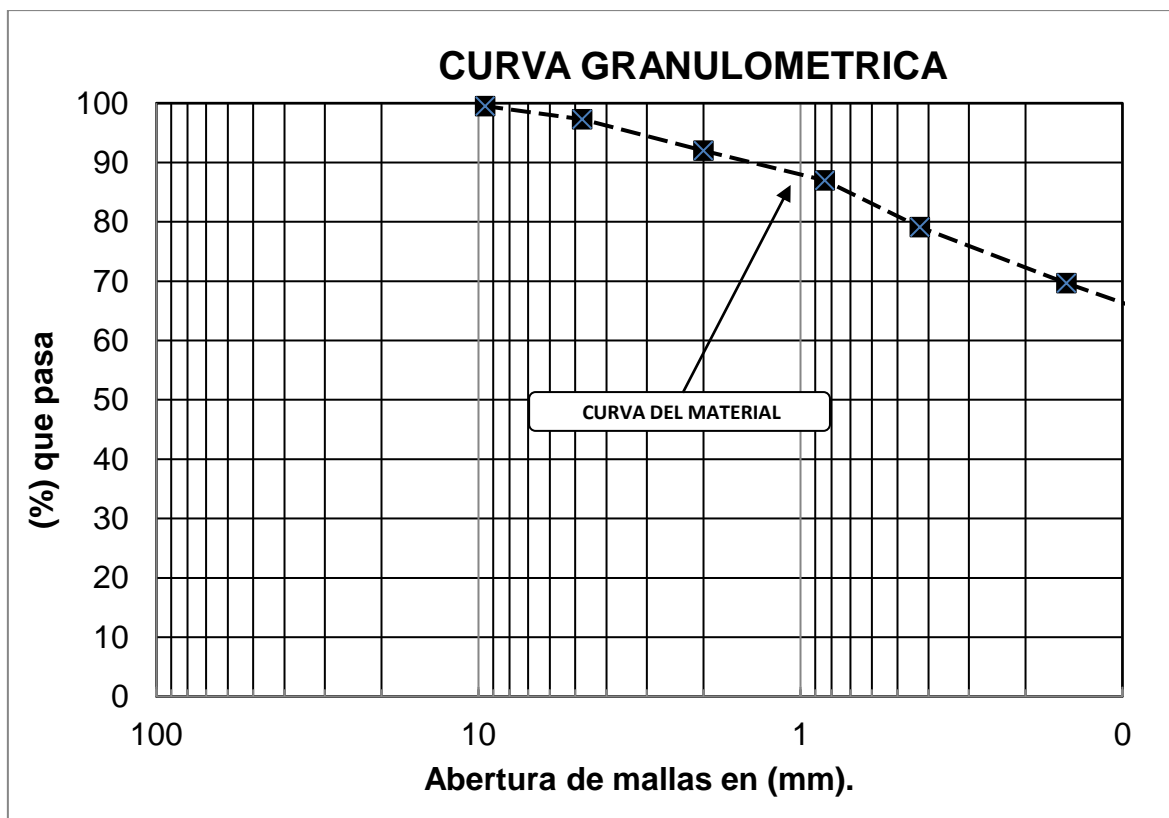


Figura 9. Curva granulométrica de la C-02 de suelo de fundación.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 9 la granulometría obtenida, donde en el tamiz N° 200 el porcentaje que pasa es de 63.88% ya que pasa más de la mitad por lo que se considera según normas como suelo arcilloso, y de acuerdo a la clasificación SUCS dio como resultado un signo convencional CL y según AASHTO un signo convencional de A-6(7) que es un suelo inorgánico.

El índice de plasticidad de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022 se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 11. Límites de consistencia de suelo de fundación y adición de ceniza de quinua y cal

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
Identificación		Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
C-02	Suelo de Fundación	40.00	26.11	13.89
	Suelo de fundación + 5%CQ + 5%C	34.40	21.51	12.89
	Suelo de fundación + 7%CQ + 5%C	29.90	19.40	10.40
	Suelo de fundación + 9%CQ + 5%C	27.80	18.64	9.16

Fuente: Elaboración propia.

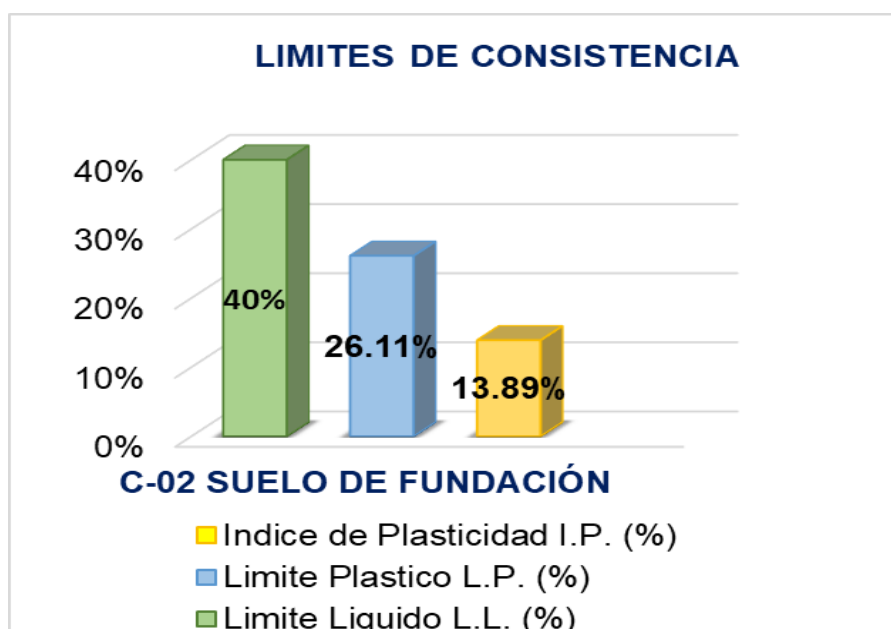


Figura 10. Límites líquido, límites plásticos e índice de plasticidad del suelo de fundación.

Fuente: Elaboración propia.

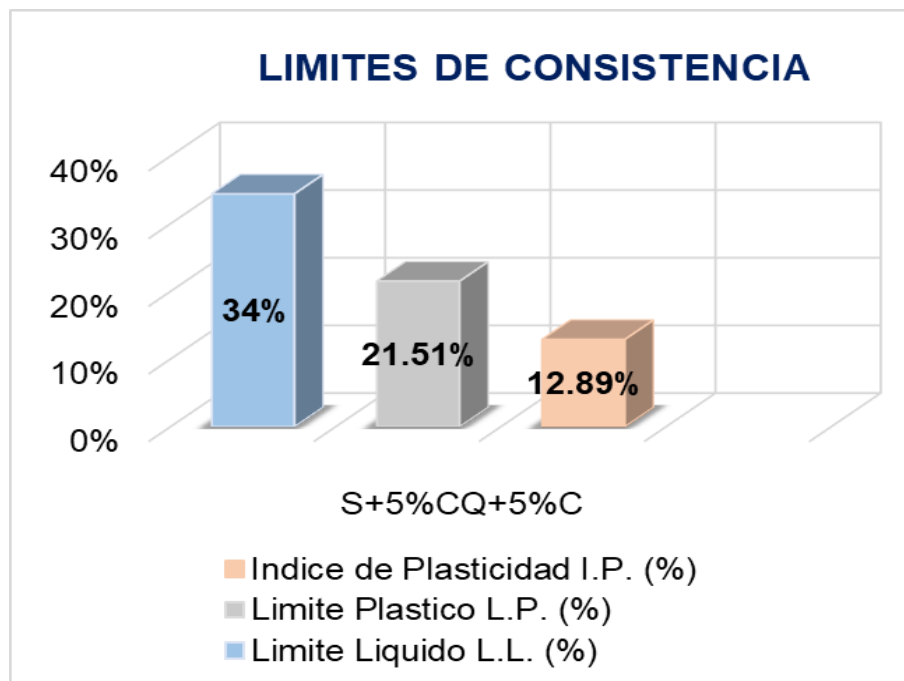


Figura 11. Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo de fundación + 5% ceniza de quinua + 5% de cal.

Fuente: Elaboración propia.

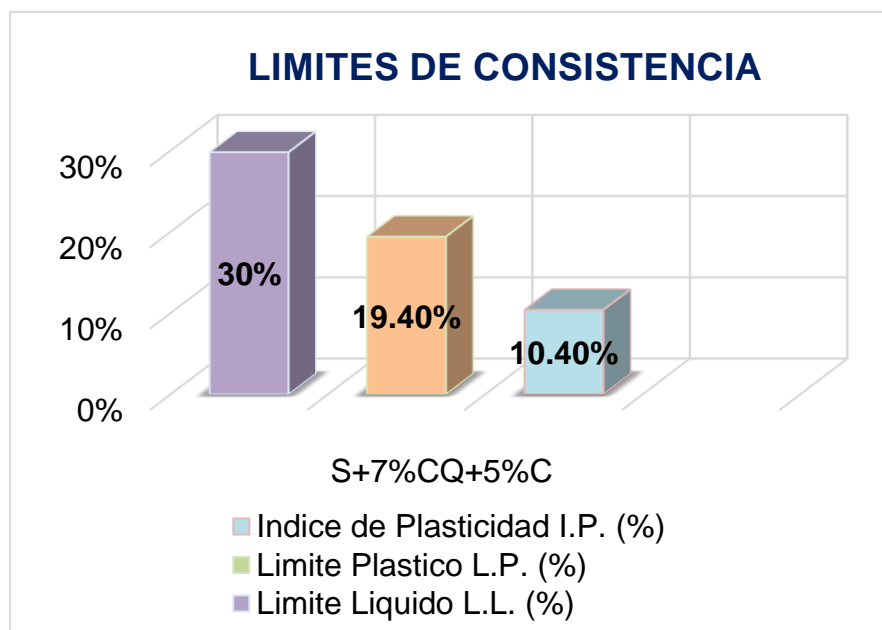


Figura 12. Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo de fundación + 7% ceniza de quinua +5% cal.

Fuente: Elaboración propia.

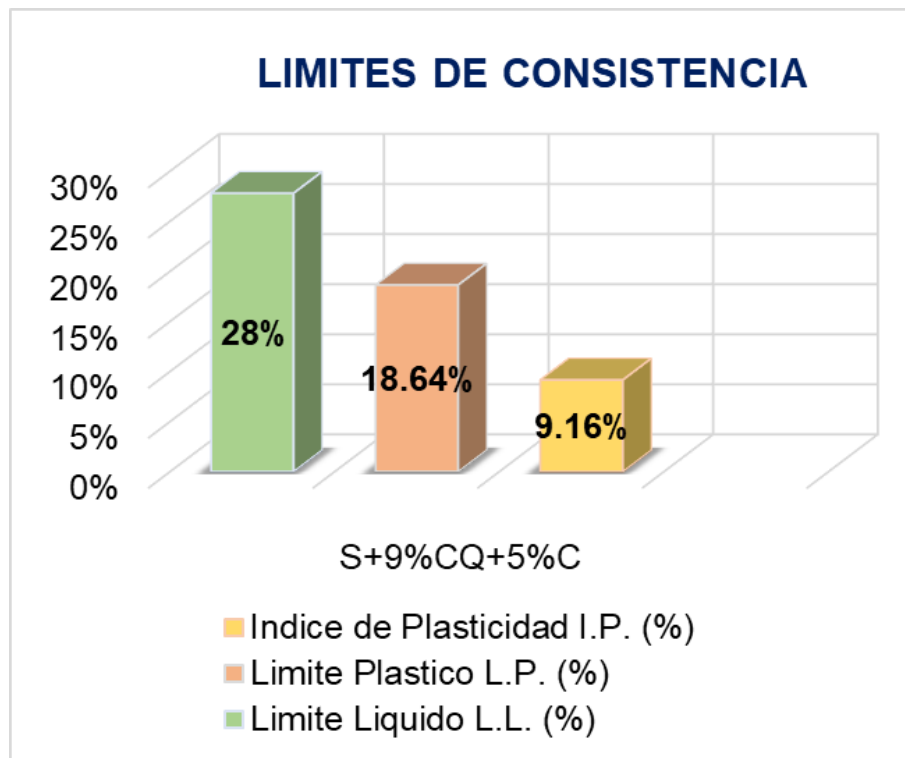


Figura 13. Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo de fundación + 9% ceniza de quinua + 5% cal.

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia en la tabla 11 y la figura 10 de la calicata C – 02 de la progresiva Km. 20 + 000 margen derecho; el suelo de fundación tiene un LL de 40.00 %; un LP de 26.11% por lo cual nos da un IP de 13.89% y adicionando al suelo de fundación + 5%CQ (ceniza de quinua) + 5%C (cal) en la figura 11, tenemos un LL de 34.40%; un LP de 21.51% de lo cual obtenemos un IP de 12.89%, de la figura 12; adicionando al suelo de fundación más 7%CQ + 5%C se tiene un LL de 29.80%; un LP de 19.40% y un IP de 10.40% y por último en la figura 13; adicionando al suelo de fundación + 9%CQ + 5%C tenemos un LL de 27.80%; un LP de 18.64% y nos da un IP de 9.16%.

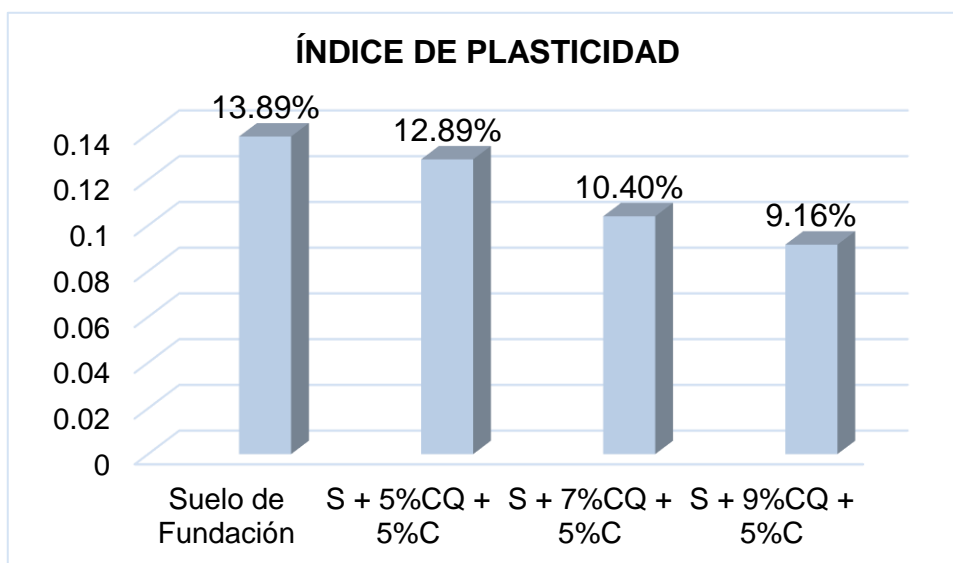


Figura 14. Variación del índice de plasticidad.

Fuente: Elaboración propia.

La máxima densidad seca adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022 es;

Tabla 12. Contenido de humedad optimo (CHO), máxima densidad seca (MDS) con adición de distintas proporciones de ceniza de quinua y cal

Muestra	Identificación	Contenido de Humedad Optimo CHO (%)	Máxima Densidad Seca MDS (gr/cm ³)
C-02	Suelo de Fundación	9.90	1.833
	Suelo de fundación 5%CQ + 5%C	9.25	1.856
	Suelo de fundación 7%CQ + 5%C	9.20	1.880
	Suelo de fundación 9%CQ + 5%C	9.00	1.902

Fuente: Elaboración propia.

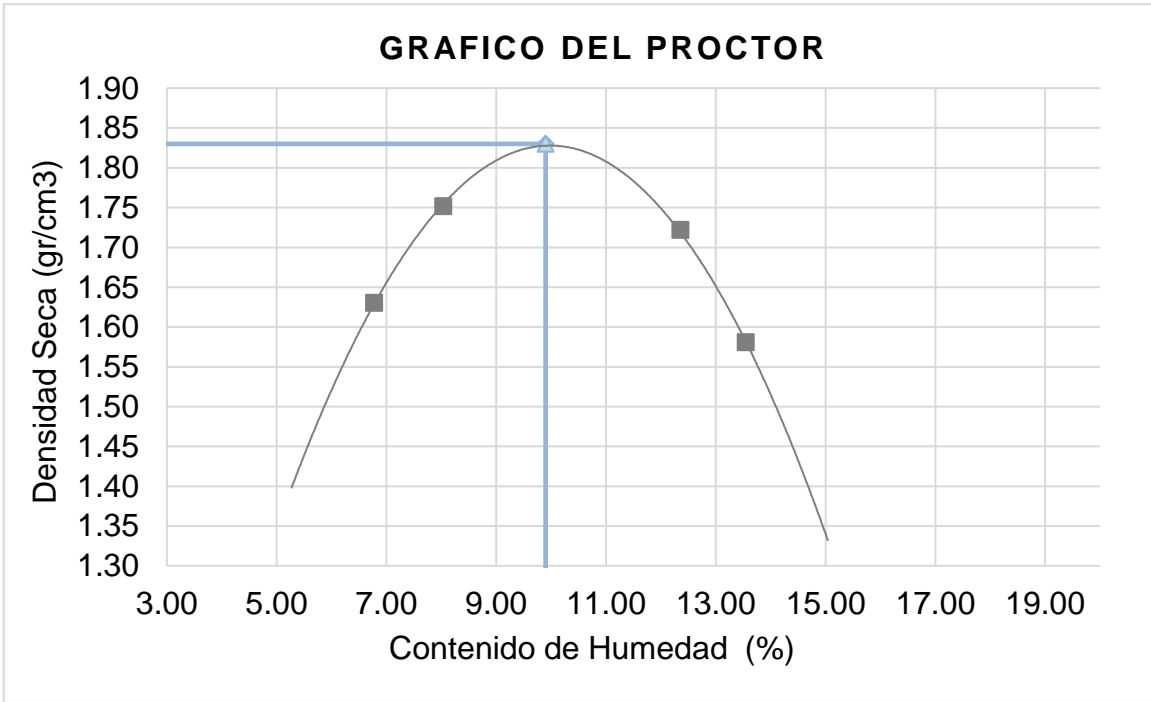


Figura 15. Diagrama de proctor modificado de suelo de fundación.
Fuente: Elaboración propia.

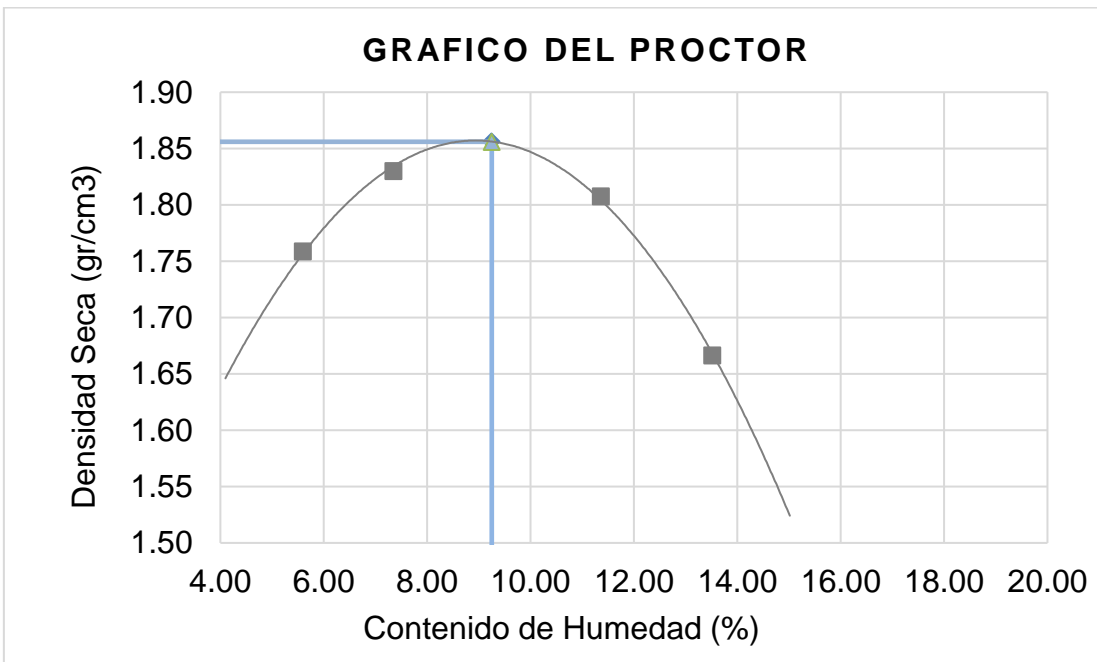


Figura 16. Diagrama de suelo de fundación + 5% ceniza de quinua +5% cal.
Fuente: Elaboración propia.

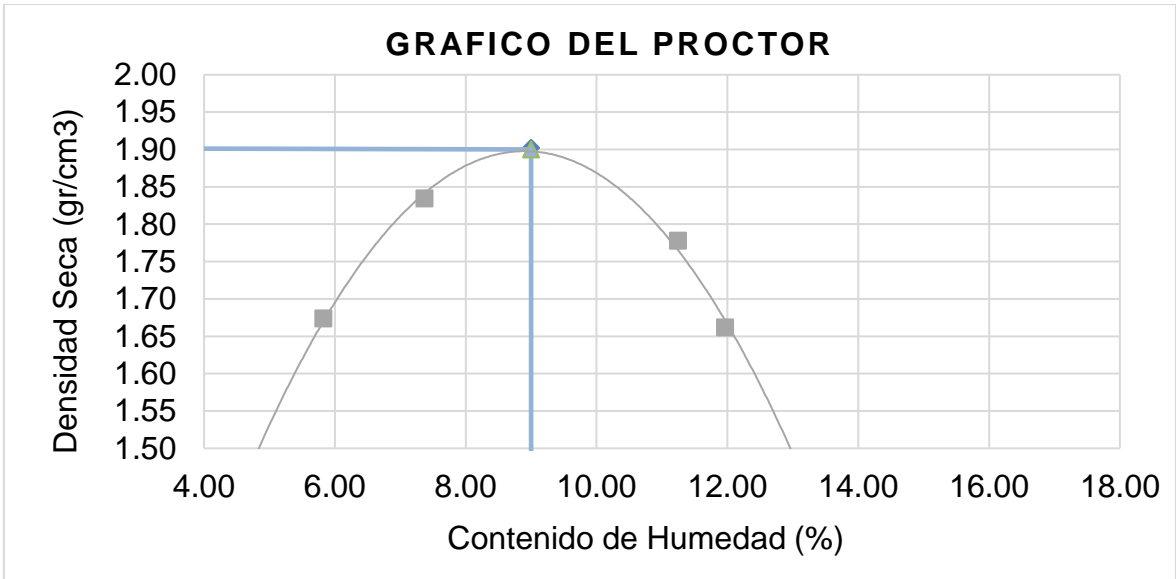


Figura 17. Diagrama de suelo de fundación + 9% ceniza de quinua + 5% cal.
Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 12 apreciamos los resultados de la C - 02 de la progresiva km. 20 + 000 margen lado derecho. De la cual en el suelo de fundación de la figura 15; la máxima densidad seca es 1.833 kg/cm³ y adicionando al suelo de fundación + 5% CQ + 5% C de la figura 16; nos da un valor de 1.856 gr/cm³, y de la segunda adición en la figura 17 tenemos del S + 7% CQ + 5% C es de 1.880 gr/cm³ y de la figura 18 que es la tercera adición de S + 9% CQ + 5% C el resultado es de 1.902 gr/cm³.

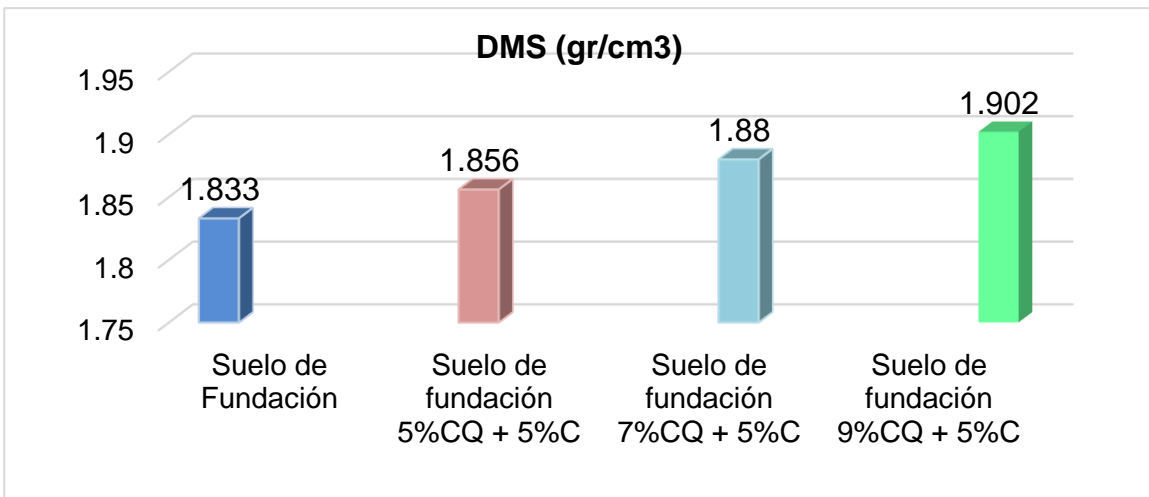


Figura 18. Máxima densidad seca de suelo de fundación, adición de ceniza de quinua y cal en distintas proporciones.
Fuente: Elaboración propia.

La capacidad de soporte adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022, del ensayo de CBR tenemos los siguientes resultados:

Tabla 13. *Ensayo CBR, de suelo de fundación y adicionando ceniza de quinua y cal*

Muestra	Estado de la muestra	CBR al 100% MDS	CBR al 95% MDS
C-02	Suelo de Fundación	12.5	8.2
	Suelo de fundación 5%CQ + 5%C	21.5	15.3
	Suelo de fundación 7%CQ + 5%C	29.9	23.1
	Suelo de fundación 9%CQ + 5%C	32.0	25.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. *Ensayo de CBR de suelo de fundación*

Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
Suelo de Fundación	0.1"	12.5%	8.2%

Fuente: Elaboración propia.

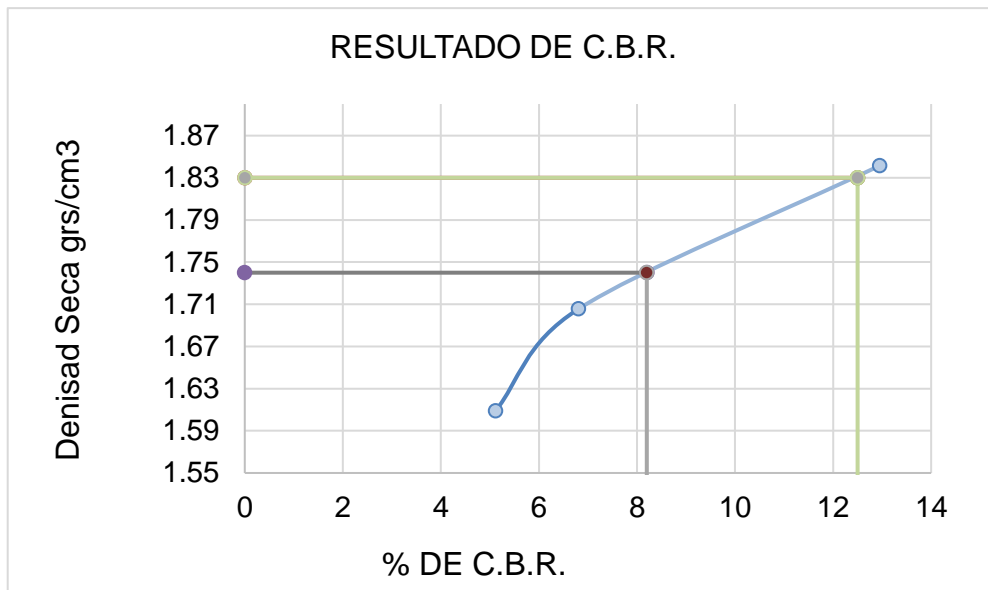


Figura 19. Resultado en ensayo de CBR de suelo de fundación.
Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 13 y 14 como también de la Figura 20 se aprecia el resultado del suelo de fundación, donde en el ensayo de CBR al 100% se obtuvo de 12.5% a una penetración de 0.1" equivalente a 2.54 mm y de CBR al 95% se determinó 8.2 % de una penetración de 0.1", según el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"; la muestra del suelo arcilloso en su estado se considera buena para una sub rasante.

Tabla 15. Ensayo de CBR de suelo de fundación + 5% ceniza de quinua + 5% cal

Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
Suelo de fundación + 5%CQ + 5%C	0.1"	21.5%	15.5%

Fuente: Elaboración propia.

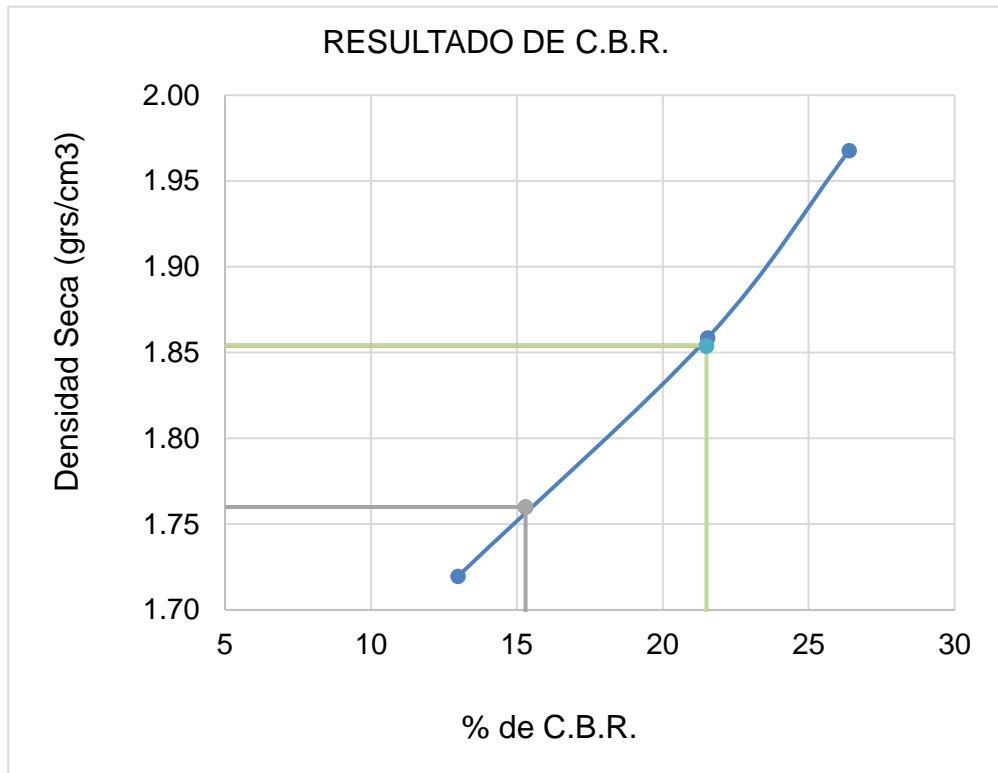


Figura 20. Resultado del ensayo CBR de suelo de fundación + 5% ceniza de quinua + 5% cal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Ensayo de CBR de suelo de fundación + 7% ceniza de quinua + 5% cal

Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
Suelo de fundación + 7% CQ + 5% C	0.1"	29.9%	23.1%

Fuente: Elaboración propia

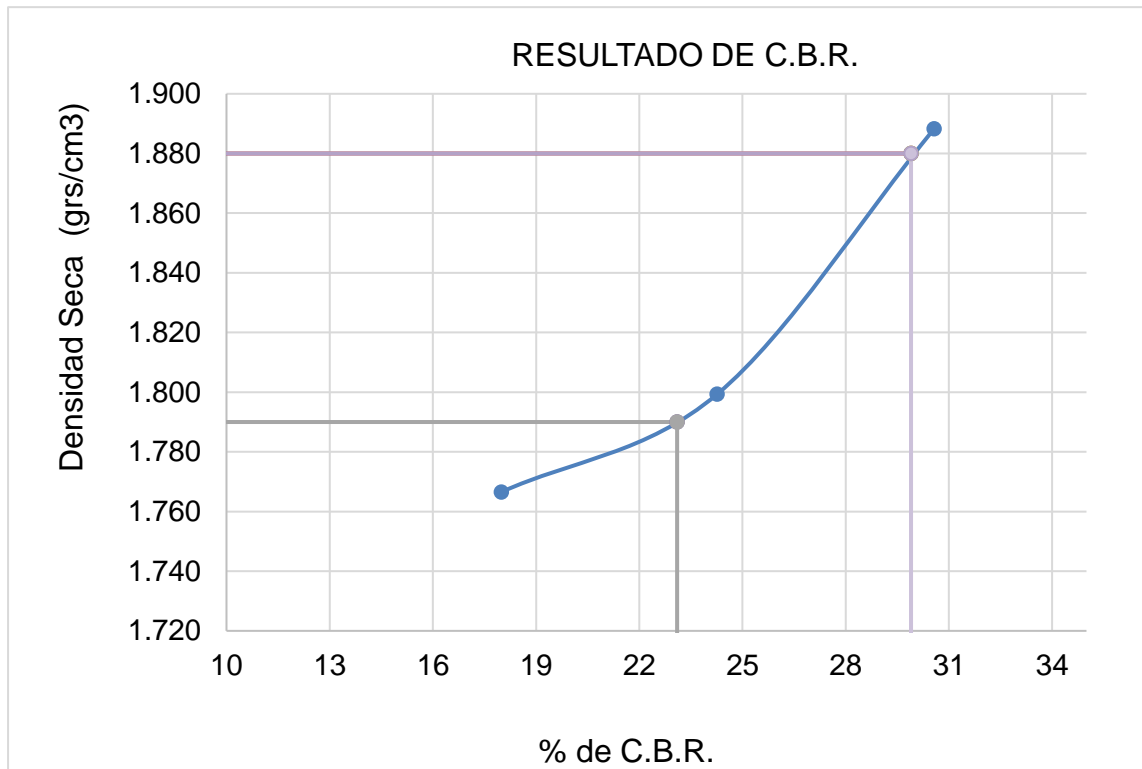


Figura 21. Ensayo de CBR de suelo de fundación + 7% ceniza de quinua + 5% cal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Ensayo de CBR de suelo de fundación + 9% ceniza de quinua + 5% cal

Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
Suelo de fundación + 9% CQ + 5% C	0.1"	32.0%	25.6%%

Fuente: Elaboración propia.

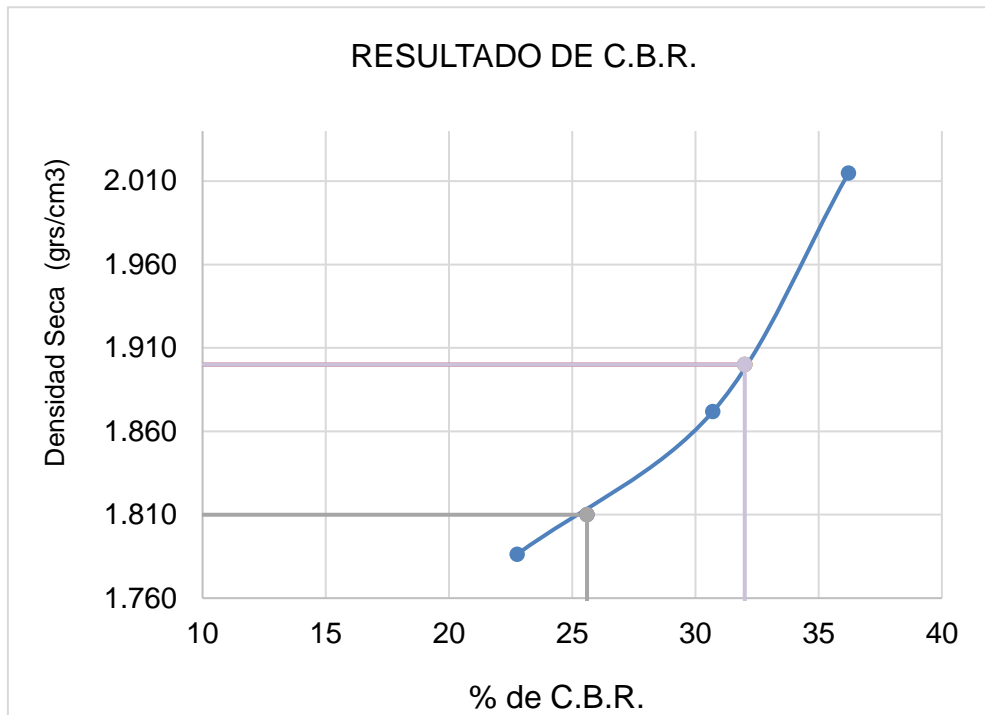


Figura 22. Ensayo de CBR de suelo de fundación + 9% ceniza de quinua + 5% cal.

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 15 y figura 21 los resultados obtenidos en el ensayo CBR del suelo de fundación + 5% CQ + 5% C al 100% MDS se tiene un valor de 21.5% y al 95% MDS se tiene 15.3%, con la segunda dosificación de la tabla 16 y figura 22; de suelo de fundación + 7% CQ + 5% C al 100% MDS alcanzo un valor de 29.9% y al 95% MDS se tiene 23.1% y por último de la tabla 17 y figura 23; del suelo de fundación + 9% CQ + 5% C al 100% MDS alcanzo un valor de 32.0% y al 95% MDS mostro un valor de 25.6% respectivamente.

Según la dosificación de suelo de fundación más las adiciones de distintas proporciones de ceniza de quinua (CQ) de 5% CQ, 7% CQ y 9% CQ con relación de adición de cal (C) de 5% con respecto al suelo de fundación se aprecia su incremento a medida que se adiciona las proporciones de ceniza de quinua.

V.- DISCUSIÓN

De la figura 11 para el IP primero se tiene la primera adición del suelo de fundación + 5%CQ (ceniza de quinua) + 5%C (cal), se tiene un LL de 34.40%; un LP de 21.51% de lo cual como resultado se tiene un IP de 12.89%, de la figura 12; adicionando al suelo de fundación más 7%CQ + 5%C se tiene un LL de 29.80%; un LP de 19.40% y un IP de 10.40% y último en la figura 13; adicionando al suelo de fundación + 9%CQ + 5%C tenemos un LL de 27.80%; un LP de 18.64% y nos da un IP de 9.16%, tiene una relación de lo que manifiesta Gonzales (2014) ya que en su investigación para bajar el índice de plasticidad de un suelo y agregar distintas proporciones tubo como resultados que el (L.L. de 62.14% su I.P. es de 27.64%), (L.L. de 50.58%; su I.P. es de 24.64%) y del (L.L. de 43.67% su I.P. es de 11.21%).

Los resultados obtenidos de ambas partes en los ensayos de límites de consistencia para determinar el IP mínimo, de acuerdo a la norma ASTM D4318 y adicionando ceniza de quinua y cal también cumple con la norma mencionada.

La metodología empleada para los cálculos de adición de CQ y C, para determinar el IP con respecto a los resultados obtenidos en laboratorio permitieron hallar el objetivo planteado de la investigación.

De la tabla 12; apreciamos los resultados de la C - 02 de la progresiva km. 20 + 000 margen lado derecho. De la cual en el suelo de fundación de la figura 15; la máxima densidad seca es 1.833 kg/cm³ y adicionando al suelo de fundación + 5%CQ + 5%C en la figura 16; nos da un valor de 1.856 gr/cm³, y de la segunda adición en la figura 17 tenemos del S + 7%CQ + 5%C es de 1.880 gr/cm³ y de la figura 18 que es la tercera adición de S + 9%CQ + 5%C el resultado es de 1.902 gr/cm³. Con lo que Gonzales (2018) afirma tiene una relación, ya que los valores obtenidos son similares el valor de máxima densidad seca es de 2.081 gr/cm³ a 2.112 gr/cm³ mientras se adicione las proporciones de cada uno, se tendrá un incremento en el proceso de la estabilización.

De la presente investigación de los valores obtenidos son similares y cumplen con la MDS según la norma NTP 339.141; ya que al momento de adicionar la ceniza de quinua se tendrá un valor de MDS.

Para la determinación de MDS el ensayo de Proctor Modificado es apropiado ya que nos permite hallar los valores requeridos de la adición de CQ y C en sus distintas dosificaciones.

Se aprecia en la tabla 14 y en la figura 20; la capacidad de soporte de un suelo de fundación se tuvo un CBR al 100% 12.5% y CBR al 95% de un 8.2%; de la figura 21 adicionando al suelo de fundación + 5%CQ + 5%C de CBR al 95% se tiene 15.3%, de la figura 22; con la segunda dosificación de suelo de fundación + 7%CQ + 5%C de CBR al 95% se tiene 23.1% y por último de la figura 23 del suelo de fundación + 9%CQ + 5%C de CBR al 95% alcanzo un valor de 25.6%. Según la afirmación de Argandoña y Palomino (2019) en su investigación, la capacidad de soporte en el ensayo de CBR es notable el incremento al momento de añadir distintos porcentajes de CCA y C en el suelo sin adición y que el mayor CBR al añadir es de 12% de CCA + 5% de CAL con el suelo sin adición, los datos obtenidos de CBR al 95% se tiene 27.37%, 28.09% y 19.61%.

Respecto a los valores obtenidos en el ensayo de CBR y lo que Argandoña y Palomino en los ensayos realizados se considerada una subrasante muy buena y es apta para su utilización como agente estabilizador.

La utilización de la metodología para encontrar resultados en el laboratorio fue factible para determinar la capacidad de soporte adicionando ceniza de quinua y cal.

VI.- CONCLUSIONES

Del objetivo general se concluye de las características de un suelo estabilizado adicionado 5%, 7% y 9% de ceniza de quinua más 5% de cal respectivamente, mejora en las características físicas y mecánicas, la granulometría cambia a un SC (arena arcillosa), baja la plasticidad a un IP de 9.16%, de lo que se tenía de IP de 13.89%, incrementa en la máxima densidad seca a 1.902 gr/cm³ de un suelo de fundación de 1.830 gr/cm³ y mejora en la capacidad de soporte de CBR al 100% se tiene un valor de 32.0% y CBR al 95% se tiene un valor de 25.6% en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini Jayujayu, por los resultados obtenidos la ceniza de quinua y cal ayuda en la estabilización de suelos arcillosos.

Del resultado del objetivo específico 1; se concluye que el índice de plasticidad en la C-02 de suelo de fundación dio como resultado un IP de 13.89% y adicionando 5%,7% y 9% de ceniza de quinua y 5% de cal (C) en cada dosificación baja la plasticidad; el IP a 12.89%, 10.40% y 9.6% respectivamente. Según la NTP 339.129 y Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos MTC-2014, el valor mínimo de IP = 0; no plástico (NP) y un valor máximo de IP > 20 de alta plasticidad suelos muy arcillosos ya que los resultados de la investigación están en ese rango.

Del resultado del objetivo específico 2; se concluye que la densidad máxima seca adicionando al suelo de fundación + 5%, 7% y 9% de ceniza de quinua + 5% cal, se obtuvo valores de 1.856 gr/cm³, 1.880 gr/cm³ y 1,902 gr/cm³ incrementando los valores de un suelo sin adición que se tuvo de 1.833 gr/cm³ ya que las proporciones utilizadas de ceniza de quinua y cal ayuda en la estabilización de suelo arcilloso en la carretera lago sagrado.

Del resultado del objetivo específico 3; se concluye que la capacidad de soporte de CBR al 100% llego a 32.0% y de CBR al 95% se tiene 25.6% con una adición al suelo natural + 9%CQ + 5%C; por lo que la adición de ceniza de quinua y cal mejora en la resistencia en la carretera llegando aumentar los valores de un suelo natural.

VII.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer la investigación en épocas de lluvias donde se aprecia la acumulación de agua más rápido en las carreteras y el suelo no es estable para el tránsito vehicular.
- Se recomienda realizar ensayos adicionando más de 9% de ceniza de quinua ya que a medida que se incremente la adición se obtendrá resultados favorecedores para la estabilización de suelos.
- Se recomienda que se pueda realizar ensayo de compresión no confinada, con el fin de conocer como es la deformación del suelo estabilizado y cual es esfuerzo que se puede aplicar.
- Se recomienda que se pueda buscar distintos métodos para analizar y estabilizar un suelo blando con productos químicos distintos y conocer cuál es la dosificación correcta para la adición y cumplir con los parámetros establecidos según el manual de carreteras MTC, donde sería material reciclado, económico y que sea amigable con el medio ambiente.
- Es recomendable que se pueda utilizar la ceniza de totora, paja de trigo, hoja de eucalipto y estiércol de ovinos para estabilizar suelos arcillosos en carreteras; ya que en la zona Altiplánica de Puno; hay varios productos químicos que se podría utilizar como agente estabilizador mismo que sería económico y fácil acceso de ubicar los agentes.

REFERENCIAS

ALARCON, José, et al. *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso*. [en línea]. Abril, 2020, n.º1. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2022]. Disponible en https://www.scielo.cl/pdf/ric/v35n1/en_0718-5073-ric-35-01-5.pdf. ISSN: 0718-7073.

ARGANDOÑA, Diego, PALOMINO, Julio. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del suelo obtenido de la Apv. Hari grande vía Rumi Wasi – San Sebastián utilizado a nivel de subrasante en la región cusco, estabilizado con ceniza de cascara de arroz y cal en porcentajes 7%-5%, 12%-5% y 15%-5%; respectivamente. Tesis (Título de ingeniero civil). Cuzco: Universidad Andina del Cuzco, 2019. 207 pp.

ALMONACID, Iván. Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado viñas, Tayacaja, Huancavelica. Tesis (Título de ingeniero civil). Perú: Universidad Peruana los Andes, 2019. 137 pp.

BAUTISTA, Angélica, et al. La calidad del suelo y sus indicadores. *Revista ecosistemas*, 13(2) 90-97, 2004. ISSN: 1697-2473.

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación Serie integral por competencias. México: Patria, 2014. 25 pp. ISBN: 978-607-744-003-1.

BERNAL, Andy, et al. Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de Murgas, Provincia la Habana, en [línea]. Abril - junio 2015, n.º2. [Fecha de consulta: 26 de junio de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193239249005.pdf>. ISSN. 0258-5936.

BERNAL, Andy, HERNÁNDEZ, Alberto. Influencia de diferentes sistemas de uso del suelo sobre su estructura, [en línea]. Octubre - diciembre 2017, n.º4. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2022]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S025859362017000400010&lng=pt&nrm=iso&tlng=es. ISSN. 1819-4087.

BURBANO, Hernán. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de ciencias agrícolas*, 33(2), 2016. ISSN. 117-124.

CAMILO, Cristian y CRUZ, Lucio. Experimental study of Colombian volcanic ash soil classification in the Colombian southwest with SUCS, AASHTO method and a new classification method. [en línea]. Julio - diciembre 2018, n.º 2. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012234612018000200378&script=sci_abstract&tlng=es. ISSN: 0122-3461.

CEACERO, Ruiz. Influencia del contenido de gravas y las técnicas de conservación del suelo sobre la respuesta y ecofisiología de brinzales de encina en forestación de tierras agrarias. [en línea]. Septiembre - diciembre 2010, n.º3. [Fecha de consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54017103008>. ISSN: 1132-6344.

CHIRINOS, Enrique, RODRIGUEZ, Ernesto, MUÑOZ, Sócrates. Métodos de estabilización de suelos arcillosos para mejorar el CBR con fines de pavimentación: una revisión literaria. [en línea]. Setiembre, 2021, n.º51. [Fecha de consulta: 19 de junio de 2022]. Disponible en http://www.unicauca.edu.co/revistas/index.php/suelos_ecuatoriales/article/view/129/122. ISSN: 0562-5351.

CRESPO, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5.a ed. México, 2004. 652pp. ISBN: 968-18-6489-1.

ELIZONDO, Fabian, NAVAS, Alejandro y SIBAJA, Denia. Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes. [en línea]. Abril 2010. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2022]. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/7268>. ISSN: 1409-2441.

GONZALES, Flor. Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de puno. Tesis

(Título de ingeniero civil). Perú: Universidad Andina de Néstor Cáceres Velásquez, 2018. 138 pp.

GONZÁLES, Ángel. Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante. Tesis (Título de ingeniero civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2014. 117 pp.

GUTIÉRREZ, Wilfredo. Mecánica de suelos aplicadas a vías de transporte. 2.a ed. Lima, Perú, 2006. 193 pp. ISBN: 978-612-304-330-8.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. 6.a ed. Edificio Punta Santa Fe. México, 2014. 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HUAQUISTO, Samuel. Efecto del aceite residual de vehículos motorizados en los factores físico mecánicos del suelo fino. [en línea]. Mayo – agosto 2015, n.º3. [Fecha de consulta: 02 de julio de 2022]. Disponible en <http://revistas.unap.edu.pe/rianeu/index.php/ria/article/view/114>. ISSN: 207-214.

JUAREZ, Eulalio y RICO, Alonso. Mecánica de suelos, tomo 1 fundamentos de la mecánica de suelos. 2.a ed. México, 2005. 629 pp. ISBN: 968-18-0069-9.

JUNCO, Juan y TEJEDA, Eduardo. Considerations clays activity in soil stabilization with quaternary ammonium salts. [en línea]. Octubre-noviembre 2013, n.º3. [Fecha de consulta: 02 de julio de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193930080004.pdf>. ISSN: 1990-8830.

MANOOCHEHR, Monghadam, MOHAMMAD, Sadrabadi, Mohammad, Tajbakhsh. Effect of Lime and Rice Husk Ash on Horizontal Saturated Hydraulic Conductivity of Sandy Loam Soils. [en línea]. Diciembre 2019, n.º38. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2022]. Disponible en <https://www.proquest.com/docview/2373450224>. ISSN: 2027-2037

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. Resolución directoral n° 05 – 2013 MTC/14. Lima, 2013.355 pp.

NORIEGA, Yeimi, VIVES, Arturo y MUÑOZ, Pedro. Use of soil stabilizers: a review of the impact on cutting and settlement. [en línea]. Marzo 2022, n.º2. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2022]. Disponible en <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6856>. ISSN:1794-4953.

PARRA, Manuel. Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Tesis (Título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2018. 81 pp.

QUISPE, Dante. Estabilización de suelos expansivos con ceniza de mazorca de maíz en la ciudad del Cusco. [en línea]. Octubre - diciembre 2021. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2022]. Disponible en <https://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/ACS/article/view/808/1114>. eISSN: 2709-8219X.

RODRIGUEZ, Mario, HIDALGO Cesar. Comportamiento de suelos residuales de diorita estabilizados con cal y su evolución en el tiempo. [en línea]. Enero-julio 2005, n.º6. [Fecha de consulta: 17 de junio de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/750/75040608.pdf>. ISSN: 1692-3324.

REPOSO, Gisela y BONVENCCHI, Virginia. Descompactación de un suelo franco limoso: efectos sobre las propiedades físicas. [en línea]. Abril 2015, n.º1. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2022]. Disponible en <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/6243>. ISSN: 0719-3890.

SÁNCHEZ, María. Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del cantón Tosagua Provincia de Manabí. Tesis (Título de ingeniero civil). Quito: Pontifica Universidad Católica de Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2014. 416 pp.

SAGÁSTEGUI, Freddy. Supervisando la seguridad vial en el Perú. [en línea]. Marzo - mayo 2010. 27 n.º2 [Fecha de consulta: 27 de junio de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/363/36319368015.pdf>. ISSN: 1726-4642.

LLIQUE, Rosa y LEÓN, Luis. Influence of compaction energy on the maximum dry density and on the optimal moisture content of granular soil. [en línea]. Septiembre - octubre 2017. 16 n.º2 [Fecha de consulta: 30 de junio de 2022]. Disponible en <https://revistas.unc.edu.pe/index.php/Caxamarca/article/view/13>.

TOIRAC, José. Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la república dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón. [en línea]. Julio - septiembre 2010. n.º3. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>. ISSN: 0378-7680.

VARA, Arístides. Desde la idea hasta la sustentación: siete pasos para una tesis exitosa, un método efectivo para las ciencias empresariales. Universidad de San Martín de Porres, Lima, 2012. 451 pp.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE CONSISTENCIA										
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL								
¿Cuál es la característica de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022?	Determinar cuál es la característica de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	La ceniza de quinua y cal tiene características fundamentales para la estabilización de suelos en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	INDEPENDIENTE	Ceniza de Quinua y Cal	Dosificación	S + 5%CQ + 5%C S + 7%CQ + 5%C S + 9%CQ + 5%C	Ficha de recolección de datos de la balanza de medición.			
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS								
¿Cuál es el índice de plasticidad de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022?	Determinar cuál es el índice de plasticidad en la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022	La adición de ceniza de quinua y cal reduce la expansión y plasticidad en suelos arcillosos de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022.				DEPENDIENTE	Estabilización de suelos arcilloso	Características físicas	Análisis Granulométrico (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-422, NTP 339.128/ MTC E-107.
¿Cuál es el índice de plasticidad de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022?	Determinar cuál es el índice de plasticidad en la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022	La adición de ceniza de quinua y cal reduce la expansión y plasticidad en suelos arcillosos de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022.							Contenido de humedad (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2216, NTP 339.127 /MTC E-108.
¿Cuál es el índice de plasticidad de la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022?	Determinar cuál es el índice de plasticidad en la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022	La adición de ceniza de quinua y cal reduce la expansión y plasticidad en suelos arcillosos de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022.	Limite Liquido, Limite Plástico y Índice de Plasticidad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 4318, NTP 339.129/ MTC E 110,111.						
¿Cuál es la capacidad de soporte adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022?	Determinar cuál es la capacidad de soporte adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022.	La adición de ceniza de quinua y cal mejora la capacidad de soporte en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu, Puno, 2022.	DEPENDIENTE	Características mecánicas	Densidad Seca Máxima (kg/cm3).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 1557 - NTP 339.141 / MTC E 115.				
					Óptimo Contenido de Humedad (%).					
					Ensayo de CBR (%).		Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 1883 - NTP 339.145 / MTC E 132.			

ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini – Jayujayu, Puno, 2022.

AUTOR: Griselda Mamani Gonzalo

VARIABLES	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION		
	CONCEPTUAL	OPERACIONAL					
CENIZA 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.	Mediante el proceso se determinará la cantidad de adición de ceniza de quinua para mejorar las propiedades.	Dosificación de ceniza de quinua y cal	5%CQ + 5%C + S	Gr.		
CAL	Sustancia alcalina blanca, ligera y cáustica, que en contacto con el agua se hidrata.	Mediante el proceso se determinará la cantidad de adición cal para mejorar las propiedades.		7%CQ + 5%C + S			
ESTABILIZACIÓN DEL SUELO	Es un proceso para mejorar el suelo, de acuerdo a sus propiedades mecánicas y físicas	Son sometidos a distintas proporciones de adiciones con el fin de mejorar el suelo natural y aumentar su resistencia y disminuir su plasticidad	Características físicas	9%CQ + 5%C + S	Gr.		
				Características Mecánicas		Limite Liquido	%
						Limite Plástico	
			Características Mecánicas	Índice De Plasticidad	Nominal		
				Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad		Gr/cm2	
capacidad de soporte del suelo	%						

ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

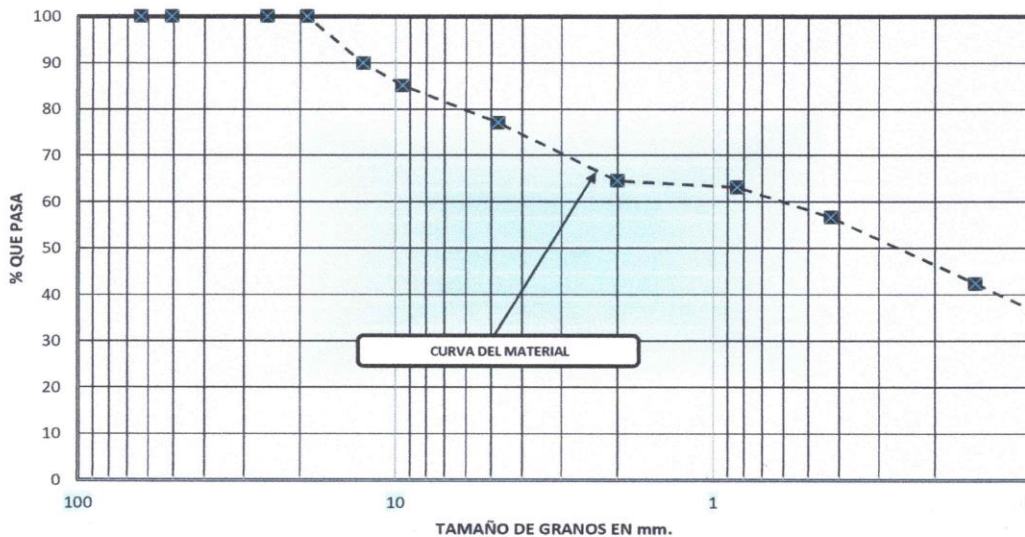
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 01
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N° 01
PROGRESIVA	: Km 19 + 000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado izquierdo.	FECHA	: 04/08/2022

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 4,628.00 Gr.
2 1/2"	63.500				100.00		Peso Fracción : 758.00 Gr.
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		Humedad Natural : 9.18
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Límite Líquido : 30.3
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		Límite Plástico : 19.0
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00		Índice Plástico : 11.3
1/2"	12.700	466.0	10.07	10.07	89.93		
3/8"	9.525	226.0	4.88	14.95	85.05		CLASIFICACION DEL SUELO
1/4"	6.350	0.0	0.00				Clasificación ASSHTO : A-2-6 (0)
N° 4	4.760	372.0	8.04	22.99	77.01		Clasificación SUCS : SC
N° 6	3.360	0.0	0.00				IG :
N° 8	2.380	0.0	0.00				CC :
N° 10	2.000	123.0	12.50	35.49	64.51		CU :
N° 16	1.190	0.0	0.00				DENSIDAD MÁXIMA :
N° 20	0.840	14.0	1.42	36.91	63.09		HUMEDAD ÓPTIMA :
N° 30	0.590	0.0	0.00				CBR AL 100% :
N° 40	0.426	64.0	6.50	43.41	56.59		CBR AL 95% :
N° 50	0.297	0.0	0.00				Observaciones : El suelo del estrato corresponde al material de relleno contaminado.
N° 80	0.177	0.0	0.00				
N° 100	0.149	140.0	14.22	57.63	42.37		
N° 200	0.074	94.0	9.55	67.18	32.82		
<N° 200	fondo	323.00	32.82	100.0	0.00		

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

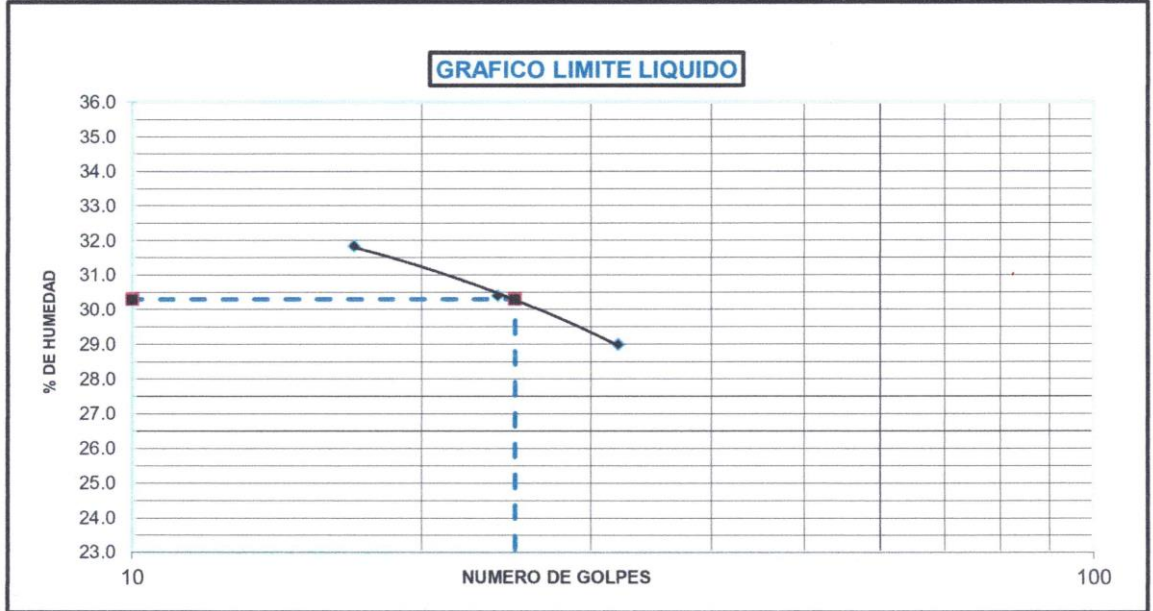
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 01
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N01
PROGRESIVA : Km 19 + 000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN : Lado izquierdo.	FECHA : 06/08/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216			
Nro. De Tarro	N°	01G	02G	03G	Nro. De Tarro	N°	01S	02S
T. + Suelo Húmedo	Gr.	50.20	47.20	48.00	T. + Suelo Húmedo	Gr.	162.30	145.20
T. + Suelo Seco	Gr.	45.30	42.70	43.00	T. + Suelo Seco	Gr.	153.20	137.20
Agua	Gr.	4.90	4.50	5.00	Agua	Gr.	9.10	8.00
Peso del Tarro	Gr.	28.40	27.90	27.30	Peso del Tarro	Gr.	51.70	52.00
Suelo Seco	Gr.	16.90	14.80	15.70	Suelo Seco	Gr.	101.50	85.20
% de Humedad	%	28.99	30.41	31.85	% de Humedad	%	8.97	9.39
Nro. De Golpes	N°	32	24	17	Humedad Natural	%	9.18	

LÍMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					LL =	Wn * (N/25) + 0.121
Nro. De Tarro	N°	01M	02M		DONDE LL : Límite líquido Wn : Contenido de humedad promedio N : Número de golpes	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	40.30	41.60			
T. + Suelo Seco	Gr.	39.00	39.42			
Agua	Gr.	1.30	2.18			
Peso del Tarro	Gr.	32.00	28.20			
Suelo Seco	Gr.	7.00	11.22			
% de Humedad	%	18.57	19.43			
Humedad Promedio	%	19.00				



DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD

L.L.	=	30.30	%
L.P.	=	19.00	%
I.P.	=	11.30	%

OBSERVACIONES


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 196779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

 Ing. Leonardo Méstiz Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICAS DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

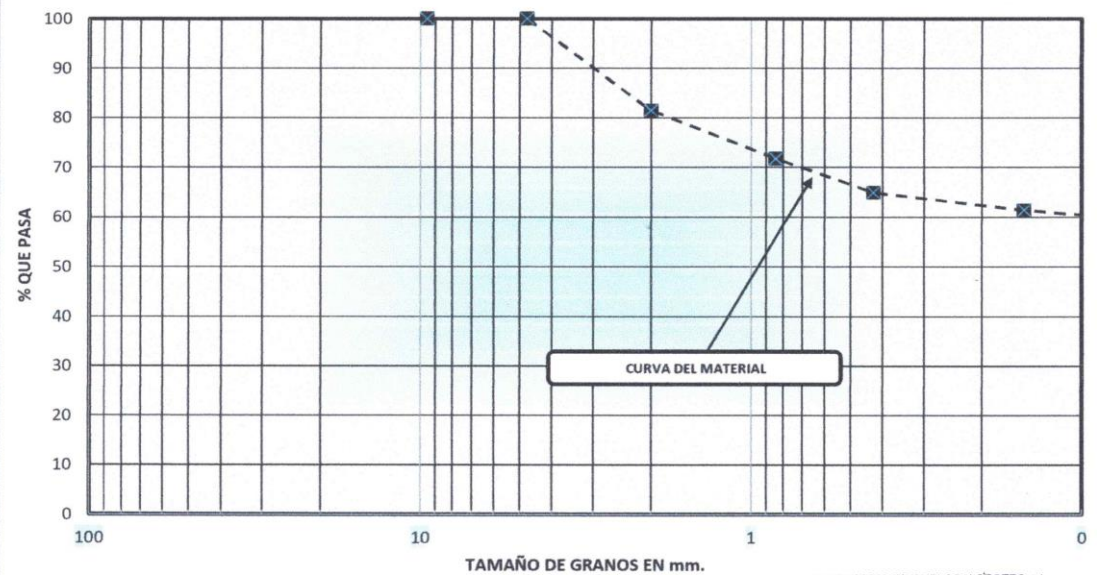
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022 SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo PROGRESIVA : Km 19 + 000 (Suelo de Fundación) MARGEN : Lado Izquierdo.	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 01 ESTRATO : E - N°02 RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito FECHA : 05/08/2022
---	---

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Peso Inicial : 1081.00
3"	76.200						Humedad Natural : 11.77
2 1/2"	63.500						Limite Liquido : 39.6
2"	50.800						Limite Plastico : 25.8
1 1/2"	38.100						Indice Plastico : 13.8
1"	25.400						
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0.0	0.00	0.00	100.00		
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	201.0	18.59	18.59	81.41		
N°16	1.190						
N° 20	0.840	104.0	9.62	28.21	71.79		
N° 30	0.590						
N° 40	0.426	74.0	6.85	35.06	64.94		
N° 50	0.297						
N° 80	0.177						
N° 100	0.149	39.0	3.61	38.67	61.33		
N° 200	0.074	18.0	1.67	40.33	59.67		
<N° 200	fondo	645.00	59.67	100.0	0.00		
							CLASIFICACION DEL SUELO
							Clasificacion ASSHTO : A-6 (6)
							Clasificacion SUCS : CL
							IG :
							CC :
							CU :
							DENSIDAD MAXIMA : 1.82
							HUMEDAD OPTIMA : 9.50
							CBR AL 100% : 9.20
							CBR AL 95% : 7.15
							Observaciones : El suelo del estrato corresponde al terreno de fundacion.

CURVA GRANULOMETRICA



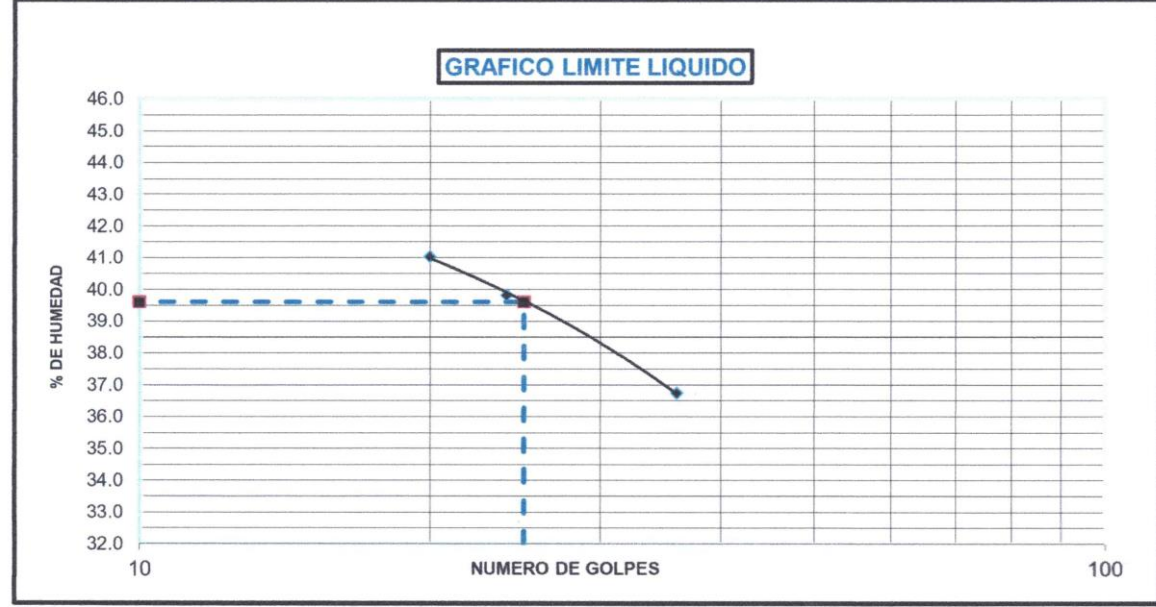
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 01
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N°02
PROGRESIVA : Km 19 + 000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN : Lado izquierdo.	FECHA : 6/08/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216			
Nro. De Tarro	N°	04G	05G	06G	Nro. De Tarro	N°	03S	04S
T. + Suelo Húmedo	Gr.	55.20	60.20	57.20	T. + Suelo Húmedo	Gr.	169.90	147.30
T. + Suelo Seco	Gr.	48.00	51.00	48.50	T. + Suelo Seco	Gr.	161.00	134.20
Agua	Gr.	7.20	9.20	8.70	Agua	Gr.	8.90	13.10
Peso del Tarro	Gr.	28.40	27.90	27.30	Peso del Tarro	Gr.	52.00	49.00
Suelo Seco	Gr.	19.60	23.10	21.20	Suelo Seco	Gr.	109.00	85.20
% de Humedad	%	36.73	39.83	41.04	% de Humedad	%	8.17	15.38
Nro. De Golpes	N°	36	24	20	Humedad Natural	%	11.77	

LÍMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					LL =	Wn * (N/25) + 0.121
Nro. De Tarro	N°	03M	04M		DONDE	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	42.30	43.80		LL	: Límite líquido
T. + Suelo Seco	Gr.	39.60	40.50		Wn	: Contenido de humedad promedio
Agua	Gr.	2.70	3.30		N	: Número de golpes
Peso del Tarro	Gr.	28.70	28.20			
Suelo Seco	Gr.	10.90	12.30			
% de Humedad	%	24.77	26.83			
Humedad Promedio	%	25.80				



DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD		
L.L.	=	39.60 %
L.P.	=	25.80 %
I.P.	=	13.80 %

OBSERVACIONES


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Leonardo Mejías Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111448

PROCTOR MODIFICADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

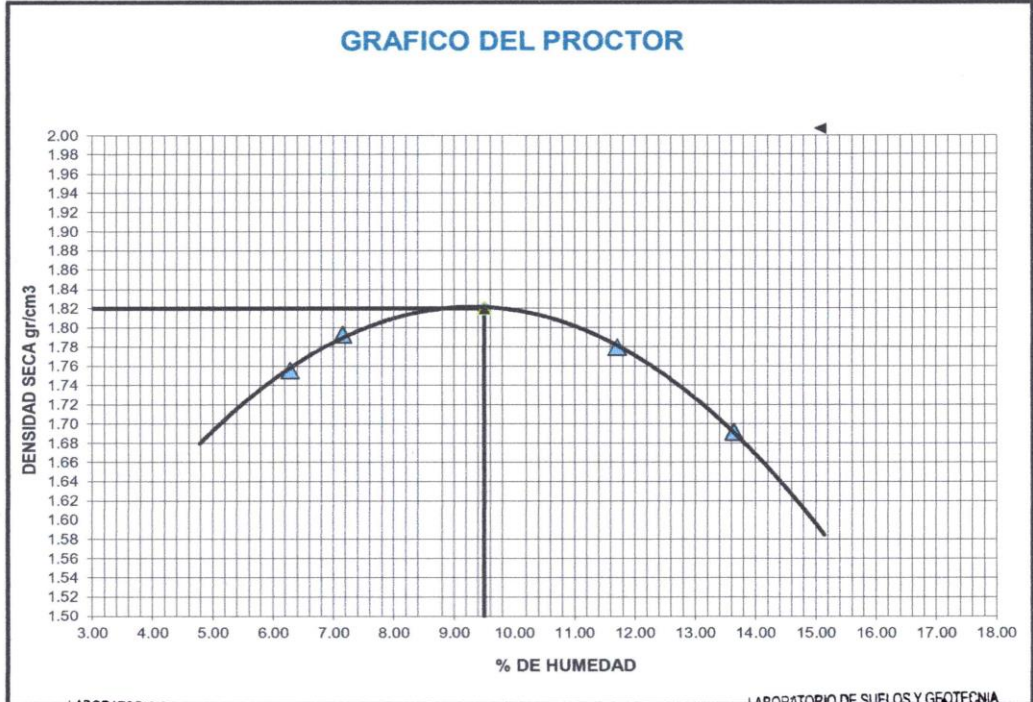
PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 01
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
PROGRESIVA	: Km 19 + 000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Qulspe Tito
MARGEN	: Lado izquierdo.	FECHA	: 08/08/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,410	10,527	10,669	10,530
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	3,963	4,080	4,222	4,083
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1.87	1.92	1.99	1.92
Contenido de Humedad	%	6.29	7.15	11.71	13.65
Densidad Seca	gr/cc.	1.76	1.79	1.78	1.69

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	N°	001S	002S	003S	004S
Peso del Tarro	gr.	51.40	50.10	51.50	50.40
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	164.70	170.00	176.50	169.50
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	158.00	162.00	163.40	155.20
Peso del Agua	gr.	6.70	8.00	13.10	14.30
Peso del Suelo Seco	gr.	106.60	111.90	111.90	104.80
Contenido de Humedad	%	6.29	7.15	11.71	13.65
Promedio de Humedad	%	6.29	7.15	11.71	13.65

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.8200 Gr./Cm ³	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	9.50%
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

 Ing. Cesar Qulspe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111445

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 01
SOLICITANTE	: Bach. Griseida Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
PROGRESIVA	: Km 19 + 000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado izquierdo.	FECHA	: 10/08/2022

CBR


MOLDE N°	3				2				1			
	N° DE CAPAS				N° DE CAPAS				N° DE CAPAS			
	5				5				5			
	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12,632		12,700		12,460		12,600		12,250		12,420	
PESO DEL MOLDE	8,312		8,312		8,356		8,356		8,355		8,355	
PESO DEL SUELO HUM.	4,320		4,388		4,104		4,244		3,895		4,065	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,124		2,124		2,124		2,124		2,124		2,124	
DENSIDAD HUMEDA	2.03		2.07		1.93		2.00		1.83		1.91	
DENSIDAD SECA	1.84		1.85		1.75		1.76		1.67		1.68	
TARRO N°	01S	0	02S	0	03S	0	04S	0	05S	0	06S	0
TARRO + SUELO HUM.	150.60	0.00	160.20	0.00	177.20	0.00	152.30	0.00	185.60	0.00	168.20	0.00
TARRO + SUELO SECO	141.20	0.00	148.80	0.00	165.20	0.00	140.30	0.00	173.20	0.00	154.20	0.00
AGUA	9.40	0.00	11.40	0.00	12.00	0.00	12.00	0.00	12.40	0.00	14.00	0.00
PESO DEL TARRO	49.40	0.00	51.80	0.00	52.00	0.00	51.70	0.00	49.40	0.00	51.50	0.00
PESO DEL SUELO SECO	91.80	0.00	97.00	0.00	113.20	0.00	88.60	0.00	123.80	0.00	102.70	0.00
% DE HUMEDAD	10.24	0.00	11.75	0.00	10.60	0.00	13.54	0.00	10.02	0.00	13.63	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	10.24		11.75		10.60		13.54		10.02		13.63	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
10-08-22	02:10 PM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11-08-22	02:10 PM	24:00	0.45	0.45	0.38	0.80	0.80	0.60	0.88	0.88	0.75
12-08-22	02:10 PM	48:00	0.80	0.80	0.68	1.20	1.20	1.20	1.50	1.50	1.28
13-08-22	02:10 PM	72:00	1.20	1.60	1.37	1.80	1.80	1.60	2.05	2.05	1.75
14-08-22	02:10 PM	96:00	1.65	2.00	1.71	2.10	2.10	2.50	2.30	2.30	1.97

PENETRACION

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA DIAL	CORRECCION			CARGA DIAL	CORRECCION			CARGA DIAL	CORRECCION		
			Kg	Kg/cm2	%		Kg	Kg/cm2	%		Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.630		5.2	53.9	2.7	2.2	40.2	2.0	1.3	36.1	1.8			
1.270		9.8	74.9	3.8	6.7	60.7	3.1	4.5	50.7	2.6			
1.910		16.9	107.2	5.5	11.1	80.8	4.1	8.2	67.6	3.4			
2.540	70	23.2	136.0	6.9	9.9%	16.1	103.6	5.3	7.5%	12.8	88.5	4.5	6.4%
3.810		26.6	151.5	7.7		19.6	119.6	6.1		15.5	100.9	5.1	
5.080	105	31.4	173.4	8.8		25.5	146.5	7.5		18.2	113.2	5.8	
6.350		35.6	192.5	9.8		29.3	163.8	8.3		21.6	128.7	6.6	
7.620	133	39.3	209.4	10.7		32.3	177.5	9.0		26.5	151.0	7.7	
8.890													
10.160													

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

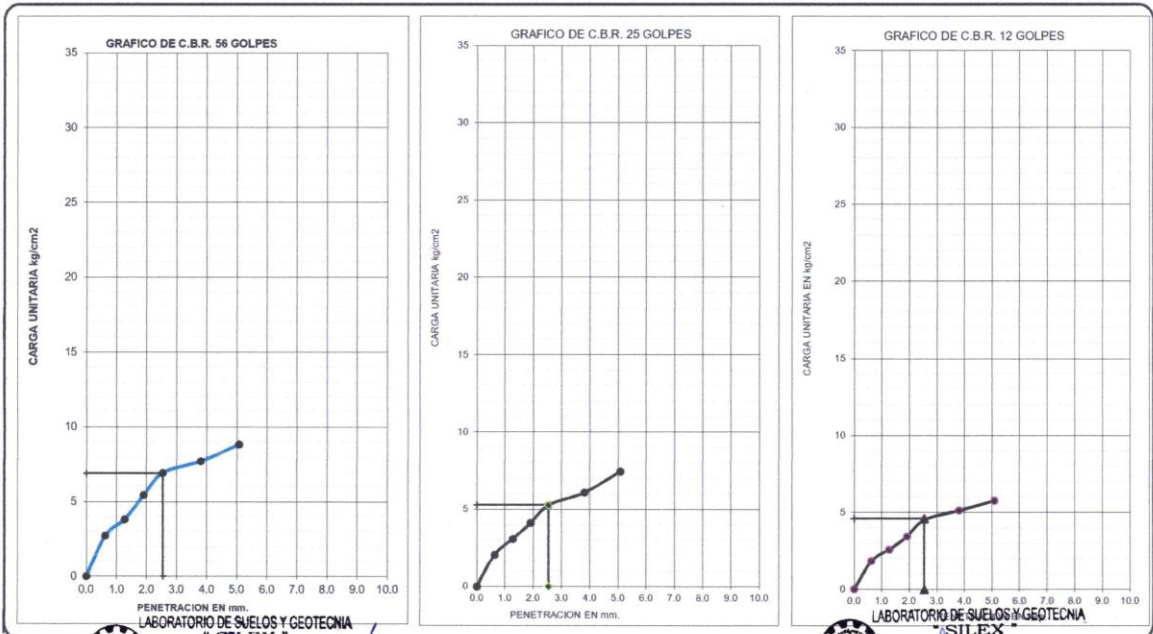
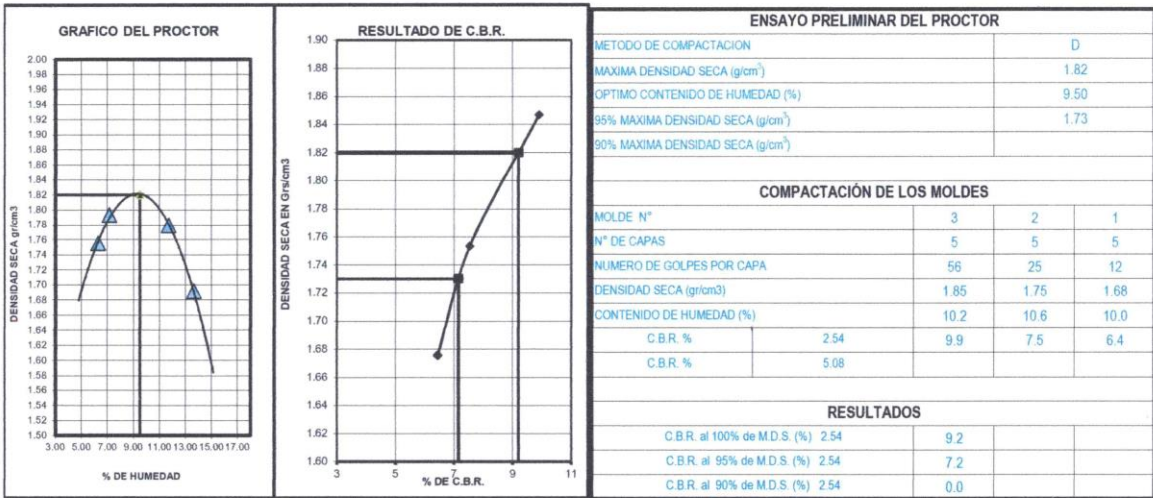
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX

 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 111446

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	Metodo de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	: Bach. Griseida Mamani Gonzalo	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.820
PROGRESIVA	: Km 19 + 000 (Suelo de Fundación)	Optimo Contenido de Humedad (%)	9.50
MARGEN	: Lado izquierdo.	CBR 100% MDS	9.2%
		CBR 95% MDS	7.2%
		CBR 90% MDS	



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

Ing. Cesar Qutspe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111216

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS
 NORMA : (ASTM D2488)

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 01
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
PROGRESIVA	: Km 19 + 000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado izquierdo.	FECHA	: 05/08/2022

PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DATOS PERFIL	SUCS AASHTO	SIMBOLOGIA
0.00 0.10 0.20	EST.01	Material relleno o de prestamo		SC A-2-6 (0)	
0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	EST.02	El suelo del estrato es del terreno de fundacion clasifica en el sistema SUCS como una arcilla inorganica de mediana a baja plasticidad esta compuesto de material fino con una humedad humedo de color marron rojizo.	Humedad Natural 11.77 % Limite Liquido 39.60 % Indice de plasticidad 13.80 % Malla N°04 100.00 % Malla N°10 81.41 % Malla N°40 64.94 % Malla N°200 59.67 %	CL A-6 (6)	

FOTOGRAFIA DE CALICATA N°01



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

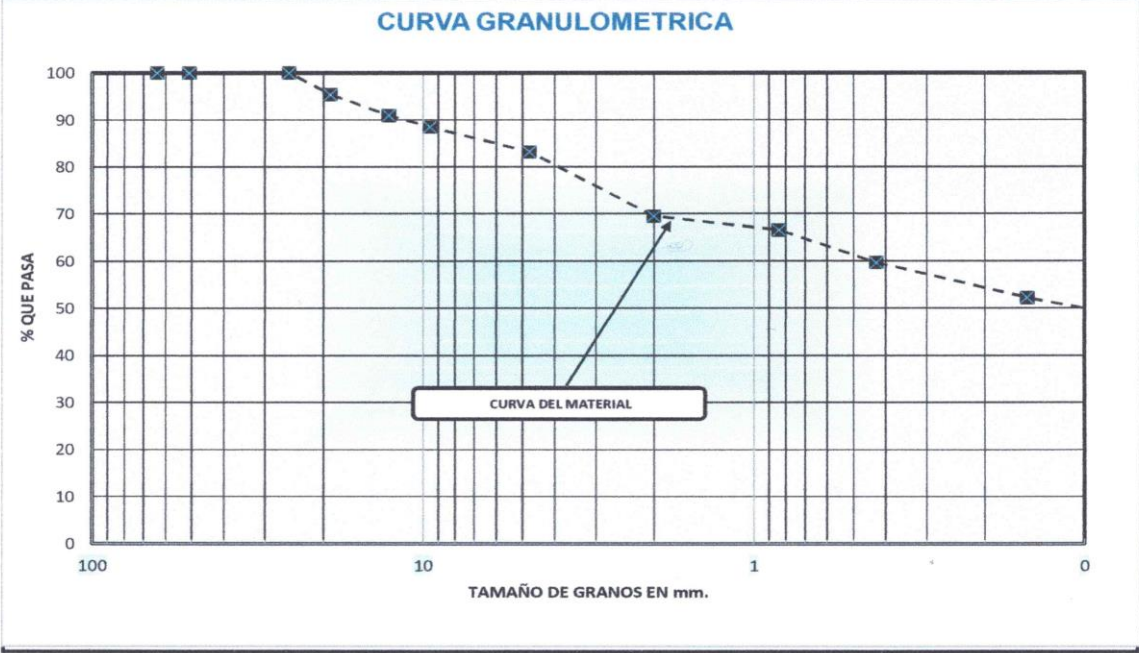
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°01
PROGRESIVA	: Km. 20 + 000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado Derecho	FECHA	: 04/08/2022

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 4,012.00 Gr.
2 1/2"	63.500				100.00		Peso Fracción : 865.00 Gr.
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		Humedad Natural : 9.37
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Limite Liquido : 29.4
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		Limite Plastico : 19.3
3/4"	19.050	185.0	4.61	4.61	95.39		Indice Plastico : 10.1
1/2"	12.700	177.0	4.41	9.02	90.98		
3/8"	9.525	98.0	2.44	11.47	88.53		
1/4"	6.350						CLASIFICACION DEL SUELO
N° 4	4.760	215.0	5.36	16.82	83.18		Clasificacion ASSHTO : A-6 (3)
N° 6	3.360						Clasificacion SUCS : SC
N° 8	2.380						IG :
N° 10	2.000	142.0	13.65	30.48	69.52		CC :
N° 16	1.190						CU :
N° 20	0.840	31.0	2.98	33.46	66.54		DENSIDAD MAXIMA :
N° 30	0.590						HUMEDAD OPTIMA :
N° 40	0.426	72.0	6.92	40.38	59.62		CBR AL 100% :
N° 50	0.297						CBR AL 95% :
N° 80	0.177						Observaciones : El suelo del estrato corresponde al material de relleno contaminado.
N° 100	0.149	77.0	7.40	47.79	52.21		
N° 200	0.074	42.0	4.04	51.83	48.17		
<N° 200 fondo		501.00	48.17	100.0	0.00		




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
"SILEX"

Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
"SILEX"

Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

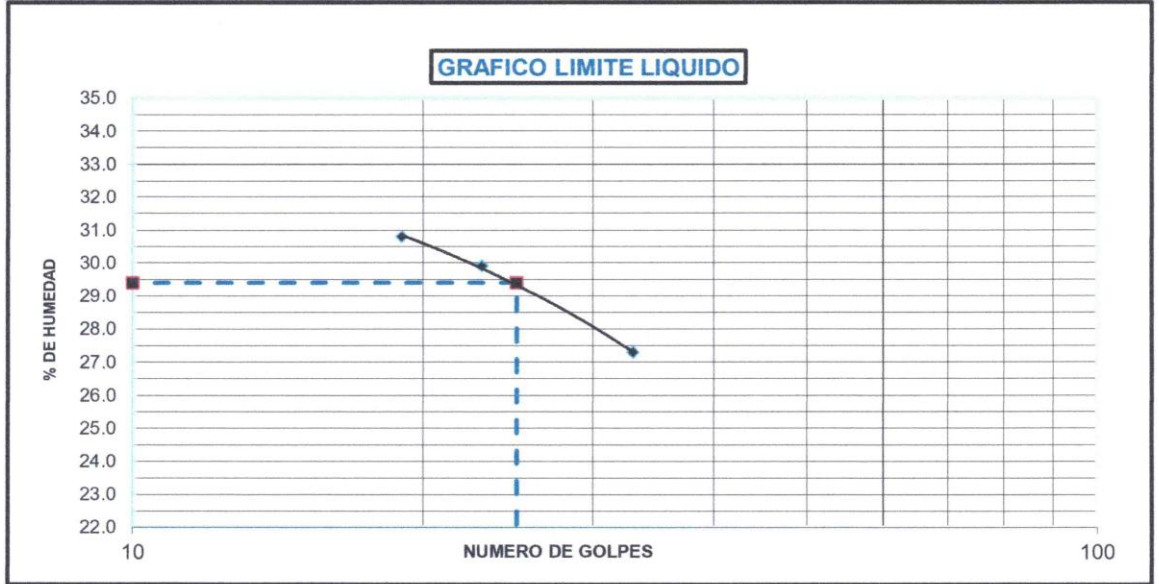
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
PROGRESIVA	: Km. 20 + 000 (Suelo de Fundación)	RSPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado Derecho	FECHA	: 06/08/2022

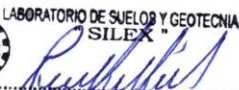
LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216			
Nro. De Tarro	N°	01A	02A	03A	Nro. De Tarro	N°	08S	07S
T. + Suelo Húmedo	Gr.	42.12	40.20	39.41	T. + Suelo Húmedo	Gr.	151.20	152.30
T. + Suelo Seco	Gr.	39.35	37.23	36.70	T. + Suelo Seco	Gr.	142.30	143.20
Agua	Gr.	2.77	2.97	2.71	Agua	Gr.	8.90	9.10
Peso del Tarro	Gr.	29.20	27.30	27.90	Peso del Tarro	Gr.	51.50	51.80
Suelo Seco	Gr.	10.15	9.93	8.80	Suelo Seco	Gr.	90.80	91.40
% de Humedad	%	27.29	29.91	30.80	% de Humedad	%	9.80	9.96
Nro. De Golpes	N°	33	23	19	Humedad Natural	%	9.88	

LÍMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					LL =	Wn * (N/25) + 0.121
Nro. De Tarro	N°	001B	002B		DONDE LL : Límite líquido Wn : Contenido de humedad promedio N : Número de golpes	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	37.12	39.10			
T. + Suelo Seco	Gr.	35.60	37.32			
Agua	Gr.	1.52	1.78			
Peso del Tarro	Gr.	27.90	27.90			
Suelo Seco	Gr.	7.70	9.42			
% de Humedad	%	19.74	18.90			
Humedad Promedio	%	19.32				



DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD			
L.L.	=	29.40	%
L.P.	=	19.32	%
I.P.	=	10.08	%

OBSERVACIONES


LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"


Ing. Leonardo Méstas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

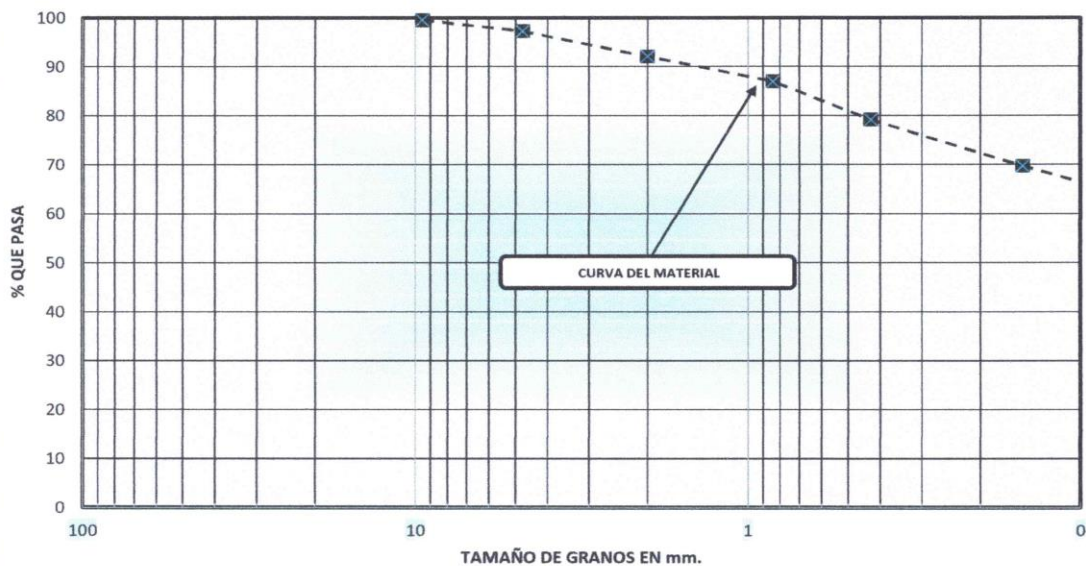
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayjayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICIANTE	: Bach. Grisélda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
PROGRESIVA	: Km. 20+000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado Derecho	FECHA	: 05/08/2022

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Peso Inicial : 814.00
3"	76.200						Humedad Natural : 11.57
2 1/2"	63.500						Limite Liquido : 40.0
2"	50.800						Limite Plastico : 26.1
1 1/2"	38.100						Indice Plastico : 13.9
1"	25.400						
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00		
							CLASIFICACION DEL SUELO
3/8"	9.525	4.0	0.49	0.49	99.51		Clasificacion ASSHTO : A-6 (7)
1/4"	6.350						Clasificacion SUCS : CL
N° 4	4.760	18.0	2.21	2.70	97.30		IG :
N° 6	3.360						CC :
N° 8	2.380						CU :
N° 10	2.000	43.0	5.28	7.99	92.01		DENSIDAD MAXIMA : 1.83
N° 16	1.190						HUMEDAD OPTIMA : 9.90
N° 20	0.840	41.0	5.04	13.02	86.98		CBR AL 100% : 12.50
N° 30	0.590						CBR AL 95% : 8.20
N° 40	0.426	64.0	7.86	20.88	79.12		
N° 50	0.297						Observaciones : El suelo del estrato corresponde al terreno de fundacion.
N° 80	0.177						
N° 100	0.149	77.0	9.46	30.34	69.66		
N° 200	0.074	47.0	5.77	36.12	63.88		
<N° 200 fondo		520.00	63.88	100.0	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779



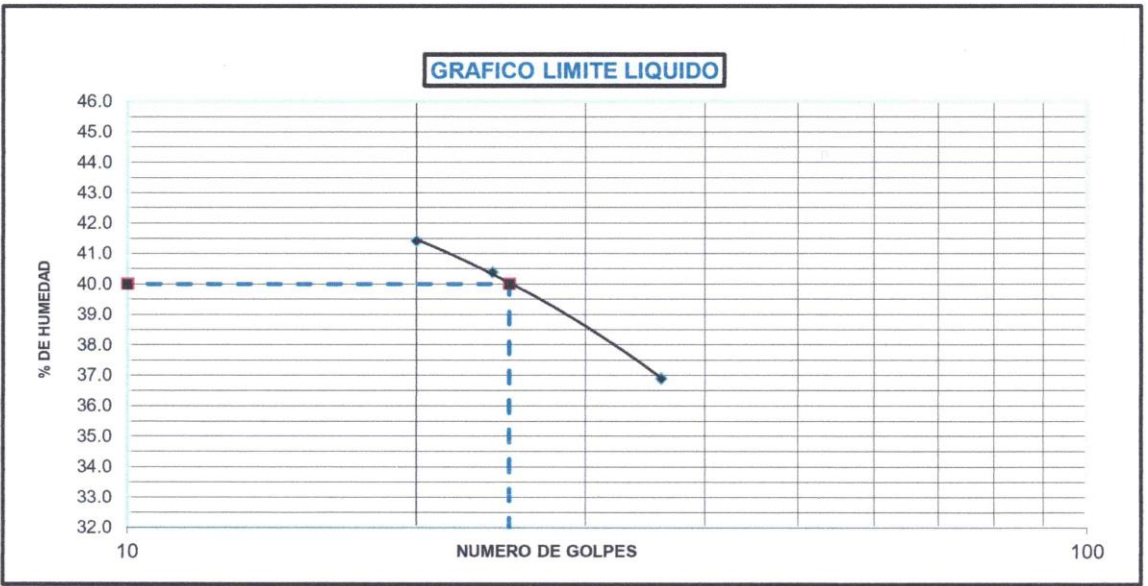
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA	
PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayjayu, Puno, 2022
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo
PROGRESIVA	: Km. 20+000 (Suelo de Fundación)
MARGEN	: Lado Derecho
CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
ESTRATO	: E - N°02
RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
FECHA	: 06/08/2022

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216			
Nro. De Tarro	Nº	04A	05A	06A	Nro. De Tarro	Nº	05S	06S
T. + Suelo Húmedo	Gr.	42.00	39.64	43.20	T. + Suelo Húmedo	Gr.	158.20	160.30
T. + Suelo Seco	Gr.	38.20	36.09	39.10	T. + Suelo Seco	Gr.	147.00	149.20
Agua	Gr.	3.80	3.55	4.10	Agua	Gr.	11.20	11.10
Peso del Tarro	Gr.	27.90	27.30	29.20	Peso del Tarro	Gr.	51.70	51.80
Suelo Seco	Gr.	10.30	8.79	9.90	Suelo Seco	Gr.	95.30	97.40
% de Humedad	%	36.89	40.39	41.41	% de Humedad	%	11.75	11.40
Nro. De Golpes	Nº	36	24	20	Humedad Natural	%	11.57	

LÍMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					LL =	Wn * (N/25) + 0.121
Nro. De Tarro	Nº	06M	07M		DONDE	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	37.20	39.40		LL	: Límite líquido
T. + Suelo Seco	Gr.	35.40	37.20		Wn	: Contenido de humedad promedio
Agua	Gr.	1.80	2.20		N	: Número de golpes
Peso del Tarro	Gr.	28.40	28.90			
Suelo Seco	Gr.	7.00	8.30			
% de Humedad	%	25.71	26.51			
Humedad Promedio	%	26.11				



DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD			
L.L.	=	40.00	%
L.P.	=	26.11	%
I.P.	=	13.89	%

OBSERVACIONES


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

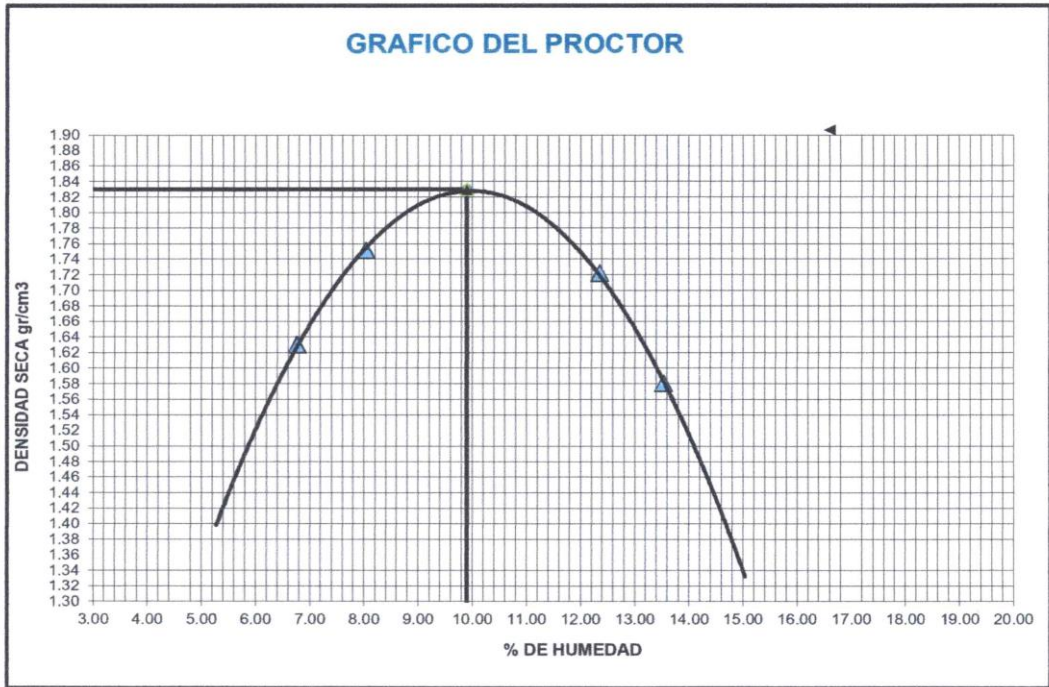
PROCTOR MODIFICADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA	
PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE : Bach. Griseida Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N°02
PROGRESIVA : Km. 20+000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN : Lado Derecho	FECHA : 08/08/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,144	10,466	10,556	10,259
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	3,697	4,019	4,109	3,812
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1.74	1.89	1.93	1.79
Contenido de Humedad	%	6.77	8.03	12.35	13.54
Densidad Seca	gr/cc.	1.63	1.75	1.72	1.58

CONTENIDO DE HUMEDAD		0	6	5	8
Tarro	N°				
Peso del Tarro	gr.	50.00	51.80	51.20	50.40
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	150.90	147.30	146.70	152.70
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	144.50	140.20	136.20	140.50
Peso del Agua	gr.	6.40	7.10	10.50	12.20
Peso del Suelo Seco	gr.	94.50	88.40	85.00	90.10
Contenido de Humedad	%	6.77	8.03	12.35	13.54
Promedio de Humedad	%	6.77	8.03	12.35	13.54

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.8300 Gr./Cm3	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	9.90%
-----------------------------	----------------	------------------------------------	-------




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
PROGRESIVA	: Km. 20+000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado Derecho	FECHA	: 10/08/2022

CBR

MOLDE N°	6				5				4			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12,610		12,680		12,350		12,490		12,120		12,275	
PESO DEL MOLDE	8,311		8,311		8,356		8,356		8,353		8,353	
PESO DEL SUELO HUM.	4,299		4,369		3,994		4,134		3,767		3,922	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,123		2,123		2,123		2,123		2,124		2,124	
DENSIDAD HUMEDA	2.02		2.06		1.88		1.95		1.77		1.85	
DENSIDAD SECA	1.83		1.85		1.70		1.71		1.60		1.62	
TARRO N°	01M	0	02M	0	03M	0	04M	0	05M	0	06M	0
TARRO + SUELO HUM	152.30	0.00	145.60	0.00	163.20	0.00	158.40	0.00	170.20	0.00	153.20	0.00
TARRO + SUELO SECO	142.50	0.00	136.20	0.00	152.30	0.00	145.60	0.00	158.30	0.00	140.60	0.00
AGUA	9.80	0.00	9.40	0.00	10.90	0.00	12.80	0.00	11.90	0.00	12.60	0.00
PESO DEL TARRO	50.00	0.00	51.70	0.00	51.80	0.00	51.50	0.00	50.00	0.00	50.40	0.00
PESO DEL SUELO SECO	92.50	0.00	84.50	0.00	100.50	0.00	94.10	0.00	108.30	0.00	90.20	0.00
% DE HUMEDAD	10.59	0.00	11.12	0.00	10.85	0.00	13.60	0.00	10.99	0.00	13.97	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	10.59		11.12		10.85		13.60		10.99		13.97	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
10-08-22	04:10 PM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11-08-22	04:10 PM	24:00	0.60	0.60	0.51	0.90	0.90	0.90	1.80	1.80	1.54
12-08-22	04:10 PM	48:00	1.40	1.40	1.20	1.40	1.40	1.20	2.60	2.60	2.22
13-08-22	04:10 PM	72:00	2.00	1.60	1.37	2.20	2.20	1.60	3.60	3.60	3.08
14-08-22	04:10 PM	96:00	3.10	2.00	1.71	3.60	3.60	2.50	4.60	5.00	4.27

PENETRACION

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA DIAL	Kg	Kg/cm2	%	CARGA DIAL	Kg	Kg/cm2	%	CARGA DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	
0.630		4.2	49.3	2.5		2.8	42.9	2.2		1.0	34.7	1.8	
1.270		14.6	96.8	4.9		5.6	55.7	2.8		4.3	49.8	2.5	
1.910		25.6	146.9	7.5		9.3	72.6	3.7		6.5	59.8	3.0	
2.540	70	32.4	177.9	9.1	12.9%	13.9	93.6	4.8	6.8%	8.8	70.3	3.6	
3.810		37.5	201.2	10.2		16.5	105.4	5.4		11.2	81.3	4.1	
5.080	105	42.6	224.4	11.4		20.8	125.0	6.4		14.4	95.8	4.9	
6.350		49.7	256.8	13.1		23.5	137.3	7.0		18.6	115.0	5.9	
7.620	133	56.3	286.9	14.6		25.1	144.6	7.4		21.5	128.2	6.5	
8.890													
10.160													

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
Ing. Cesar Quispe Tito
GERENTE GENERAL
CIP- 198779

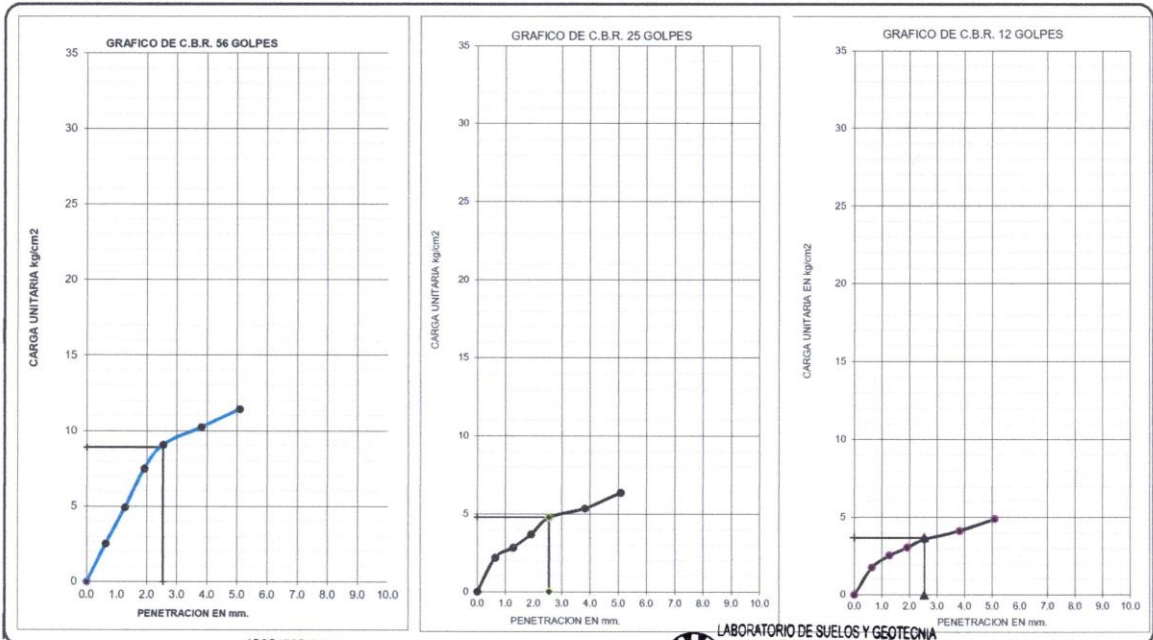
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
Ing. Leonardo Mestas Pacompia
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP- 111446

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	Metodo de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.830
PROGRESIVA	: Km. 20+000 (Suelo de Fundación)	Optimo Contenido de Humedad (%)	9.90
MARGEN	: Lado Derecho	CBR 100% MDS	12.5%
		CBR 95% MDS	8.2%
		CBR 90% MDS	

<p>GRAFICO DEL PROCTOR</p>	<p>RESULTADO DE C.B.R.</p>	<p>ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR</p> <table border="1"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>1.83</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>9.90</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td></td> </tr> </table>		METODO DE COMPACTACION	D	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.83	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.90	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.74	90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)																															
		METODO DE COMPACTACION	D																																								
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.83																																										
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.90																																										
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.74																																										
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)																																											
<p>COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MOLDE N°</th> <th>6</th> <th>5</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° DE CAPAS</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</td> <td>56</td> <td>25</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>1.84</td> <td>1.71</td> <td>1.61</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>10.6</td> <td>10.8</td> <td>11.0</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. %</td> <td>2.54</td> <td>12.9</td> <td>6.8</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. %</td> <td>5.08</td> <td></td> <td>5.1</td> </tr> </tbody> </table>		MOLDE N°	6	5	4	N° DE CAPAS	5	5	5	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12	DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.84	1.71	1.61	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.6	10.8	11.0	C.B.R. %	2.54	12.9	6.8	C.B.R. %	5.08		5.1	<p>RESULTADOS</p> <table border="1"> <tr> <td>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td> <td>2.54</td> <td>12.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td> <td>2.54</td> <td>8.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)</td> <td>2.54</td> <td>0.0</td> <td></td> </tr> </table>		C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.54	12.5		C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.54	8.2		C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	
MOLDE N°	6	5	4																																								
N° DE CAPAS	5	5	5																																								
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12																																								
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.84	1.71	1.61																																								
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.6	10.8	11.0																																								
C.B.R. %	2.54	12.9	6.8																																								
C.B.R. %	5.08		5.1																																								
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.54	12.5																																									
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.54	8.2																																									
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0																																									



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 198779

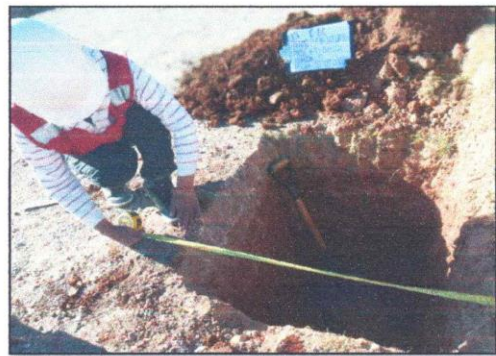
REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS
 NORMA : (ASTM D2488)

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
UBICACIÓN	: Km. 20+000 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado Derecho	FECHA	: 5/08/2022

PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DATOS PERFIL	SUCS AASHTO	SIMBOLOGIA
0.00 0.10 0.20	EST.01	Material relleno o de prestamo		SC A-6 (3)	
0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	EST.02	El suelo del estrato es del terreno de fundacion clasifica en el sistema SUCS como un limo inorganico de mediana a baja plasticidad esta compuesto de material fino con una humedad humedo de color marron rojizo.	Humedad Natural 11.57 % Limite Liquido 40.00 % Indice de plasticidad 13.89 % Malla N°04 97.30 % Malla N°10 92.01 % Malla N°40 79.12 % Malla N°200 63.88 %	CL A-6 (7)	

FOTOGRAFIA DE CALICATA N°02



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

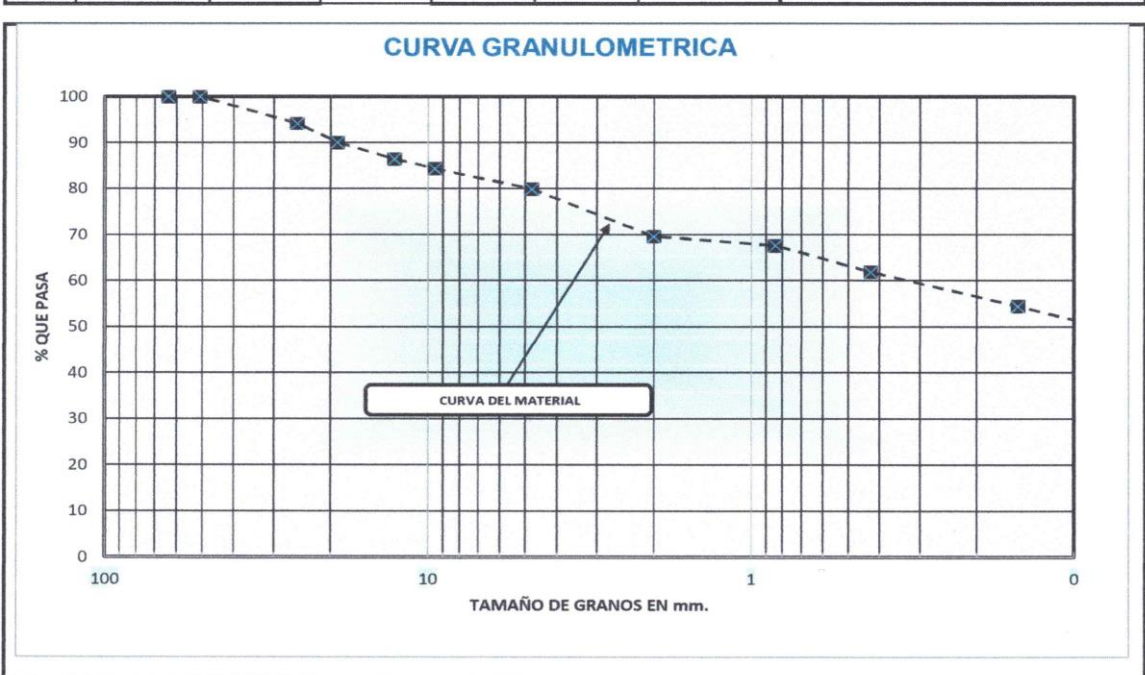
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88


DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 03
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N°01
PROGRESIVA : Km. 20 + 250 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN : Lado Izquierdo	FECHA : 04/08/2022

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
							Peso Inicial	: 5,032.00 Gr.	
							Peso Fracción	: 966.00 Gr.	
							Humedad Natural	: 9.37	
							Limite Liquido	: 28.3	
							Limite Plastico	: 18.1	
							Indice Plastico	: 10.2	
CLASIFICACION DEL SUELO									
							Clasificacion ASSHTO	: A-6 (3)	
							Clasificacion SUCS	: SC	
							IG	:	
							CC	:	
							CU	:	
							DENSIDAD MAXIMA	:	
							HUMEDAD OPTIMA	:	
							CBR AL 100%	:	
							CBR AL 95%	:	
Observaciones : El suelo del estrato corresponde al material de relleno contaminado.									
3"	76.200								
2 1/2"	63.500				100.00				
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00				
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00				
1"	25.400	294.0	5.84	5.84	94.16				
3/4"	19.050	207.0	4.11	9.96	90.04				
1/2"	12.700	181.0	3.60	13.55	86.45				
3/8"	9.525	107.0	2.13	15.68	84.32				
1/4"	6.350								
N° 4	4.760	225.0	4.47	20.15	79.85				
N° 6	3.360								
N° 8	2.380								
N° 10	2.000	125.0	10.33	30.48	69.52				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	24.0	1.98	32.47	67.53				
N° 30	0.590								
N° 40	0.426	69.0	5.70	38.17	61.83				
N° 50	0.297								
N° 80	0.177								
N° 100	0.149	91.0	7.52	45.69	54.31				
N° 200	0.074	62.0	5.12	50.82	49.18				
<N° 200	fondo	595.00	49.18	100.0	0.00				




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

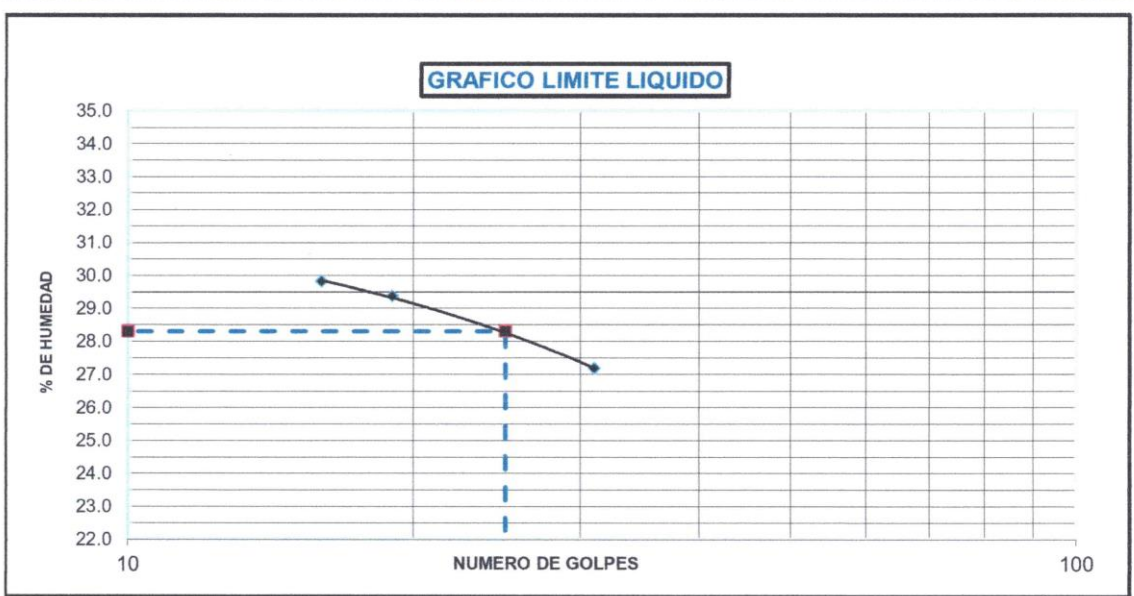

 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA	
PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo
PROGRESIVA	: Km. 20 + 250 (Suelo de Fundación)
MARGEN	: Lado izquierdo
CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 03
ESTRATO	: E - N°02
RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
FECHA	: 6/08/2022



LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216				
Nro. De Tarro	N°	002B	005B	003B	Nro. De Tarro	N°	9	6
T. + Suelo Húmedo	Gr.	42.30	43.60	46.10	T. + Suelo Húmedo	Gr.	149.20	148.50
T. + Suelo Seco	Gr.	39.50	39.90	41.92	T. + Suelo Seco	Gr.	139.50	140.30
Agua	Gr.	2.80	3.70	4.18	Agua	Gr.	9.70	8.20
Peso del Tarro	Gr.	29.20	27.30	27.90	Peso del Tarro	Gr.	50.00	51.80
Suelo Seco	Gr.	10.30	12.60	14.02	Suelo Seco	Gr.	89.50	88.50
% de Humedad	%	27.18	29.37	29.81	% de Humedad	%	10.84	9.27
Nro. De Golpes	N°	31	19	16	Humedad Natural	%	10.05	

LÍMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				LL	=	Wn * (N/25) + 0.121
Nro. De Tarro	N°	011B	010B			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	35.30	37.20		DONDE	
T. + Suelo Seco	Gr.	34.10	35.86		LL	: Límite líquido
Agua	Gr.	1.20	1.34		Wn	: Contenido de humedad promedio
Peso del Tarro	Gr.	27.90	27.90		N	: Número de golpes
Suelo Seco	Gr.	6.20	7.96			
% de Humedad	%	19.35	16.83			
Humedad Promedio	%	18.09				



DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
L.L.	=	28.30 %
L.P.	=	18.09 %
I.P.	=	10.21 %

OBSERVACIONES


LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

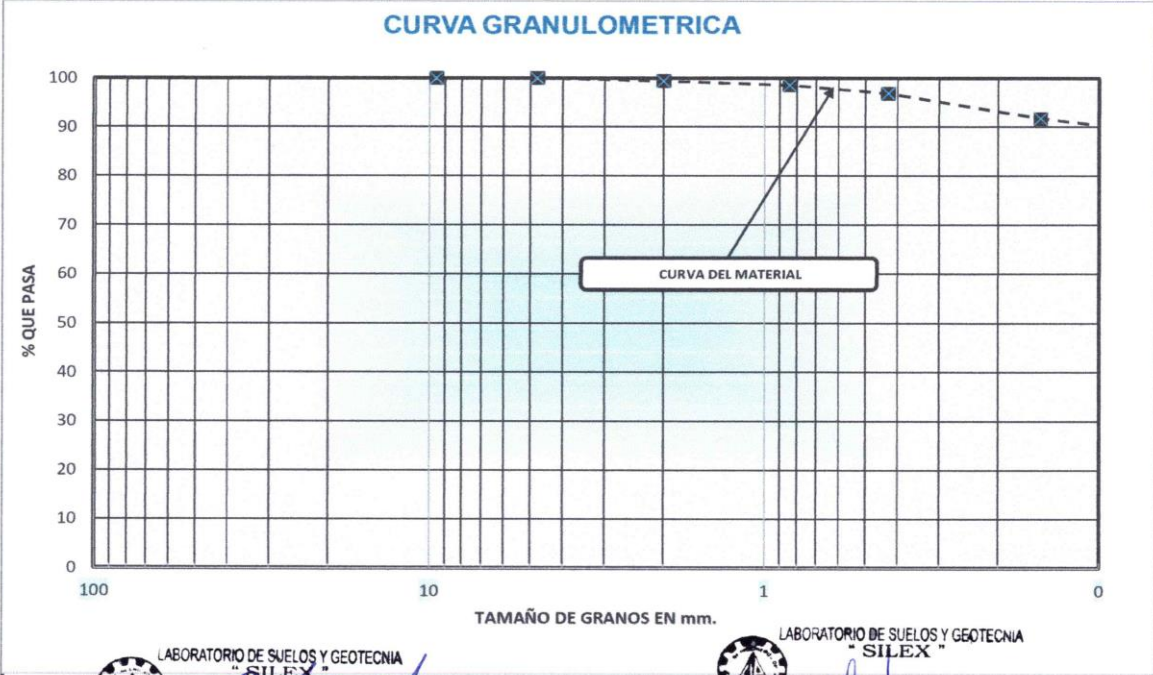
Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 111446

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 03
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N°02
PROGRESIVA : Km. 20 + 250 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE : Ing. Cesar Qulpspe Tito
MARGEN : Lado izquierdo.	FECHA : 05/08/2022

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
							Peso Inicial	674.00
3"	76.200						Humedad Natural	11.63
2 1/2"	63.500						Limite Liquido	39.2
2"	50.800						Limite Plastico	28.7
1 1/2"	38.100						Indice Plastico	10.5
1"	25.400							
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00			
							CLASIFICACION DEL SUELO	
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00		Clasificacion ASSHTO	A-6(8)
1/4"	6.350						Clasificacion SUCS	CL
N° 4	4.760	0.0	0.00	0.00	100.00		IG	
N° 6	3.360						CC	
N° 8	2.380						CU	
N° 10	2.000	4.0	0.59	0.59	99.41		DENSIDAD MAXIMA	1.83
N° 16	1.190						HUMEDAD OPTIMA	10.00
N° 20	0.840	6.0	0.89	1.48	98.52		CBR AL 100%	10.60
N° 30	0.590						CBR AL 95%	7.10
N° 40	0.426	11.0	1.63	3.12	96.88			
N° 50	0.297							
N° 80	0.177							
N° 100	0.149	35.0	5.19	8.31	91.69			
N° 200	0.074	16.0	2.37	10.68	89.32			
<N° 200	fondo	602.00	89.32	100.0	0.00			
							Observaciones : El suelo del estrato corresponde al terreno de fundacion.	




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Cesar Qulpspe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

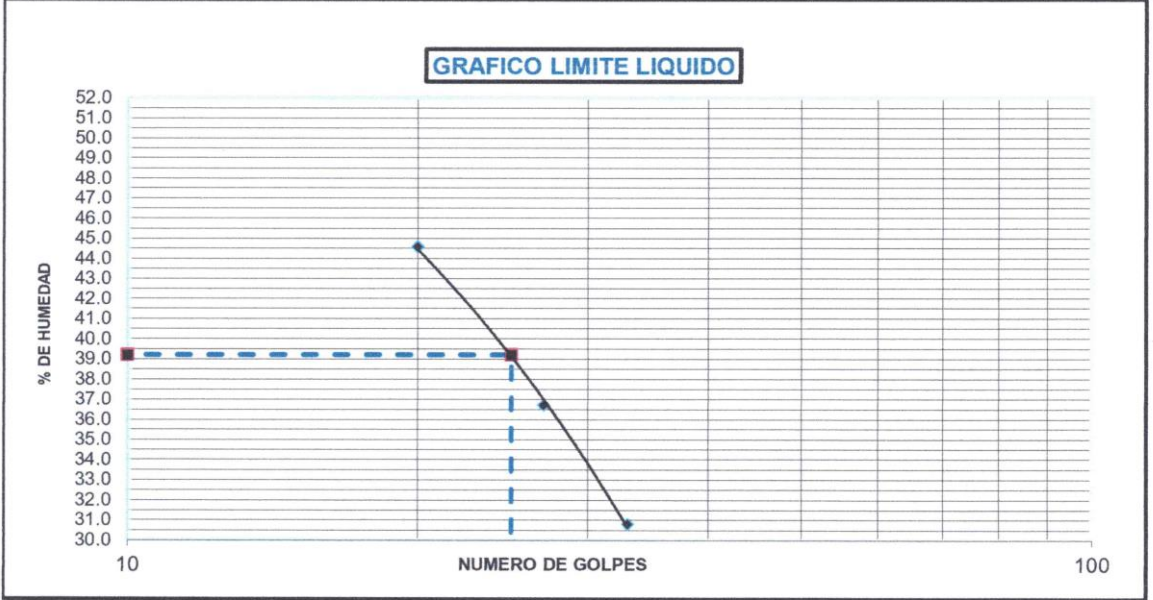
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 03
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N°02
PROGRESIVA : Km. 20 + 250 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN : Lado izquierdo.	FECHA : 06/08/2022



LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216			
Nro. De Tarro	N°	008B	009A	010A	Nro. De Tarro	N°	07S	08S
T. + Suelo Húmedo	Gr.	42.55	39.20	41.20	T. + Suelo Húmedo	Gr.	163.20	152.30
T. + Suelo Seco	Gr.	39.10	36.30	37.10	T. + Suelo Seco	Gr.	152.30	141.00
Agua	Gr.	3.45	2.90	4.10	Agua	Gr.	10.90	11.30
Peso del Tarro	Gr.	27.90	28.40	27.90	Peso del Tarro	Gr.	51.70	50.00
Suelo Seco	Gr.	11.20	7.90	9.20	Suelo Seco	Gr.	100.60	91.00
% de Humedad	%	30.80	36.71	44.57	% de Humedad	%	10.83	12.42
Nro. De Golpes	N°	33	27	20	Humedad Natural	%	11.63	

LÍMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					LL =	Wn * (N/25) + 0.121
Nro. De Tarro	N°	08M	09M		LL	: Límite líquido
T. + Suelo Húmedo	Gr.	38.60	36.50		Wn	: Contenido de humedad promedio
T. + Suelo Seco	Gr.	36.27	34.85		N	: Número de golpes
Agua	Gr.	2.33	1.65			
Peso del Tarro	Gr.	28.40	28.90			
Suelo Seco	Gr.	7.87	5.95			
% de Humedad	%	29.61	27.73			
Humedad Promedio	%	28.67				



DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
L.L.	=	39.20 %
L.P.	=	28.67 %
I.P.	=	10.53 %

OBSERVACIONES


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

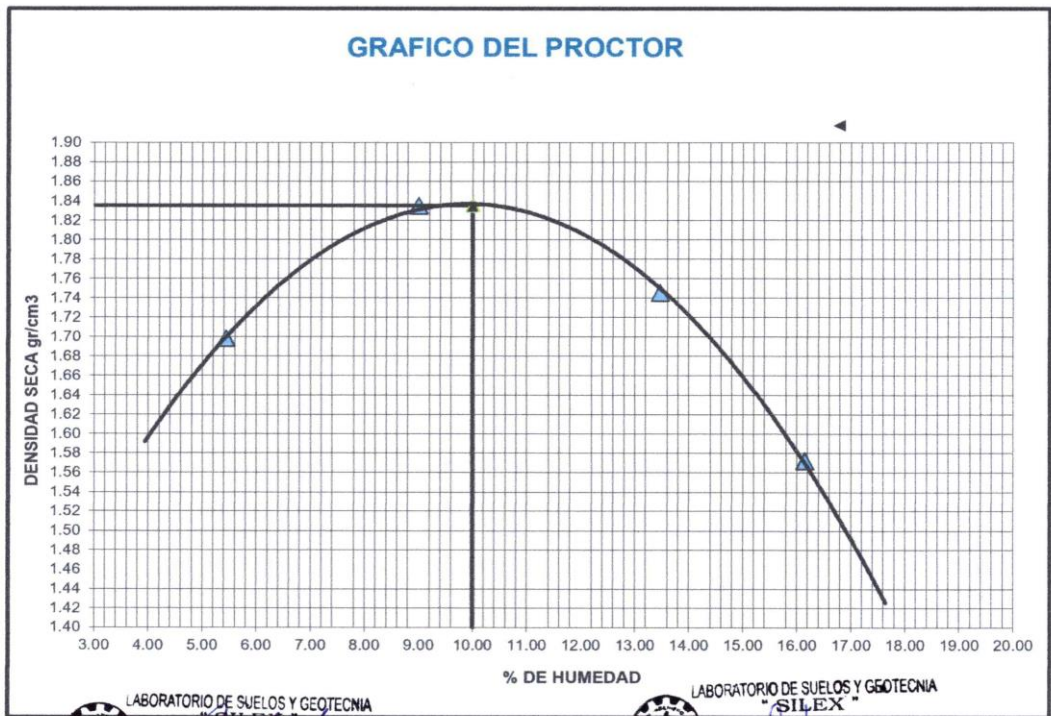
PROCTOR MODIFICADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA	
PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo
PROGRESIVA	: Km. 20 + 250 (Suelo de Fundación)
MARGEN	: Lado izquierdo.
CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 03
ESTRATO	: E - N°02
RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
FECHA	: 08/08/2022

	N°	1	2	3	4
Determinación					
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,250	10,695	10,653	10,325
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	3,803	4,248	4,206	3,878
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1.79	2.00	1.98	1.83
Contenido de Humedad	%	5.44	9.00	13.46	16.14
Densidad Seca	gr/cc.	1.70	1.83	1.75	1.57

CONTENIDO DE HUMEDAD		4	6	9	7
Tarro	N°				
Peso del Tarro	gr.	51.50	51.80	50.00	50.40
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	150.30	159.60	166.30	157.60
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	145.20	150.70	152.50	142.70
Peso del Agua	gr.	5.10	8.90	13.80	14.90
Peso del Suelo Seco	gr.	93.70	98.90	102.50	92.30
Contenido de Humedad	%	5.44	9.00	13.46	16.14
Promedio de Humedad	%	5.44	9.00	13.46	16.14

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.8349 Gr./Cm³	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	10.00%
-----------------------------	----------------------------------	------------------------------------	---------------




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX
 Ing. Leonardo Mejias Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 03
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
PROGRESIVA	: Km. 20 + 250 (Suelo de Fundación)	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MARGEN	: Lado izquierdo.	FECHA	: 10/08/2022

CBR

COND. DE LA MUEST.	9		8		7	
	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO
MOLDE N°	9		8		7	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES / CAPA	56		25		12	
PESO MOLDE + SUELO H.	12,652	12,710	12,490	12,550	12,310	12,430
PESO DEL MOLDE	8,311	8,311	8,356	8,356	8,353	8,353
PESO DEL SUELO HUM.	4,341	4,399	4,134	4,194	3,957	4,077
VOLUMEN DEL MOLDE	2,123	2,123	2,123	2,123	2,124	2,124
DENSIDAD HUMEDA	2.04	2.07	1.95	1.98	1.86	1.92
DENSIDAD SECA	1.84	1.85	1.75	1.74	1.67	1.69
TARRO N°	1	0	2	0	3	0
TARRO + SUELO HUM.	170.00	0.00	162.30	0.00	152.50	0.00
TARRO + SUELO SECO	158.20	0.00	150.30	0.00	142.30	0.00
AGUA	11.80	0.00	12.00	0.00	10.20	0.00
PESO DEL TARRO	51.70	0.00	52.00	0.00	51.80	0.00
PESO DEL SUELO SECO	106.50	0.00	98.30	0.00	90.50	0.00
% DE HUMEDAD	11.08	0.00	12.21	0.00	11.27	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	11.08		12.21		11.27	
					13.29	
					11.40	
					13.88	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
10-08-22	02:00 PM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11-08-22	02:00 PM	24:00	0.90	0.90	0.77	1.10	1.10	0.60	1.40	1.40	1.20
12-08-22	02:00 PM	48:00	1.60	1.60	1.37	1.80	1.80	1.20	2.00	2.00	1.71
13-08-22	02:00 PM	72:00	2.20	1.60	1.37	2.40	2.40	1.60	3.10	3.10	2.65
14-08-22	02:00 PM	96:00	2.60	2.00	1.71	3.20	3.20	2.50	4.02	4.02	3.44

PENETRACION

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 9		MOLDE N° 8				MOLDE N° 7					
		N° DE GOLPES / CAPA		56		N° DE GOLPES / CAPA		25		N° DE GOLPES / CAPA		12	
		CARGA DIAL	CORRECCION			CARGA DIAL	CORRECCION			CARGA DIAL	CORRECCION		
			Kg	Kg/cm2	%		Kg	Kg/cm2	%		Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.630		6.8	61.2	3.1		2.1	39.8	2.0		1.0	34.7	1.8	
1.270		14.8	97.7	5.0		7.3	63.5	3.2		4.6	51.2	2.6	
1.910		23.3	136.4	6.9		11.7	83.5	4.3		8.6	69.4	3.5	
2.540	70	27.2	154.2	7.9	11.2%	15.1	99.0	5.0	7.2%	12.0	84.9	4.3	
3.810		31.4	173.4	8.8		24.3	141.0	7.2		16.1	103.6	5.3	
5.080	105	36.3	195.7	10.0		28.2	158.8	8.1		19.9	120.9	6.2	
6.350		39.2	208.9	10.6		30.2	167.9	8.6		23.1	135.5	6.9	
7.620	133	42.0	221.7	11.3		33.4	182.5	9.3		27.3	154.7	7.9	
8.890													
10.160													

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

Ing. Cesar Quispe Tito
GERENTE GENERAL
C.B. 408770

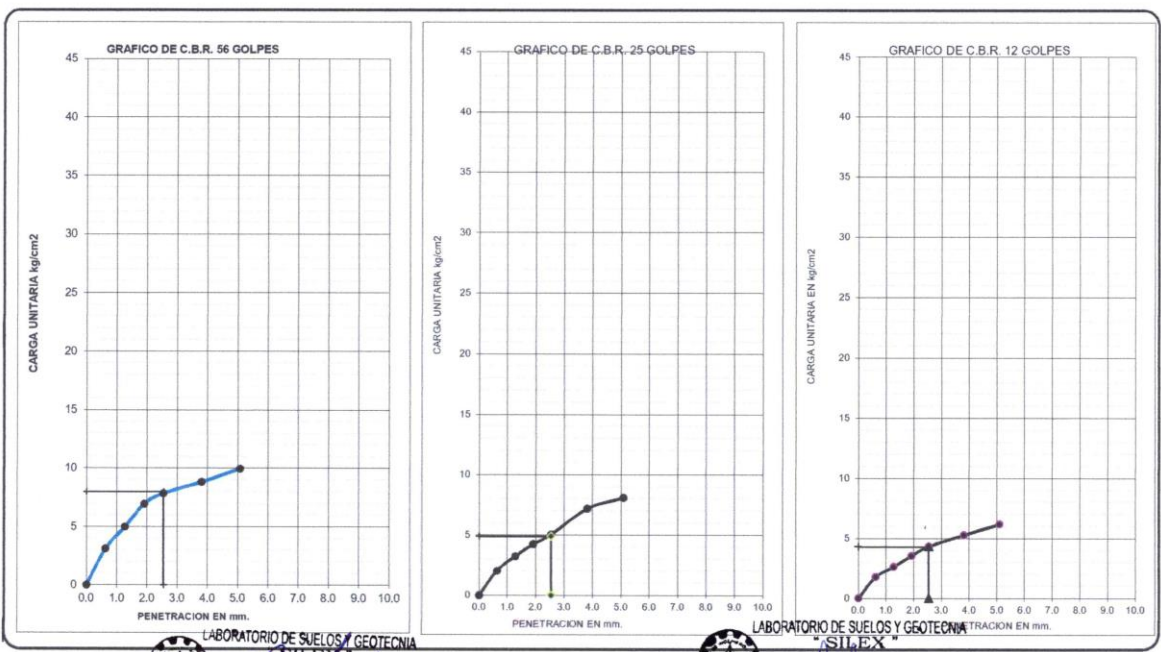
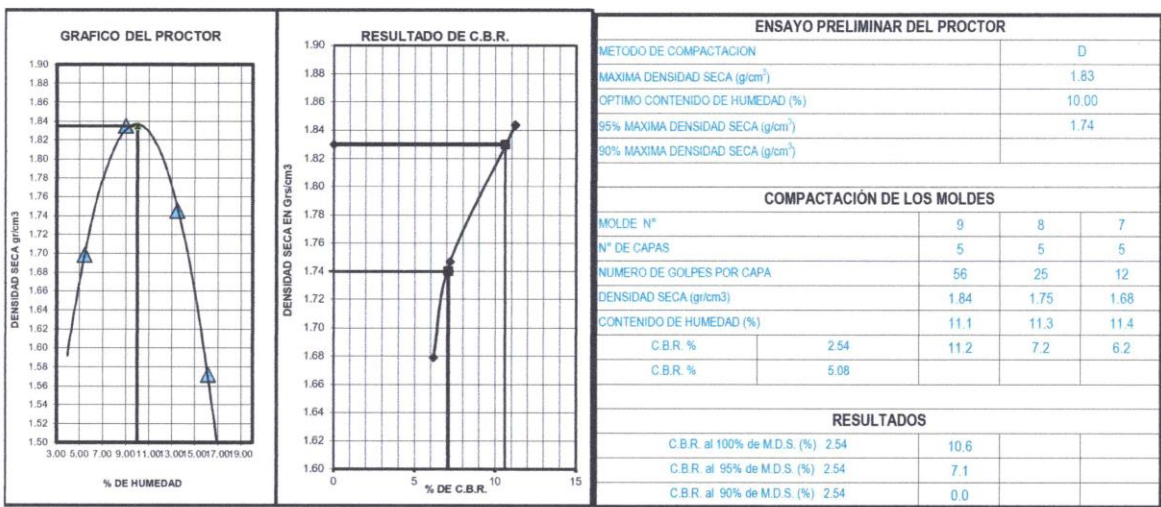
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"


Ing. Leonardo Mejias Pacompia
ESPECIALISTA EN MECANICA DE

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	Metodo de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	: Bach. Griseida Marnani Gonzalo	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.835
PROGRESIVA	: Km. 20 + 250 (Suelo de Fundación)	Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.00
MARGEN	: Lado izquierdo.	CBR 100% MDS	10.6%
		CBR 95% MDS	7.1%
		CBR 90% MDS	




LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX
Ingeniero Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198774


LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX
Ingeniero Leonardo Méstas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446


REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS
 NORMA : (ASTM D2488)

DATOS DE LA MUESTRA	
PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo
PROGRESIVA	: Km. 20 + 250 (Suelo de Fundación)
MARGEN	: Lado izquierdo.
CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 03
ESTRATO	: E - N°02
RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
FECHA	: 05/08/2022

PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DATOS PERFIL	SUCS AASHTO	SIMBOLOGIA
0.00 0.10 0.20 0.30	EST.01	Material relleno o de prestamo		SC A-6 (3)	
0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	EST.02	El suelo del estrato es del terreno de fundacion clasifica en el sistema SUCS como una arcilla inorganica de mediana a baja plasticidad esta compuesto de material fino con una humedad humedo de color marron rojizo.	Humedad Natural 11.63 % Limite Liquido 39.20 % Indice de plasticidad 10.53 % Malla N°04 100.00 % Malla N°10 99.41 % Malla N°40 96.88 % Malla N°200 89.32 %	CL A-6(8)	

FOTOGRAFIA DE CALICATA N°03




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
Cesar Quispe Tito
Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
Leonardo Mestas Pacompia
Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICAS DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

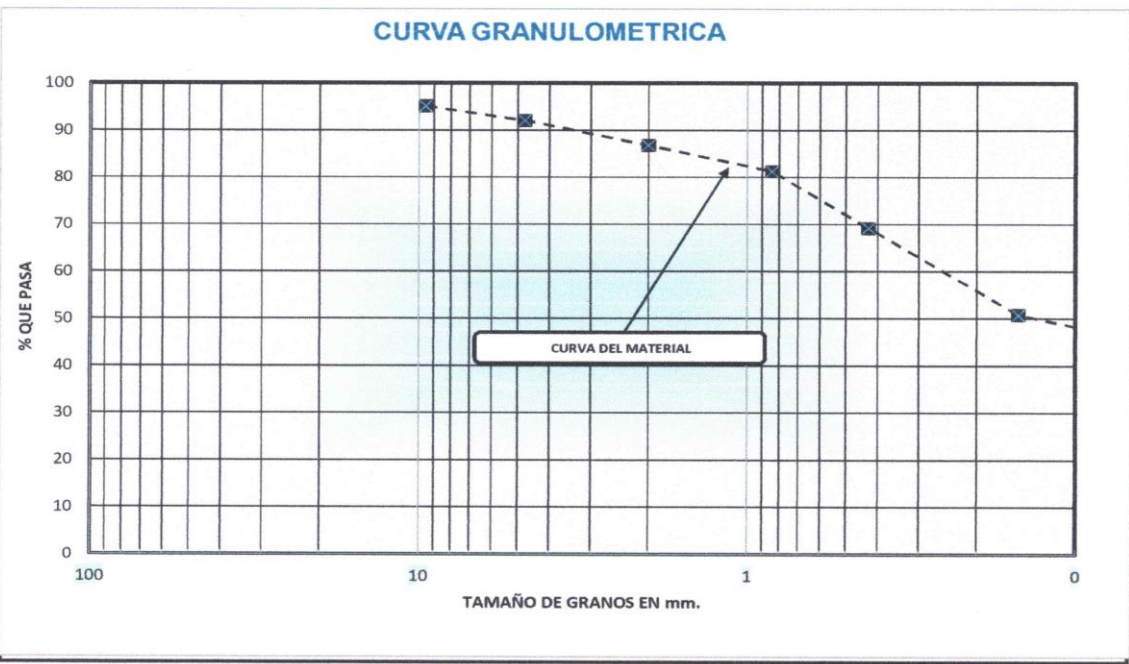
DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujuyu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
UBICACION	: Km. 20 + 000, Lado Derecho	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA	: Suelo de fundación + 5%CQ + 5%C	FECHA	: 16-08-2022

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 814.00
2 1/2"	63.500						Humedad Natural : 10.97
2"	50.800						Limite Liquido : 34.4
1 1/2"	38.100						Limite Plastico : 21.5
1"	25.400						Indice Plastico : 12.9
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	25.0	3.07	3.07	96.93		
3/8"	9.525	15.0	1.84	4.91	95.09		
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	25.0	3.07	7.99	92.01		
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	43.0	5.28	13.27	86.73		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	45.0	5.53	18.80	81.20		
N° 30	0.590						
N° 40	0.426	98.0	12.04	30.84	69.16		
N° 50	0.297						
N° 80	0.177						
N° 100	0.149	150.0	18.43	49.26	50.74		
N° 200	0.074	35.0	4.30	53.56	46.44		
<N° 200 fondo		378.00	46.44	100.0	0.00		

CLASIFICACION DEL SUELO
 Clasificacion ASSHTO : **A-6 (3)**
 Clasificacion SUCS : **SC**
 IG :
 CC :
 CU :
 DENSIDAD MAXIMA : **1.86**
 HUMEDAD OPTIMA : **9.25**
 CBR AL 100% : **21.50**
 CBR AL 95% : **15.30**

Observaciones : El suelo del estrato corresponde al terreno de fundación.



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

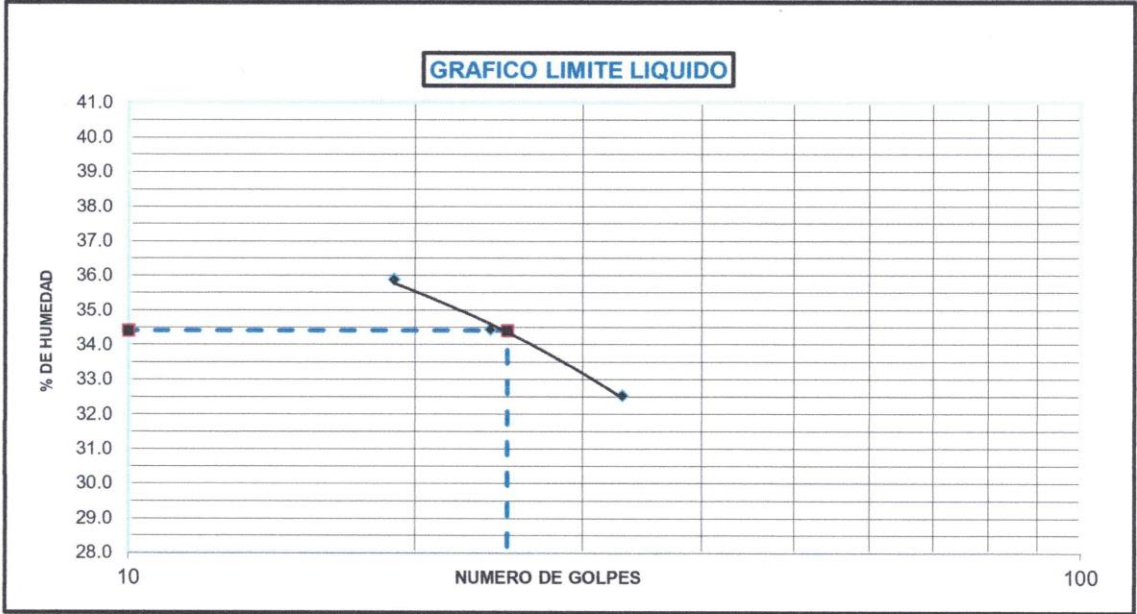
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
UBICACIÓN	: Km. 20 + 000, Lado Derecho	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA	: suelo de fundación + 5%CQ + 5%C	FECHA	: 17-08-2022


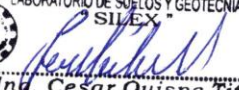
LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216			
Nro. De Tarro	N°	B01	B02	B03	Nro. De Tarro	N°	01L	02L
T. + Suelo Húmedo	Gr.	42.10	39.56	43.20	T. + Suelo Húmedo	Gr.	164.70	168.30
T. + Suelo Seco	Gr.	38.62	36.42	39.16	T. + Suelo Seco	Gr.	154.10	156.20
Agua	Gr.	3.48	3.14	4.04	Agua	Gr.	10.60	12.10
Peso del Tarro	Gr.	27.92	27.30	27.90	Peso del Tarro	Gr.	51.70	51.78
Suelo Seco	Gr.	10.70	9.12	11.26	Suelo Seco	Gr.	102.40	104.42
% de Humedad	%	32.52	34.43	35.88	% de Humedad	%	10.35	11.59
Nro. De Golpes	N°	33	24	19	Humedad Natural	%	10.97	


LÍMITE PLASTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				LL =	Wn * (N/25) + 0.121	
Nro. De Tarro	N°	02S	01S		DONDE	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	41.30	40.12		LL	: Límite líquido
T. + Suelo Seco	Gr.	39.00	38.15		Wn	: Contenido de humedad promedio
Agua	Gr.	2.30	1.97		N	: Número de golpes
Peso del Tarro	Gr.	28.40	28.91			
Suelo Seco	Gr.	10.60	9.24			
% de Humedad	%	21.70	21.32			
Humedad Promedio	%	21.51				



DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD			
L.L.	=	34.40	%
L.P.	=	21.51	%
I.P.	=	12.89	%

OBSERVACIONES


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP 10679


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

Ing. Leonarfo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 1

PROCTOR MODIFICADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

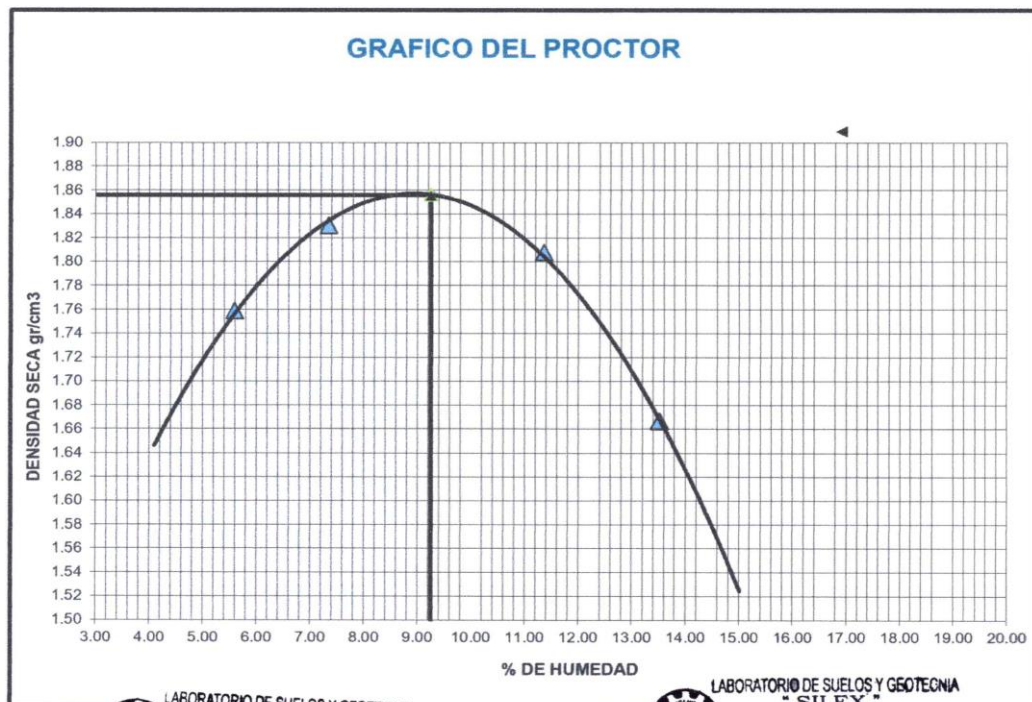
PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
UBICACIÓN	: Km. 20 + 000, Lado Derecho	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA	: Suelo de fundación + 5%CQ + 5%C	FECHA	: 20-08-2022


Determinación	Nº	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,392	10,620	10,723	10,465
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	3,945	4,173	4,276	4,018
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1.86	1.96	2.01	1.89
Contenido de Humedad	%	5.60	7.35	11.36	13.52
Densidad Seca	gr/cc.	1.76	1.83	1.81	1.67

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	Nº	05A	06A	07A	08A
Peso del Tarro	gr.	50.00	51.80	50.20	49.40
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	161.30	148.20	153.10	148.50
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	155.40	141.60	142.60	136.70
Peso del Agua	gr.	5.90	6.60	10.50	11.80
Peso del Suelo Seco	gr.	105.40	89.80	92.40	87.30
Contenido de Humedad	%	5.60	7.35	11.36	13.52
Promedio de Humedad	%	5.60	7.35	11.36	13.52

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.8560 Gr./Cm ³	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	9.25%
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP 111446


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 111446

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayjayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N°02
UBICACIÓN	: Km. 20 + 000. Lado Derecho	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA	: suelo de fundación + 5% CQ + 5% C	FECHA	: 24/08/2022

CBR

	6				5				4			
	5		56		5		25		5		12	
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12.880		12.950		12.652		12.758		12.350		12.420	
PESO DEL MOLDE	8.311		8.311		8.356		8.356		8.353		8.353	
PESO DEL SUELO HUM.	4.569		4.639		4.296		4.402		3.997		4.067	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.123		2.123		2.123		2.123		2.124		2.124	
DENSIDAD HUMEDA	2.15		2.19		2.02		2.07		1.88		1.91	
DENSIDAD SECA	1.96		1.97		1.85		1.87		1.71		1.73	
TARRO N°	1GS	0	2GS	0	3GS	0	4GS	0	5GS	0	6GS	0
TARRO + SUELO HUM.	187.20	0.00	170.20	0.00	155.20	0.00	152.30	0.00	153.20	0.00	150.80	0.00
TARRO + SUELO SECO	175.10	0.00	158.70	0.00	146.10	0.00	142.50	0.00	143.95	0.00	140.90	0.00
AGUA	12.10	0.00	11.50	0.00	9.10	0.00	9.80	0.00	9.25	0.00	9.90	0.00
PESO DEL TARRO	50.00	0.00	51.70	0.00	51.80	0.00	51.50	0.00	50.00	0.00	50.40	0.00
PESO DEL SUELO SECO	125.10	0.00	107.00	0.00	94.30	0.00	91.00	0.00	93.95	0.00	90.50	0.00
% DE HUMEDAD	9.67	0.00	10.75	0.00	9.65	0.00	10.77	0.00	9.85	0.00	10.94	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	9.67		10.75		9.65		10.77		9.85		10.94	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
24-08-22	10:00 AM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25-08-22	10:00 AM	24:00	0.10	0.10	0.09	0.40	0.40	0.60	1.20	0.50	0.43
26-08-22	10:00 AM	48:00	0.60	0.60	0.51	0.70	0.70	1.20	1.60	1.10	0.94
27-08-22	10:00 AM	72:00	1.20	1.20	1.03	1.40	1.40	1.60	2.50	1.80	1.54
28-08-22	10:00 AM	96:00	1.60	1.60	1.37	2.20	2.20	2.50	3.30	2.20	1.88

PENETRACION

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLPES / CAPA		56		N° DE GOLPES / CAPA		25		N° DE GOLPES / CAPA		12	
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.630		11.2	81.3	4.1		8.8	70.3	3.6		5.5	55.3	2.8	
1.270		38.9	207.6	10.6		25.2	145.1	7.4		19.7	120.0	6.1	
1.910		58.1	295.1	15.0		39.2	208.9	10.6		28.2	158.8	8.1	
2.540	70	72.9	362.6	18.5	26.4%	58.3	296.0	15.1	21.5%	32.5	178.4	9.1	13.0%
3.810		92.8	453.3	23.1		72.3	359.9	18.3		44.5	233.1	11.9	
5.080	105	107.9	522.2	26.6		83.5	410.9	20.9		53.6	274.6	14.0	
6.350		122.1	587.0	29.9		99.5	483.9	24.7		65.2	327.5	16.7	
7.620	133	127.5	611.6	31.2		108.5	524.9	26.7		80.1	395.4	20.1	
8.890													
10.160													


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"

 Ing. Leonardo Mejtas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022

SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo

UBICACIÓN : Km. 20 + 000, Lado Derecho

MUESTRA : suelo de fundación + 5% CQ + 5% C

Metodo de compactación : T-180 "D"

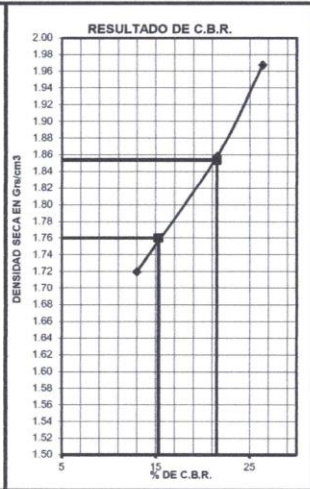
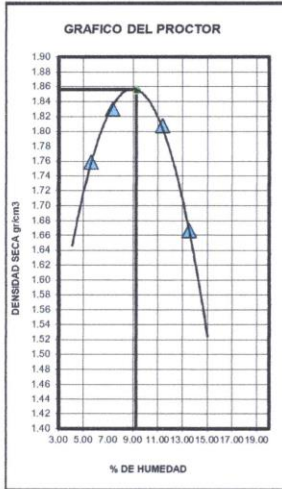
Máxima Densidad Seca (gr/cc) : 1.856

Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.25

CBR 100% MDS : 21.5%

CBR 95% MDS : 15.3%

CBR 90% MDS : 15.3%



ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR

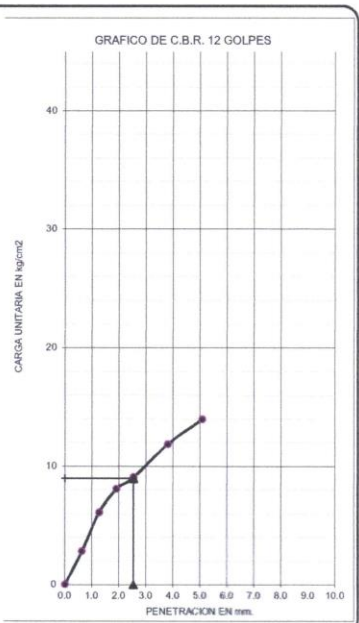
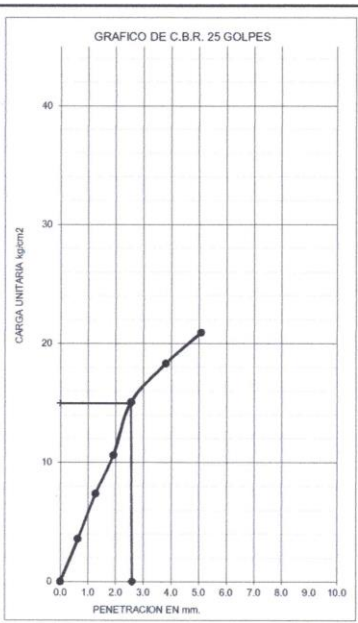
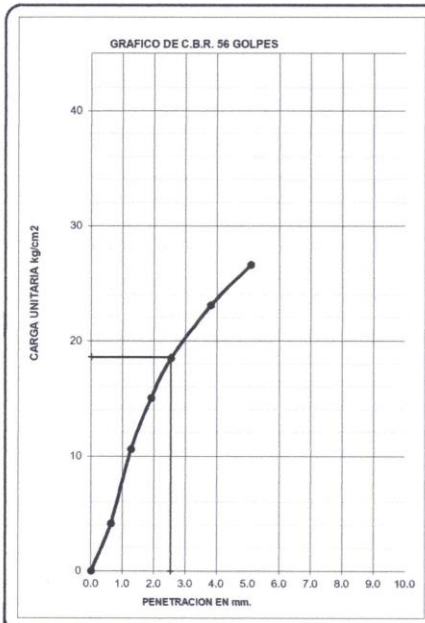
METODO DE COMPACTACION	D
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.86
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.25
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.76
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	

COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES

MOLDE N°	6	5	4
N° DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.97	1.86	1.72
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.7	9.7	9.8
C.B.R. %	2.54	26.4	21.5
C.B.R. %	5.08		

RESULTADOS

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.54	21.5	
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.54	15.3	
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

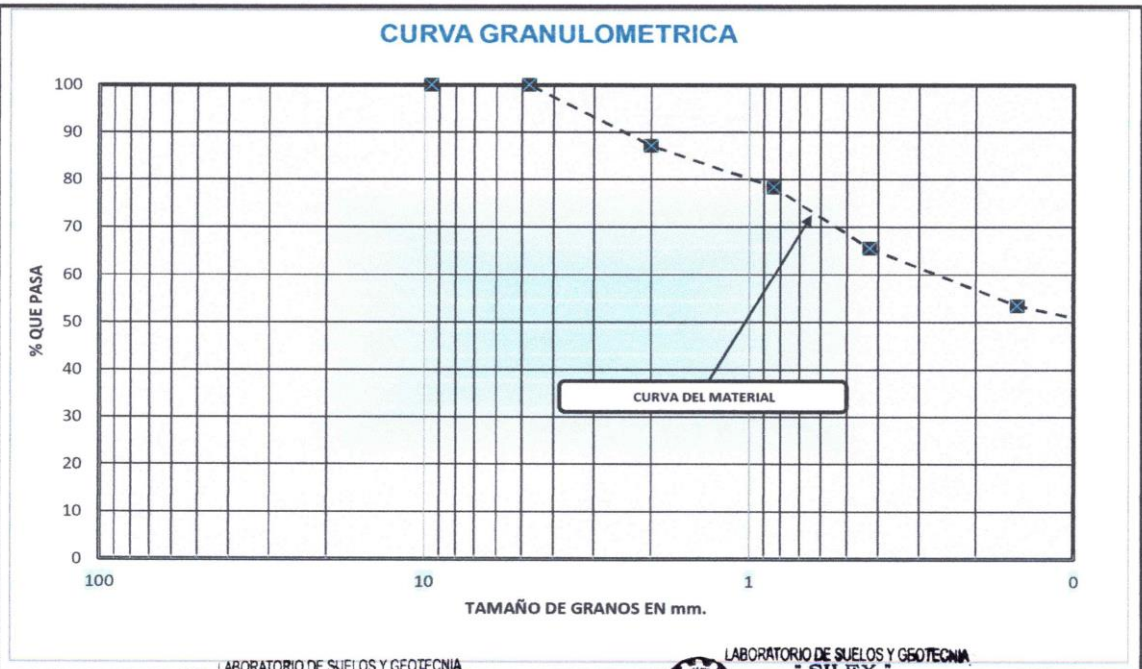
 Ing. Leonardo Mejtas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICAS DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilizacion de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini -Jayujayu,Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N° 02
UBICACION	: Km. 20+000, Lado Derecho	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA	: Suelo de fundación + 7%CQ + 5%C	FECHA	: 16-08-2022

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
							Peso Inicial	: 970.00
3"	76.200						Humedad Natural	: 9.63
2 1/2"	63.500						Limite Liquido	: 29.8
2"	50.800						Limite Plastico	: 19.4
1 1/2"	38.100						Indice Plastico	: 10.4
1"	25.400						CLASIFICACION DEL SUELO	
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00		Clasificacion ASSHTO	: A-6 (3)
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00		Clasificacion SUCS	: SC
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00		IG	:
1/4"	6.350						CC	:
N° 4	4.760	0.0	0.00	0.00	100.00		CU	:
N° 6	3.360						DENSIDAD MAXIMA	: 1.88
N° 8	2.380						HUMEDAD OPTIMA	: 9.20
N° 10	2.000	125.0	12.89	12.89	87.11		CBR AL 100%	: 29.9
N°16	1.190						CBR AL 95%	: 23.1
N° 20	0.840	85.0	8.76	21.65	78.35		Observaciones : El suelo del estrato corresponde al terreno de fundacion.	
N° 30	0.590							
N° 40	0.426	125.0	12.89	34.54	65.46			
N° 50	0.297							
N° 80	0.177							
N° 100	0.149	117.0	12.06	46.60	53.40			
N° 200	0.074	42.0	4.33	50.93	49.07			
<N° 200	fondo	476.00	49.07	100.0	0.00			



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX
 Ing. Cesar Quispe Tito
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 19679

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX
 Ing. Leonardo Mejtas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

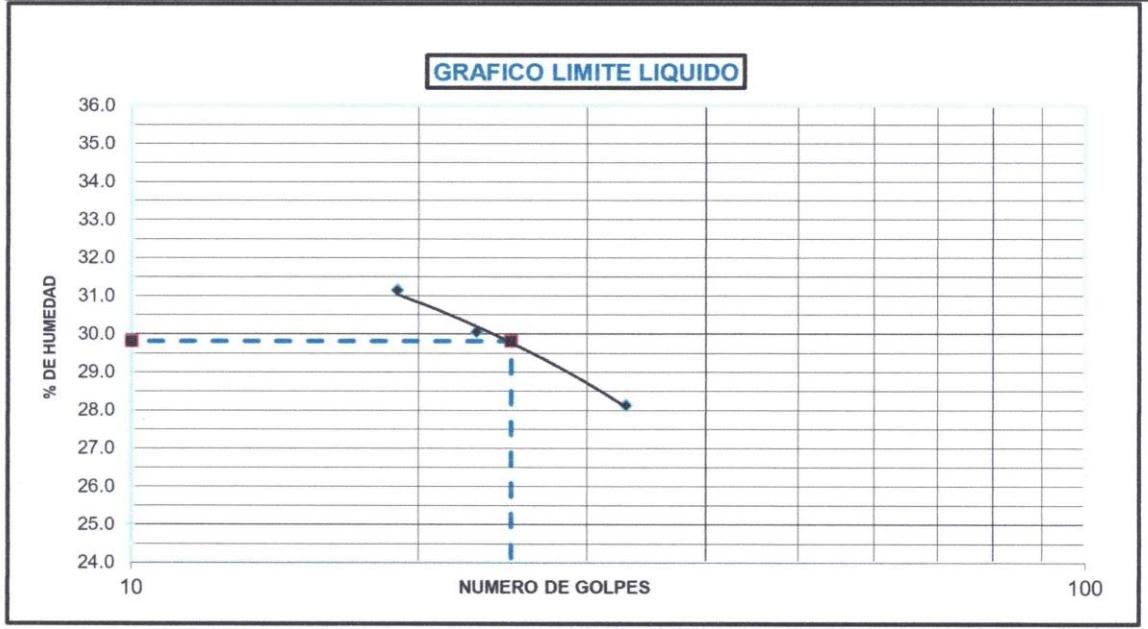
LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini -Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N° 02
UBICACIÓN	: Km. 20+000, Lado Derecho	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA	: Suelo de fundación + 7%CQ + 5%C	FECHA	: 17-08-2022


LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216			
Nro. De Tarro	N°	B04	B05	B06	Nro. De Tarro	N°	03L	04L
T. + Suelo Húmedo	Gr.	42.25	40.39	38.47	T. + Suelo Húmedo	Gr.	179.20	174.20
T. + Suelo Seco	Gr.	39.10	37.62	35.96	T. + Suelo Seco	Gr.	167.60	163.80
Agua	Gr.	3.15	2.77	2.51	Agua	Gr.	11.60	10.40
Peso del Tarro	Gr.	27.90	28.40	27.90	Peso del Tarro	Gr.	52.00	51.00
Suelo Seco	Gr.	11.20	9.22	8.06	Suelo Seco	Gr.	115.60	112.80
% de Humedad	%	28.13	30.04	31.14	% de Humedad	%	10.03	9.22
Nro. De Golpes	N°	33	23	19	Humedad Natural	%	9.63	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					LL =	Wn * (N/25) + 0.121
Nro. De Tarro	N°	03S	04S		LL	: Límite líquido
T. + Suelo Húmedo	Gr.	36.50	39.70		Wn	: Contenido de humedad promedio
T. + Suelo Seco	Gr.	35.00	38.00		N	: Número de golpes
Agua	Gr.	1.50	1.70			
Peso del Tarro	Gr.	27.30	29.20			
Suelo Seco	Gr.	7.70	8.80			
% de Humedad	%	19.48	19.32			
Humedad Promedio	%	19.40				



DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD			
L.L.	=	29.80	%
L.P.	=	19.40	%
I.P.	=	10.40	%

OBSERVACIONES


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

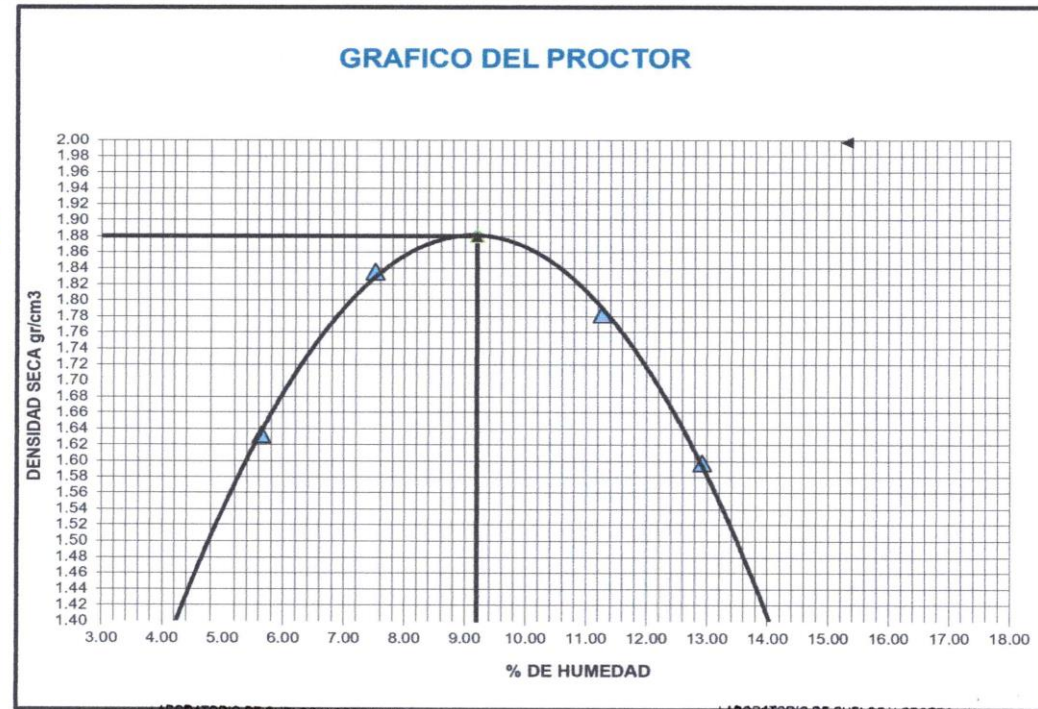
PROCTOR MODIFICADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA	
PROYECTO : Estabilizacion de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini - Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N° 02
UBICACIÓN : Km. 20+000, Lado Derecho	RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA : Suelo de fundación + 7% CQ + 5% C	FECHA : 20-08-2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,110	10,639	10,660	10,279
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	3,663	4,192	4,213	3,832
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1.72	1.97	1.98	1.80
Contenido de Humedad	%	5.64	7.52	11.27	12.92
Densidad Seca	gr/cc.	1.63	1.84	1.78	1.60

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tarro	N°	1A	2A	3A	4A		
Peso del Tarro	gr.	51.80	50.40	50.10	51.70		
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	169.90	167.70	168.60	158.30		
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	163.60	159.50	156.60	146.10		
Peso del Agua	gr.	6.30	8.20	12.00	12.20		
Peso del Suelo Seco	gr.	111.80	109.10	106.50	94.40		
Contenido de Humedad	%	5.64	7.52	11.27	12.92		
Promedio de Humedad	%	5.64	7.52	11.27	12.92		

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.8800 Gr./Cm³	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	9.20%
-----------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--------------




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 121116

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini - Jayujayu, Puno, 2022
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo
UBICACIÓN : Km. 20+000, Lado Derecho
MUESTRA : Suelo de fundación + 7% CQ + 5% C

CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 02
ESTRATO : E - N° 02
RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito
FECHA : 24-08-2022

CBR

MOLDE N°	1				2				3			
	N° DE CAPAS				N° DE CAPAS				N° DE CAPAS			
N° DE GOLFES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12,630		12,905		12,410		12,680		12,390		12,520	
PESO DEL MOLDE	8,355		8,355		8,356		8,356		8,312		8,312	
PESO DEL SUELO HUM.	4,275		4,550		4,054		4,324		4,078		4,208	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,124		2,124		2,124		2,124		2,124		2,124	
DENSIDAD HUMEDA	2,01		2,14		1,91		2,04		1,92		1,98	
DENSIDAD SECA	1,84		1,94		1,76		1,84		1,75		1,78	
TARRO N°	01F	0	02F	0	03F	0	04F	0	05F	0	06F	0
TARRO + SUELO HUM.	175.80	0.00	159.20	0.00	163.90	0.00	150.50	0.00	174.20	0.00	171.30	0.00
TARRO + SUELO SECO	165.10	0.00	148.70	0.00	155.00	0.00	140.90	0.00	163.20	0.00	159.20	0.00
AGUA	10.70	0.00	10.50	0.00	8.90	0.00	9.60	0.00	11.00	0.00	12.10	0.00
PESO DEL TARRO	51.70	0.00	49.40	0.00	51.50	0.00	50.10	0.00	50.40	0.00	49.90	0.00
PESO DEL SUELO SECO	113.40	0.00	99.30	0.00	103.50	0.00	90.80	0.00	112.80	0.00	109.30	0.00
% DE HUMEDAD	9.44	0.00	10.57	0.00	8.60	0.00	10.57	0.00	9.75	0.00	11.07	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	9.44		10.57		8.60		10.57		9.75		11.07	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSIÓN		DIAL (mm.)	EXPANSIÓN		DIAL (mm.)	EXPANSIÓN	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
24-08-22	02:20:PM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25-08-22	02:20:PM	24:00	0.30	0.18	0.15	0.25	0.25	0.21	0.40	0.40	0.34
26-08-22	02:20:PM	48:00	0.60	0.45	0.38	0.65	0.65	0.56	0.70	0.70	0.60
27-08-22	02:20:PM	72:00	1.20	0.70	0.60	1.14	1.14	0.97	1.20	1.20	1.03
28-08-22	02:20:PM	96:00	1.65	0.95	0.81	1.60	1.60	1.37	1.60	1.60	1.37

PENETRACIÓN

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		N° DE GOLFES / CAPA				N° DE GOLFES / CAPA				N° DE GOLFES / CAPA			
		56				25				12			
		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION	
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.630		15.2	99.5	5.1		9.8	74.9	3.8		5.0	53.0	2.7	
1.270		39.6	210.8	10.7		31.2	172.5	8.8		26.9	152.8	7.8	
1.910		66.6	333.9	17.0		54.3	277.8	14.2		39.3	209.4	10.7	
2.540	70	85.5	420.1	21.4	30.6%	66.5	333.4	17.0	24.3%	47.6	247.2	12.6	18.0%
3.810		102.6	498.0	25.4		79.8	394.1	20.1		62.8	316.5	16.1	
5.080	105	114.2	550.9	28.1		85.2	418.7	21.3		73.1	363.5	18.5	
6.350		131.2	628.5	32.0		115.4	556.4	28.3		87.6	429.6	21.9	
7.620	133	136.9	654.4	33.3		124.5	597.9	30.5		98.2	478.0	24.3	
8.890													
10.160													

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini - Jayujayu, Puno, 2022	Metodo de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.880
UBICACIÓN	: Km. 20+000, Lado Derecho	Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.20
MUESTRA	: Suelo de fundación + 7% CQ + 5% C	CBR 100% MDS	29.9%
		CBR 95% MDS	23.1%
		CBR 90% MDS	

GRÁFICO DEL PROCTOR

RESULTADO DE C.B.R.

ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR

METODO DE COMPACTACION	D
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.88
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.20
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.79
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	

COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES

MOLDE N°	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.888	1.80	1.77
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.4	8.6	9.8
C.B.R. %	2.54	30.6	24.3
C.B.R. %	5.08		18.0

RESULTADOS

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.54	29.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.54	23.1
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0

GRÁFICO DE C.B.R. 56 GOLPES

GRÁFICO DE C.B.R. 25 GOLPES

GRÁFICO DE C.B.R. 12 GOLPES

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Leonardo Méstas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111426

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini - Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N° 02
UBICACION	: Km. 20+000, Lado Derecho	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA	: Suelo de fundación + 9%CQ + 5%C	FECHA	: 16-08-2022

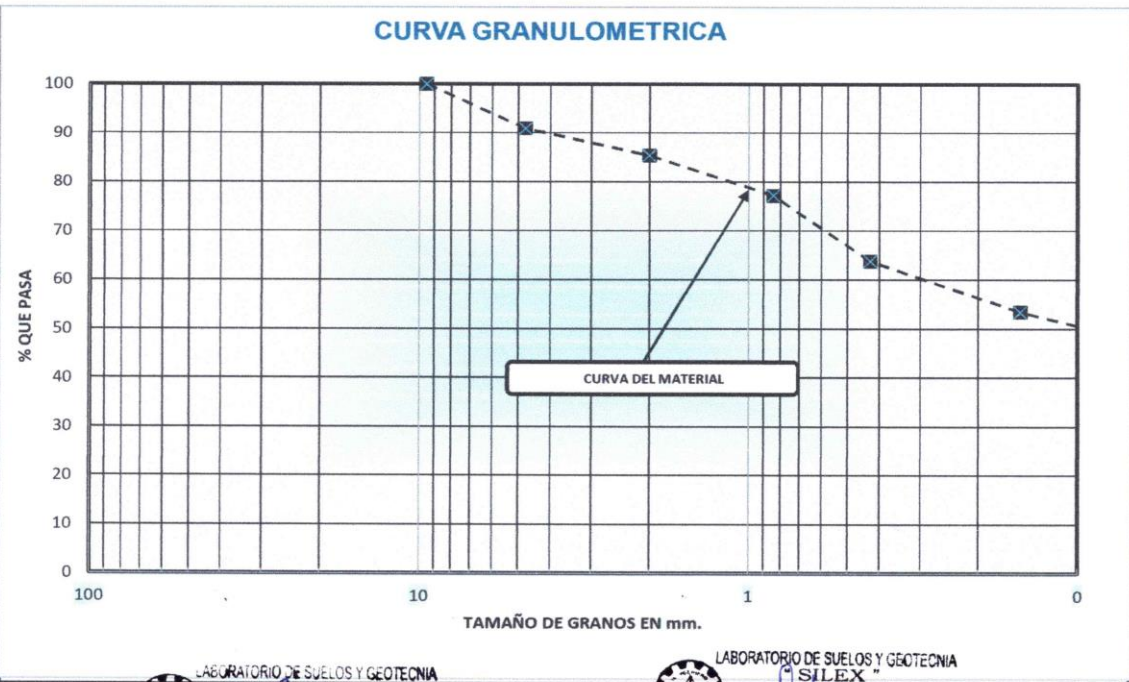
N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	Gradacion	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Peso Inicial : 635.00
3"	76.200						Humedad Natural : 9.57
2 1/2"	63.500						Limite Liquido : 27.8
2"	50.800						Limite Plastico : 18.6
1 1/2"	38.100						Indice Plastico : 9.2
1"	25.400						
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	58.0	9.13	9.13	90.87		
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	35.0	5.51	14.65	85.35		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	52.0	8.19	22.83	77.17		
N° 30	0.590						
N° 40	0.426	85.0	13.39	36.22	63.78		
N° 50	0.297						
N° 80	0.177						
N° 100	0.149	66.0	10.39	46.61	53.39		
N° 200	0.074	31.0	4.88	51.50	48.50		
<N° 200 fondo		308.00	48.50	100.0	0.00		

CLASIFICACION DEL SUELO

Clasificacion ASSHTO	: A-4 (3)
Clasificacion SUCS	: SC
IG	:
CC	:
CU	:
DENSIDAD MAXIMA	: 1.90
HUMEDAD OPTIMA	: 9.00
CBR AL 100%	: 32
CBR AL 95%	: 25.2

Observaciones : El suelo del estrato corresponde al terreno de fundacion.

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111403

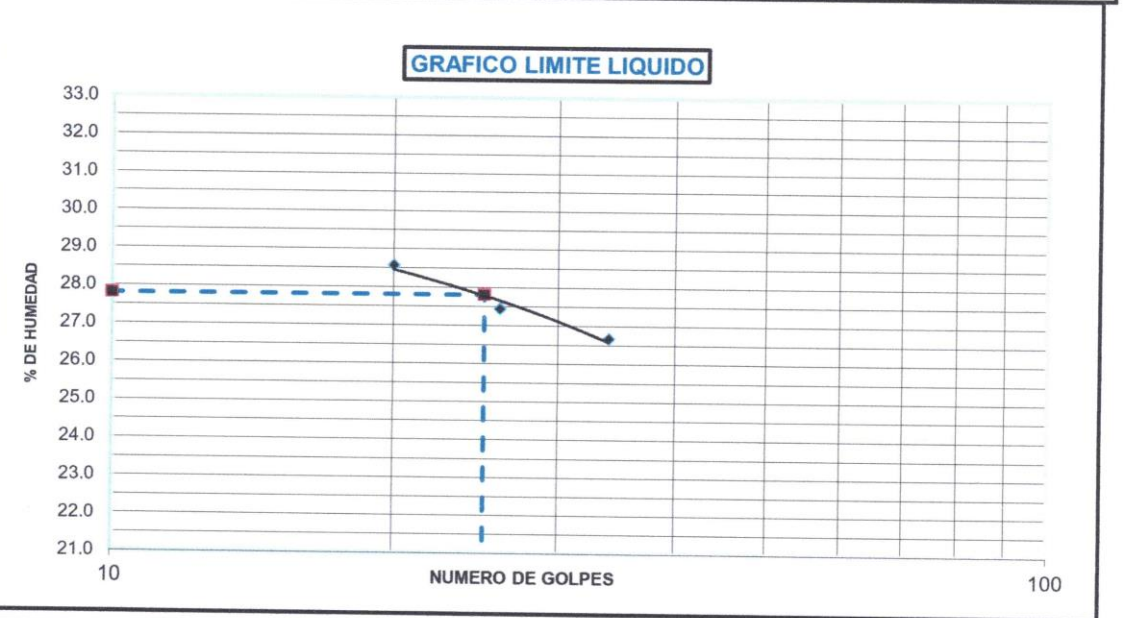
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini - Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N° 02
UBICACIÓN : Km. 20+000, Lado Derecho	RESPONSABLE : Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA : Suelo de fundación + 9%CQ + 5%C	FECHA : 16-08-2022


LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					HUMEDAD NATURAL MTC E 108, ASTM D 2216			
Nro. De Tarro	N°	B07	B08	B09	Nro. De Tarro	N°	05L	06L
T. + Suelo Húmedo	Gr.	40.56	42.30	39.54	T. + Suelo Húmedo	Gr.	169.10	159.30
T. + Suelo Seco	Gr.	38.00	39.20	36.82	T. + Suelo Seco	Gr.	157.50	151.20
Agua	Gr.	2.56	3.10	2.72	Agua	Gr.	11.60	8.10
Peso del Tarro	Gr.	28.40	27.90	27.30	Peso del Tarro	Gr.	51.80	52.00
Suelo Seco	Gr.	9.60	11.30	9.52	Suelo Seco	Gr.	105.70	99.20
% de Humedad	%	26.67	27.43	28.57	% de Humedad	%	10.97	8.17
Nro. De Golpes	N°	34	26	20	Humedad Natural	%	9.57	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					LL = $W_n * (N/25) + 0.121$	
Nro. De Tarro	N°	04S	05S		LL	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	41.20	38.25		DONDE	
T. + Suelo Seco	Gr.	39.11	37.30		LL	: Límite líquido
Agua	Gr.	2.09	0.95		Wn	: Contenido de humedad promedio
Peso del Tarro	Gr.	27.90	32.20		N	: Número de golpes
Suelo Seco	Gr.	11.21	5.10			
% de Humedad	%	18.64	18.63			
Humedad Promedio	%	18.64				



DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
L.L.	=	27.80 %
L.P.	=	18.64 %
I.P.	=	9.16 %

OBSERVACIONES


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

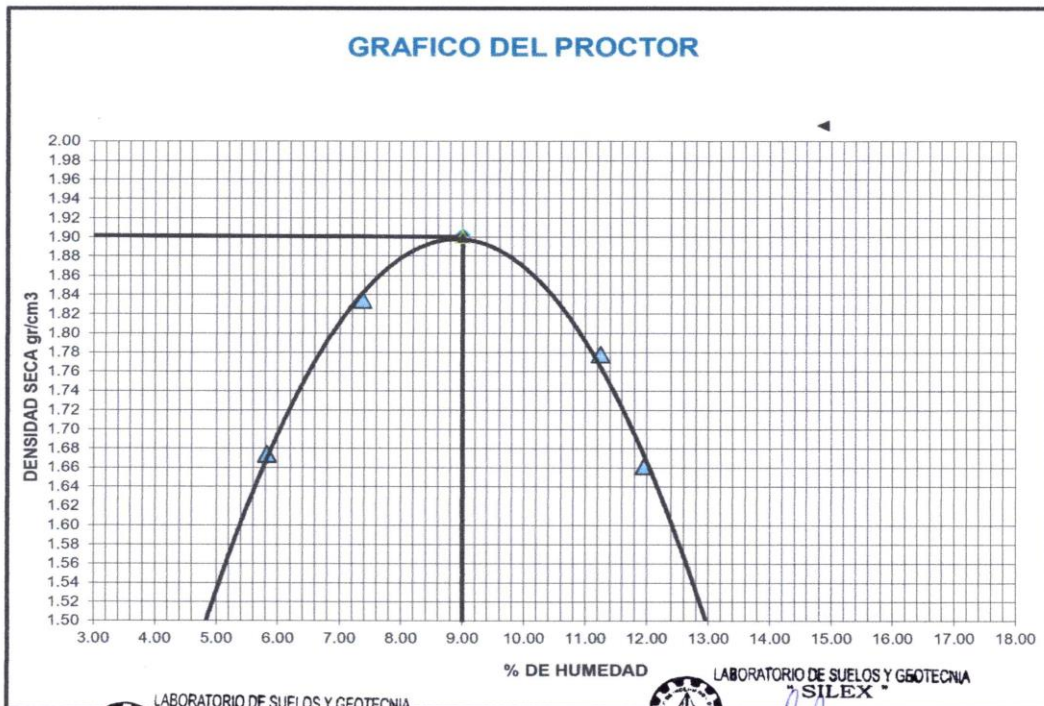
PROCTOR MODIFICADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA	
PROYECTO DE TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini - Jayujayu, Puno, 2022	CALICATA : Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE : Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO : E - N° 02
UBICACIÓN : Km. 20+000, Lado Derecho	RESPONSABLE : Ing. Cesar Qulspe Tito
MUESTRA : Suelo de fundación + 9%CQ + 5%C	FECHA : 20-08-2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,209	10,630	10,648	10,399
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	3,762	4,183	4,201	3,952
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1.77	1.97	1.98	1.86
Contenido de Humedad	%	5.82	7.37	11.25	11.96
Densidad Seca	gr/cc.	1.67	1.83	1.78	1.66

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tarro	N°	09A	10A	11A	12A		
Peso del Tarro	gr.	51.70	49.90	51.30	50.00		
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	169.80	154.80	169.50	162.30		
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	163.30	147.60	157.55	150.30		
Peso del Agua	gr.	6.50	7.20	11.95	12.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	111.60	97.70	106.25	100.30		
Contenido de Humedad	%	5.82	7.37	11.25	11.96		
Promedio de Humedad	%	5.82	7.37	11.25	11.96		

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.9020 Gr./Cm ³	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	9.00%
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Cesar Qulspe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198770



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 "SILEX"
 Ing. Leonardo Mestas Paconpía
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 11448



RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO DE TESIS	: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini - Jayjayu, Puno, 2022	CALICATA	: Pozo a cielo abierto N° 02
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	ESTRATO	: E - N° 02
UBICACIÓN	: Km. 20+000, Lado Derecho	RESPONSABLE	: Ing. Cesar Quispe Tito
MUESTRA	: Suelo de fundación + 9% CQ + 5% C	FECHA	: 24-08-2022

CBR

	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
	N° DE CAPAS		N° DE GOLPES / CAPA		N° DE CAPAS		N° DE GOLPES / CAPA		N° DE CAPAS		N° DE GOLPES / CAPA	
	5		56		5		25		5		12	
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD.OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD.OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD.OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12,632		12,650		12,680		12,710		12,320		12,615	
PESO DEL MOLDE	7,981		7,981		8,358		8,358		8,309		8,309	
PESO DEL SUELO HUM.	4,651		4,669		4,322		4,352		4,011		4,306	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,124		2,124		2,124		2,124		2,124		2,124	
DENSIDAD HUMEDA	2.19		2.20		2.03		2.05		1.89		2.03	
DENSIDAD SECA	2.02		2.01		1.88		1.86		1.74		1.83	
TARRO N°	01Y	0	02Y	0	03Y	0	04Y	0	05Y	0	06Y	0
TARRO + SUELO HUM.	163.20	0.00	170.20	0.00	158.40	0.00	160.30	0.00	158.50	0.00	169.80	0.00
TARRO + SUELO SECO	154.20	0.00	160.20	0.00	150.20	0.00	150.40	0.00	150.12	0.00	158.20	0.00
AGUA	9.00	0.00	10.00	0.00	8.20	0.00	9.90	0.00	8.38	0.00	11.60	0.00
PESO DEL TARRO	49.40	0.00	51.50	0.00	49.90	0.00	51.50	0.00	50.10	0.00	50.40	0.00
PESO DEL SUELO SECO	104.80	0.00	108.70	0.00	100.30	0.00	98.90	0.00	100.02	0.00	107.80	0.00
% DE HUMEDAD	8.59	0.00	9.20	0.00	8.18	0.00	10.01	0.00	8.38	0.00	10.76	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	8.59		9.20		8.18		10.01		8.38		10.76	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
24-08-22	11:10 AM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25-08-22	11:10 AM	24:00	0.20	0.20	0.17	0.30	0.30	0.26	0.62	0.62	0.53
26-08-22	11:10 AM	48:00	0.50	0.50	0.43	0.65	0.65	0.56	1.20	1.20	1.03
27-08-22	11:10 AM	72:00	0.64	0.64	0.55	1.60	1.60	1.37	1.50	1.50	1.28
28-08-22	11:10 AM	96:00	0.65	0.65	0.56	1.64	1.64	1.40	1.53	1.53	1.31

PENETRACION

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		N° DE GOLPES / CAPA		56		N° DE GOLPES / CAPA		25		N° DE GOLPES / CAPA		12	
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
			DIAL	Kg	Kg/cm2		%	DIAL	Kg		Kg/cm2	%	DIAL
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.630		18.2	113.2	5.8		12.1	85.4	4.3		9.2	72.1	3.7	
1.270		45.0	235.4	12.0		36.5	196.6	10.0		26.3	150.1	7.6	
1.910		81.7	402.7	20.5		57.9	294.2	15.0		48.0	249.1	12.7	
2.540	70	102.5	497.6	25.3	36.2%	85.9	421.9	21.5	30.7%	62.0	312.9	15.9	22.8%
3.810		120.7	580.6	29.6		106.5	515.8	26.3		78.5	388.1	19.8	
5.080	105	132.9	636.2	32.4		114.1	550.5	28.0		89.1	436.5	22.2	
6.350		147.5	702.8	35.8		127.0	609.3	31.0		109.9	531.3	27.1	
7.620	133	153.7	731.0	37.2		137.6	657.6	33.5		115.4	556.4	28.3	
8.890													
10.160													


LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX

Ing. Cesar Quispe Tito
 GERENTE GENERAL
 CIP: 198779


LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
SILEX

Ing. Leonora Mestas Pacompa
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 111446

RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	: Estabilizacion de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putuni - Jayujayu, Puno, 2022	Metodo de compactación	T-180 "D"
SOLICITANTE	: Bach. Griselda Mamani Gonzalo	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	1.902
UBICACIÓN	: Km. 20+000, Lado Derecho	Optimo Contenido de Humedad (%)	9.00
MUESTRA	: Suelo de fundación + 9% CQ + 5% C	CBR 100% MDS	32.0%
		CBR 95% MDS	25.2%
		CBR 90% MDS	

GRAFICO DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA (gr/cm³) vs. % DE HUMEDAD

RESULTADO DE C.B.R.

DENSIDAD SECA EN Gr/cm³ vs. % DE C.B.R.

ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR

METODO DE COMPACTACION	D
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.90
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.00
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.81
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	

COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES

MOLDE N°	9	8	7
N° DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.015	1.87	1.79
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.6	8.2	8.4
C.B.R. %	2.54	36.2	30.7
C.B.R. %	5.08		22.8

RESULTADOS

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.54	32.0	
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.54	25.2	
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	

GRAFICO DE C.B.R. 56 GOLPES

CARGA UNITARIA kg/cm² vs. PENETRACION EN mm.

GRAFICO DE C.B.R. 25 GOLPES

CARGA UNITARIA kg/cm² vs. PENETRACION EN mm.

GRAFICO DE C.B.R. 12 GOLPES

CARGA UNITARIA EN kg/cm² vs. PENETRACION EN mm.

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
Cesar Quispe Tito
Ing. Cesar Quispe Tito
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"
Leonardo Mestas Pacompia
Ing. Leonardo Mestas Pacompia
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANEXO 4: Panel Fotográfico

TEMA: Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini – Jayujayu, Puno, 2022.

1. UBICACIÓN POLÍTICA

DEPARTAMENTO : Puno
PROVINCIA : Puno
DISTRITO : Acora



Fotografía 01: Se aprecia el inicio de la carretera Lago Sagrado Tramo Putini, Jayujayu.



Fotografía 02: Recolección de tallo y secado del tallo de quinua.



Fotografía 03: Extracción de las muestras de la C - 02 progresiva Km. 20 +000 margen derecho.



Fotografía 04: Extracción de la muestra de la calita C – 03 de la progresiva Km. 20 + 250; margen izquierdo.



Fotografía 05: Cuarteo de la muestra para realizar ensayos.



Fotografía 06: Granulometría (tamizado de las muestras).



Fotografía 07: Ensayos de Limites de Consistencia (Limite Líquido).



Fotografía 08: Ensayo de Límites de Consistencia (Límite Plástico).



Fotografía 09: Preparación y cuarteo de la muestra para realizar el ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía 10: Ensayo de Proctor Modificado, compactación de la muestra a 56 golpes cada capa.



Fotografía 11: Regulación de la muestra en el molde con la regla metálica.



Fotografía 12: Peso de la muestra más el molde.



Fotografía 13: Preparación y cuarteo de la muestra para realizar el ensayo de CBR.



Fotografía 14: Compactación de la muestra en el molde con el martillo para el ensayo de CBR.



Fotografía 15: Adición de ceniza de quinua y cal en la muestra en el ensayo CBR.



Fotografía 16: Lectura de la muestra antes de colocarlo en el agua (ensayo CBR).



Fotografía 17: Lectura en la prensa (ensayo CBR).



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis Completa titulada: "Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de quinua y cal en la carretera Lago Sagrado Tramo Putini-Jayujayu, Puno, 2022", cuyo autor es MAMANI GONZALO GRISELDA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 05 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 06-12- 2022 21:33:57

Código documento Trilce: TRI - 0474342